



T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DOWN SENDROMLU ÇOCUKLARDA DUYU
BÜTÜNLEME EĞİTİMİNİN DİKKAT VE MOTOR
BECERİLER ÜZERİNE ETKİSİ**

Metehan YANA

**Mart 2021
DENİZLİ**

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

**DOWN SENDROMLU ÇOCUKLARDA DUYU BÜTÜNLEME
EĞİTİMİNİN DİKKAT VE MOTOR BECERİLER ÜZERİNE ETKİSİ**

**FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

Metehan YANA

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Erdoğan KAVLAK

Denizli, 2021

YAYIN BEYAN SAYFASI

Pamukkale Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği Uygulama Esasları Yönergesi Madde 24-(2) "Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora öğrencileri için: Doktora tez savunma sınavından önce, doktora bilim alanında kendisinin yazar olduğu uluslararası atıf indeksleri kapsamında yer alan bir dergide basılmış ya da basılmak üzere kesin kabulü yapılmış en az bir makalesi olan öğrenciler tez savunma sınavına alınır. Yüksek lisans tezinin yayın haline getirilmiş olması bu kapsamda değerlendirilmez. Bu ek koşulu yerine getirmeyen öğrenciler, tez savunma sınavına alınmazlar" gereğince yapılan yayın/yayınların listesi aşağıdadır (Tam metin/metinleri ekte sunulmuştur):

Ek-1. **Yana M**, Saracoglu I, Emuk Y, Yenilmez OK. The Effect of Fatigue in Hip Abductor Muscles on Balance in Healthy Young Adults:A Preliminary Case Series. **Journal Gazetta Medicana Italiana** 2018;177(12):671-6.(ESCI)

Ek-2. **Yana M**, Tutuola F, Westwater-Wood S, Kavlak E. The efficacy of botulinum toxin A lower limb injections in addition to physiotherapy approaches in children with cerebral palsy: A systematicreview. **NeuroRehabilitation** 2019; 44(2):175-189.

Ek-3. Ozmen T, Aydogmus M, **Yana M**, Simsek A. Effect of core strength training on balance, vertical jump height and throwing velocity in adolescent male handball players. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 2020.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırılmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

Öğrenci Adı Soyadı: Metehan YANA
İmza:

ÖZET

DOWN SENDROMLU ÇOCUKLARDA DUYU BÜTÜNLEME EĞİTİMİNİN DİKKAT VE MOTOR BECERİLER ÜZERİNE ETKİSİ

Metehan YANA
Doktora Tezi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD
Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Erdoğan KAVLAK

Mart 2021, 77 sayfa

Bu çalışmada Down Sendromlu çocuklarda (DS) duyu bütünleme (DB) eğitiminin dikkat ve motor becerilere etkisi araştırıldı.

Kırk iki Down Sendromlu çocuk (7-18 yaş) çalışma grubu (n=21) ve kontrol grubu (n=21) olmak üzere randomize olarak iki gruba ayrıldı. Her iki gruba da günde 45 dakika, haftada iki seans olmak üzere altı hafta boyunca toplam 12 seans nörogelişimsel tedavi (NGT) uygulandı. Çalışma grubuna toplam altı hafta boyunca haftada iki kez her seans 45 dakika olmak üzere NGT'ye ek olarak duyu bütünleme eğitimi uygulandı. Katılımcıların motor fonksiyonlarını değerlendirmek için Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlik Testi 2 Kısa Formu (BOT2-KF), dikkat becerilerini değerlendirmek için Stroop Testi TBAG Formu kullanıldı.

Tedavi sonrası motor fonksiyonların değerlendirilmesinde kullanılan BOT2-KF sonuçları açısından her iki grupta da anlamlı iyileşmeler olduğu görüldü. Özellikle çalışma grubunda uygulanan NGT+DB yönteminin motor fonksiyonları geliştirme açısından NGT yaklaşımına göre daha başarılı olduğu saptandı ($p<0,001$). Dikkat gelişiminin değerlendirilmesinde kullanılan Stroop test sonuçlarına göre tedavi sonrası her iki grupta da anlamlı iyileşmeler olduğu görüldü. Bununla birlikte; çalışma grubunda uygulanan NGT+DB yönteminin dikkati geliştirme açısından NGT yaklaşımına göre daha başarılı olduğu tespit edildi ($p<0,05$).

Bu çalışmanın sonuçlarına göre NGT ile kombine uygulanan DB eğitiminin Down Sendromlu çocuklarda motor fonksiyonları ve dikkat becerisini geliştirmede tek başına NGT eğitimine göre daha etkilidir.

Anahtar Kelimeler: Down Sendromu, Duyu Bütünleme Eğitimi, Dikkat, Motor Fonksiyon

ABSTRACT

THE EFFECT OF SENSORY INTEGRATION THERAPY ON ATTENTION AND MOTOR SKILLS IN CHILDREN WITH DOWN SYNDROME

YANA, Metehan
PhD Thesis in Physical Therapy and Rehabilitation
Supervisor: Assoc. Prof. Erdogan KAVLAK

March 2021, 77 pages

In this study was investigated the effect of sensory integration (SI) training on attention and motor skills in children with Down Syndrome (DS).

Fourty-two children (7-18 years old) with DS were randomly allocated into two groups as experimental group (n=21) and control group (n=21). Neurodevelopmental therapy (NDT) was applied to both groups for 45 minutes a day, two sessions a week, for a total of 12 sessions for six weeks. In addition to NDT, SI was applied in experimental group twice in a week for six weeks 45 minutes per session. The Bruininks-Oseretsky Motor Proficiency Test 2 Short Form (BOT2-SF) was used to evaluate the motor functions of the participants, and the Stroop Test TBAG Form was used to assess attention skills.

After the treatment, significant improvements were observed in the both groups in terms of BOT2-SF results used in the evaluation of motor functions. Especially NDT SI method applied in the experimental group was found to be more successful than NDT approach in terms of developing motor functions ($p<0.001$). According to the Stroop test results used in the evaluation of attention development, significant improvements were observed in both groups after treatment. However; NDT+SI method applied in the experimental group was found to be more successful than the NDT approach in terms of improving attention ($p<0.05$).

According to the results of the present study, SI training applied in addition to NDT is more effective than NDT training alone in improving attention and motor skills in children with Down Syndrome.

Keywords: Down Syndrome, Sensory Integration Training, Attention, Motor Skills

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim ve tez çalışmam süresince tecrübelerinden yararlandığım tez danışman hocam Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Erdoğan KAVLAK'a,

Tezime önemli katkılarda bulunan ve kritik yorumlarını esirgemeyen doktora tez izleme komitesindeki hocalarım Sayın Doç. Dr. Nusret ÖK ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Tuba CAN AKMAN'a

Tez çalışmam boyunca arkamda olduğunu her zaman hissettiren meslektaşlarım ve arkadaşlarım Dr. Öğr. Üyesi İsmail SARAÇOĞLU, Dr. Öğr. Üyesi Deniz BAYRAKTAR, Dr. Fzt. Özge KARADENİZ YENİLMEZ'e,

Akademik gelişimimde önemli bir yere sahip olan Karabük Üniversitesi Fizyoterapi bölüm başkanı Sayın Doç. Dr. Tarık ÖZMEN başta olmak üzere; değerli çalışma arkadaşlarım Uzm. Fzt. Ayşe ŞİMŞEK ve Fzt. Musa GÜNEŞ'e,

Veri toplama çalışmalarımı yürüttüğüm Denizli Yağmur Çocukları Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi'nin müdürü Sayın Çge. Uzm. Aylin KAVLAK ve tüm kurum çalışanlarına, ayrıca araştırmamıza katılan çocuklarıma ve ailelerine,

Beni bugünlere getiren, tüm hayatları boyunca sevgi ve desteklerini her zaman hissettiğim canım aileme,

Çalışmalarım sırasında hep yanımda olan ve kendini ihmal ettiğimde bunu anlayışla karşılayan, hakkını asla ödeyemeyeceğim sevgili eşim Didem YANA' ya,

Son olarak, akademik kariyerime adım attığım ilk günde bir müjde olarak hayatıma giren, bu çalışmayı ithaf ettiğim, hayatımın anlamı can balam Özüm YANA' ya

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	viii
RESİMLER DİZİNİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç.....	2
2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI	3
2.1. Down Sendromu.....	3
2.1.1. Epidemiyoloji	3
2.1.2. Risk faktörleri.....	4
2.1.3. Alt tipleri	5
2.1.4. Klinik özellikler	7
2.2. Duyusal İşleme	12
2.2.1. Gelişim evreleri.....	12
2.2.2. Duyusal entegrasyon teorisi.....	13
2.2.3. Duyusal işleme bozukluklarının sınıflandırılması	15
2.3. Down Sendromunda Fizyoterapi Yaklaşımları	16
2.3.1. Nörogelişimsel tedavi yaklaşımı.....	17
2.3.2. Duyu bütünleme terapisi	18
2.4. Araştırmanın Hipotezleri	23
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	24
3.1. Amaç.....	24
3.2. Çalışmanın Yapıldığı Yer.....	24
3.3. Çalışma Süresi	24

3.4. Katılımcılar	24
3.4.1. Gönüllüler için araştırmaya dâhil olma kriterleri.....	25
3.4.2. Gönüllüler için dışlanma kriterleri.....	26
3.5. Veri Toplama Yöntemleri	26
3.5.1. Demografik ve hastalığa ilişkin bilgilerin alınması	26
3.5.2. Bruininks-Oseretsky motor yeterlik testi kısa formu	26
3.5.3. STROOP testi.....	34
3.6. Çalışmada Uygulanan Tedavi Yöntemleri.....	36
3.6.1. Nörogelişimsel tedavi.....	36
3.6.2. Duyu bütünleme eğitimi	37
3.7. İstatistiksel Analiz	38
4. BULGULAR	39
4.1. Katılımcıların Demografik Karakteristiklerinin Karşılaştırılması	39
4.2. Katılımcıların Başlangıç Test Sonuçlarının Karşılaştırılması	40
4.3. Katılımcıların Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası STROOP Testi Skorlarının Karşılaştırılması.....	43
4.4. Katılımcıların Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası Bruninks-Oseretsky Motor Yeterlilik Testi Skorlarının Karşılaştırılması.....	46
4.5. Tedavi Etkinliğinin STROOP Sonuçları Üzerinden Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	49
4.6. Tedavi Etkinliğinin Bruninks-Oseretsky Motor Yeterlilik Sonuçları Üzerinden Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	51
5. TARTIŞMA	54
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
7. KAYNAKLAR	64
8. ÖZGEÇMİŞ	77

9. EKLER

Ek-1. Yana M, Saracoglu I, Emuk Y, Yenilmez OK. The Effect of Fatigue in Hip Abductor Muscles on Balance in Healthy Young Adults:A Preliminary Case Series. *Journal Gazetta Medica Italiana* 2018;177(12):671-6.(ESCI)

Ek-2. Yana M, Tutuola F, Westwater-Wood S, Kavlak E. The efficacy of botulinum toxin A lower limb injections in addition to physiotherapy approaches in children with cerebral palsy: A systematicreview. *NeuroRehabilitation* 2019; 44(2):175-189.

Ek-3. Ozmen T, Aydogmus M, Yana M, Simsek A. Effect of core strength training on balance, vertical jump height and throwing velocity in adolescent male handball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2020.

Ek-4. Çalışma İzni

Ek-5. Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı

Ek-6. Demografik ve Klinik Veri Formu

Ek-7. Bruininks-Oseretsky motor yeterlik testi kısa formu

Ek-8. STROOP testi

Ek-9. Resim Çekimi ve Kullanımı Yayın Hakkı

ŞEKİLLER DİZİNİ**Sayfa**

Şekil 1. Down Sendromunda yaygın görülen belirti ve bulgular	7
Şekil 2. Duyusal işleme bozukluklarının sınıflandırılması	16
Şekil 3. Duyusal entegrasyon çerçevesinde düşük kas tonusunun nedenleri	18
Şekil 4. Nöral plastisitenin nörofizyolojik mekanizması	20
Şekil 5. Çalışmaya ait akış şeması	25

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1. Down Sendromunda görülen dismorfik bulgular	8
Tablo 2. Postural kontrolün düzenlenmesinde görülen bozukluklar	10
Tablo 3. Down Sendromlu çocuklarda motor gelişim basamakları ve süreleri.....	10
Tablo 4. Duyusal bütünlüğün gelişim süreci	13
Tablo 5. Duyu bütünlemede kullanılan örnek aktiviteler	22
Tablo 6. Çalışmada kullanılan nörogelişimsel tedavi programı	37
Tablo 7. Çalışmada kullanılan duyu bütünleme eğitimi programı	38
Tablo 8. Gruplara göre demografik verilerin karşılaştırılması.....	39
Tablo 9. Gruplara göre yaş, boy, kilo ve VKI değişkenlerinin karşılaştırılması	40
Tablo 10. Grupların tedavi öncesi STROOP testi sonuçlarının karşılaştırılması	41
Tablo 11. Grupların tedavi öncesi Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik skorlarının karşılaştırılması	42
Tablo 12. Çalışma grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası STROOP test skorlarının karşılaştırılması	44
Tablo 13. Kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası STROOP test skorlarının karşılaştırılması	45
Tablo 14. Çalışma grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik alt test skorlarının karşılaştırılması	47
Tablo 15. Kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik alt test skorlarının karşılaştırılması	48
Tablo 16. Grupların tedavi sonrası STROOP skorlarının karşılaştırılması	50
Tablo 17. Grupların tedavi sonrası toplam Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik skorlarının karşılaştırılması	52
Tablo 18. Tedavi sonrası ve öncesi Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik skorları arasında oluşan farkın gruplara göre karşılaştırılması.....	53

RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 1. Yol boyunca çizgi çizme testi.....	27
Resim 2. Kağıt katlama testi.....	27
Resim 3. Kare kopyalama testi.....	28
Resim 4. Yıldız kopyalama testi	28
Resim 5. Bozuk para aktarımı testi.....	29
Resim 6. Aynı taraftaki kol ve bacak ile senkronize zıplama testi	29
Resim 7. Aynı taraf senkronize bir şekilde ayak ve parmak vuruşu testi.....	30
Resim 8. Düz çizgi üzerinde ileri yürüme testi	30
Resim 9. Denge tahtası üzerinde gözler açık dominant bacak üzerinde durma testi ..	31
Resim 10. Dominant bacak üzerinde zıplama testi	32
Resim 11. Topu iki elle yakalama testi	32
Resim 12. Topu art arda sırasıyla iki elle sektirme testi.....	33
Resim 13. Şınav çekme testi.....	34
Resim 14. Mekik çekme testi.....	34
Resim 15. Stroop testi uygulaması	36

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%.....	Yüzde
>.....	Büyüktür
<.....	Küçüktür
≤.....	Küçük eşittir
ABD.....	Amerika Birleşik Devletleri
AMPA.....	α-amino-3-hidroksi-5-metil-4-isoksazolpro-pionik Asit Reseptörleri
ark.....	arkadaşları
BKİ.....	Beden Kitle İndeksi
BOT-2 KF.....	Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik Testi-2 Kısa Formu
DB.....	Duyu Bütünleme
dk.....	Dakika
DS.....	Down Sendromu
DSM-5.....	Mental Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel Kılavuzu
IQ.....	Zeka katsayısı
LTD.....	Uzun Süreli Depresyon
LTP.....	Uzun Süreli Potansiyasyon
kg.....	Kilogram
m ²	Metre kare
n.....	Olgu sayısı
NGT.....	Nörogelişimsel tedavi
NMDA.....	N-metil-D-aspartik Asit Reseptörleri
GMFM-88.....	Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü-88
SPSS.....	Statistical Package for the Social Sciences
SS.....	Standart sapma
vb.	Ve benzeri
vd.	Ve diğerleri
X.....	Ortalama

1. GİRİŞ

Down Sendromu (DS) 21. kromozomun trizomisinden kaynaklanan bir genomik bozukluktur. Dünya genelinde prevalansı her 800-1000 canlı doğumda bir olarak bildirilmiştir (Parker vd 2010). Down Sendromuna sıklıkla orta-ağır şiddette mental retardasyon eşlik etmektedir. Orta-ağır şiddette mental retardasyona ek olarak Down Sendromlu bireylerde hipotoni ve hipermobiliteden kaynaklanan fiziksel yetersizlikler, dil gelişiminde gecikmeler ve akademik problemler de yaygın görülmektedir (Wester vd 2018). Mental retardasyon, dikkat ve motor becerileri olumsuz yönde etkileyen bir durumdur (Giagazoglou vd 2012, Ekstein vd 2011). Down Sendromlu çocukların dikkat, motor aktiviteler ve duyuşal entegrasyonda sıkça sorunlar yaşadıkları, literatürde ebeveyn ve profesyoneller tarafından bildirilmiştir (Malak vd 2015, Breckenridge vd 2013, Uyanik vd 2003).

Motor beceri gelişimi, kaba-ince motor becerileri ve bilateral koordinasyonu içermektedir (Miller vd 2007). Orta ve ağır mental retarde çocuklarda motor gelişimde gecikmeler görülmektedir. Down Sendromlu çocuklarda kaba ve ince motor becerilerin normal gelişim gösteren yaşitlarına göre daha geri olduğu bildirilmiştir (Malak vd 2015, Aslan vd 2016, Spano vd 1999). Bu çocukların motor becerilerinde ortaya çıkan gecikmeler; denge, el becerisi ve oyun oynama gibi aktiviteleri olumsuz yönde etkileyerek günlük yaşam aktivitelerine katılımlarını kısıtlamaktadır (Gawali vd 2017, Uyanik vd 2003).

Down Sendromlu çocukların akademik olarak ve günlük hayatta problem yaşadığı bir diğer alan ise dikkat parametresidir. Dikkat, bilgi işleminin ilk aşamasıdır ve öğrenme üzerinde önemli rol oynamaktadır (Ekstein vd 2011, Hung vd 2016). Duyusal entegrasyon, anlamlı adaptif bir tepki oluşturulabilmesi için vücut ve çevreden alınan duyuşal bilgilerin yorumlanması ve organize edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Kayihan vd 2001, Uyanik vd 2003). Down Sendromlu çocukların duyuşal modülasyon ve duyuşal entegrasyon bozuklukları sonucunda daha kısa dikkat süresine sahip oldukları ve sürekli dikkat parametresinde sorun yaşadıkları bilinmektedir (Rowe vd 2006, Porter vd 2007, Kogan vd 2009, Lanfranchi vd 2010, Lee vd 2011, Costanzo vd 2103).

Literatürde Down Sendromunda bireysel ihtiyaçlara göre uyarlanan nörogelişimsel tedavi, sanal gerçeklik uygulamaları, oyun terapisi gibi çeşitli rehabilitasyon yaklaşımları kullanılmaktadır (Ruiz-González vd 2019). Duyu bütünleme eğitimi de Down Sendromlu çocuklarda duyu entegrasyon sorunlarını rehabilite etmek amacıyla kullanılan yöntemlerden birisidir. Bu tedavi yaklaşımında proprioseptif, vestibüler, taktil duyu uyarılar kullanılarak ve çocukların aktif motor katılımı sağlanarak merkezi sinir sisteminde nöral plastisite oluşumu kolaylaştırılmakta ve motor becerilerde iyileşmeler sağlanmaktadır (Zimmer ve Desch 2012, Ashori vd 2018). Literatürde, duyu bütünlemenin; otizm, serebral palsi, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu gibi birçok zihinsel veya nörogelişimsel bozukluk üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Lang vd 2012, Shamsoddini ve Hollisaz 2009). Bununla birlikte, literatürde, duyu bütünleme eğitiminin Down Sendromlu çocuklarda motor beceri ve dikkat üzerine etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Ashori vd 2018).

1.1. Amaç

Literatürde görülen bu eksiklikten dolayı, çalışmanın amacı; Down Sendromlu çocuklarda duyu bütünleme eğitiminin dikkat ve motor beceriler üzerine etkisini araştırmaktır.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Down Sendromu

Down Sendromu (DS), 21. kromozomun trizomisinden kaynaklanan mental retardasyon ve fiziksel yetersizliğin en yaygın genomik bozukluğudur (Kazemi vd 2016). Geçmişte oblik göz çizgisi, kalın ense, kısa boyun, basık burun kökü gibi karakteristik yüz ifadesi bulunan, ayrıca mental retardasyon gözlenen ve boy uzunluğu ortalamadan kısa olan kişiler belirli bir tanı konulmaksızın gruplandırılmıştır. Daha sonra bu grupları tanımlamak için 'Mongolizm' terimi kullanılmıştır. Down, ilk kez 1866 yılında Langdon Down tarafından sendromun klinik yönlerini tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Down 1866). 1959 yılında Jérôme Jean Louis Marie Lejeune tarafından bu hastalığın kromozom 21'in trizomisinden kaynaklandığı ve kromozom 21 ile Down Sendromu fenotipi arasında bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (LeJeune vd 1959). Down Sendromu temel olarak yaşam kalitesini azaltan ve yaşam beklentisini kısaltan bir dizi tıbbi problemle ilişkili mental retardasyona neden olmaktadır. Konjenital kalp hastalığı en sık görülen sistemik malformasyondur ve olguların %16-62'sinde mevcuttur (Mihci vd 2010). Bunlara ek olarak DS'li bireylerde motor gelişimde gecikme, duyuşsal ve motor problemler, algısal bozukluklar, uyumsal davranış bozuklukları gibi çeşitli problemler görülmektedir (Leonard vd 2002).

2.1.1. Epidemiyoloji

Down Sendromunun prevalansı, küresel nüfusla paralel olarak artış göstermektedir. ABD'de, DS popülasyonunun yaygınlığı 1950'de 50.000'den (10.000 kişi başına 3,3) sağkalımın artması nedeniyle 2013'te 212.000'e (10.000 kişi başına 6,7) yükselmiştir (de Graaf vd 2019). Avrupa'da 2015 itibariyle DS popülasyon yaygınlığı 10.000 kişide 4,9 olarak rapor edilmiştir (de Graaf 2018). Türkiye'de 2019 yılı canlı doğum sayısı 1 milyon 183 bin 652 olarak bildirilmiştir. DS açısından insidansın her 800 doğumda bir olduğu tahmin edilmekte ve tüm dünyada 6 milyon DS tanılı birey olduğu düşünülmektedir. Net bir veri olmamasına rağmen Türkiye Down Sendromu Derneğinin

bildirdiği raporlara göre Türkiye’de bu oran yaklaşık 70.000 kadardır (Erdöl 2018). Bununla birlikte, küresel ve güvenilir bir prevalans tahmini yapılabilmesi için dünyanın farklı yerlerinden DS’li bireylerin geçmiş ve güncel sağkalım oranlarına ilişkin daha fazla veriye ihtiyaç bulunmaktadır.

Down Sendromunun tüm etnik kökenlerde görülme oranı eşittir ancak etnik kökenler arasında görülen anne yaşındaki farklılıklar canlı doğum sayısını etkilemektedir (Hecht ve Hook 1996, Bray vd 1998, Hassold ve Hunt 2001, Morris vd 2003).

ABD’de 2003 yılında her 779 bebekten birinin (10.000 canlı doğumda 12,8) DS’li olduğu bildirilmiştir (de Graaf vd 2019).

DS prevalansı annenin hamilelik yaşından etkilenmektedir. Annenin 30’lu yaşlarına kadar Down Sendromu riski her yıl %0.005 oranında artmaktadır. Gebelik yaşı 15-29 iken 1500 doğumda 1 risk görülürken, 40-49 yaşlarında gebe kalındığında risk 1/100 oranında görülmektedir (Parker vd 2010, Morris vd 2009, de Graaf vd 2015). 35 yaşüstü hamileliklerde riskin arttığı belirtilmektedir. Ancak genel olarak genç kadınlar daha fazla bebek sahibi olduğundan Down Sendromlu çocukların %75-80’i genç annelerin bebekleridir. Gelişmiş ülkelerde, artmış sağlık hizmetleri ve yüksek doğurganlık oranına sahip yaşlı nüfusun fazla olması nedeniyle, 35 yaşın üzerindeki kadınlarda prevalansta artış gözlenmektedir (Adams vd 1981, Jou vd 2005).

İsteğe bağlı olarak sonlandırılan gebeliklerin sayısı, her ülkedeki tarama testlerinin mevcudiyeti ve doğruluğundan, prenatal taramadan sonra prenatal testi seçen kişi sayısından ve prenatal DS tanısı konulduktan sonra ebeveyn kararlarından etkilenmektedir. 2013 yılında, ABD’de DS ile ilgili tahmini 3.400 isteğe bağlı gebelik sonlandırılmış ve bu durum o yıl doğan olan DS’li bebek sayısında %33 azalmasıyla sonuçlanmıştır. Buna karşılık, 2004 yılında Avustralya’da tahmini yüzde düşüş %55, Avrupa’da 2010-2015 yılları arasında %54 (Bittles vd 2007), eski Doğu Bloku ülkelerinde %32 (de Graaf vd 2018) ve Çin’de, 2003-2011 arası, DS’li fetüsler için gebelik sonlandırma durumu prevalansta %55’lik bir azalmaya yol açmıştır (Deng vd 2015, de Graaf 2017).

2.1.2. Risk faktörleri

Down Sendromu; hücre bölünmesi sırasında embriyoda iki tane olması gereken 21 numaralı kromozomun hatalı hücre bölünmesiyle üç adet olmasından kaynaklanmaktadır. İleri hamilelik yaşı, tüm otozomal trizomiler gibi trizomi 21 için de önemli bir risk faktörüdür (Nagaoka vd 2012). Bu risk, oosit oluşumunda meydana gelen mayotik bölünmeler sırasında homolog kromozomların veya kromatidlerin ayrılmaması

ile ilişkilidir (Gruhn vd 2019). İleri hamilelik yaşı hem maternal mayoz I hem de mayoz II'de 21. kromozomun ayırım hataları ile ilişkilendirilmiştir (Allen vd 2009).

Trizomi 21 riskini arttırdığı düşünülen bir başka risk faktörü de çevresel faktörlerdir, ancak bu faktörlerin maruziyet, dozaj ve zamanlamasının tanımlanmasına ilişkin zorluklar nedeniyle tespit edilmesi zordur. Trizomi 21 riskini etkileyen çevresel faktörler arasında tütün kullanımı, hamilelik sürecinde folik asit desteğinin sağlanamaması, oral kontraseptif kullanımı sayılabilir (Coppede 2016). Annenin sosyoekonomik durumu ile yalnızca maternal mayoz II hataları arasında ilişki tespit edilmiştir (Hunter vd 2013, Torfs ve Christianson 2003, Christianson vd 2004, Ghosh vd 2014).

Keen ve ark. 2020 yılında yaptıkları bir takip çalışmasında maternal mesleği bir risk faktörü olarak incelemiş ve bazı meslek gruplarına sahip annelerde daha yaygın DS görüldüğünü ve maternal mesleğin mayoz bölünme sırasında ortaya çıkan ayrılmama hataları ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (Keen vd 2020). Yapılan ön analizde bu mesleklerin çalışma ortamında çözücülere maruz kaldıkları tespit edilmiştir. İş ve ev ortamlarında toksik ajanlara spesifik maruziyetleri ve bunların anne ve babaya ait 21. kromozomun ayrılmama ile ilişkilerini incelemek için bu türden daha fazla çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Endokrin bozucu kimyasallara maruz kalmanın mayozu etkilediği ve anöploidi prevalansını artırdığı bilinmektedir (Sartain ve Hunt 2016). Her yerde bulunan bir çevresel kirletici olan bisfenol A ve diğer endokrin bozucu kimyasallara maruz kalmak, her iki cinsiyette yumurtalık ve testisler üzere üreme sistemini etkilemektedir (Horan vd 2018). Deneysel hayvan modellerinde bisfenol A maruziyetinin sperm ve oositler üzerindeki transgeneral etkilerine dair kanıtlar bulunmaktadır. Anöploidiye yol açan farklı mayotik ve mitotik hataların yalnızca belirli çevresel maruziyetlere karşı oluşmadığını, aynı zamanda büyükanne ve anne gibi daha üst neslin bu çevresel faktörlere maruz kalmasının da dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (Coppede 2016, Grandjean vd 2019).

DS için en büyük risk faktörü hamilelik yaşı iken diğer risk faktörleri arasında akraba evliliği ve maternal obezite bulunmaktadır (Hildebrand vd 2014).

2.1.3. Alt tipleri

Down Sendromu sitogenetik olarak; regüler tip, translokasyon tip ve mozaik tip olmak üzere üç ana grupta incelenmektedir. Tekrarlama riskleri açısından bu alt tipler arasında önemli farklar olduğundan genetik danışmada yönlendirici olmaktadır.

2.1.3.1. Regüler tip DS

Tüm olguların %90-95'ini oluşturan regüler tip DS; 21. kromozom çiftinin mayoz bölünme sırasında ayrılmamasından kaynaklanmaktadır. Bu Down Sendromu vakaları kalıtsal değildir kromozomların ayrılmaması sonucu oluşur. Regüler tip DS'nin tekrarlama riski, aile böyle bir çocuğa sahip olduktan sonra, genel olarak yaklaşık %1 olarak bildirilmiştir. Otuz yaşından genç anneler için tekrarlama riski %1,4 iken daha ileri yaştaki anneler açısından risk artmaktadır (Nussbaum vd 2001, Young 2005, Morris vd 2018).

2.1.3.2. Translokasyon tip DS

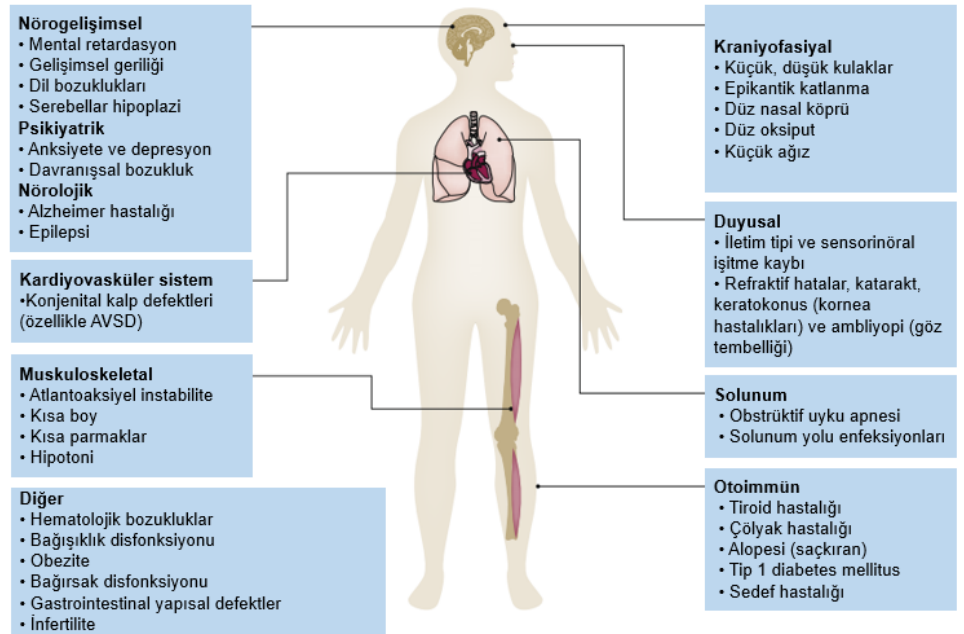
Robertsonyan translokasyon tip DS, kromozom çiftinden birisinin diğer bir kromozom çiftinden birisiyle birleşmesi (transloke olması) şeklinde tanımlanmaktadır. Tüm olguların %1-2'sini oluşturan bu bireylerin 46 kromozomları bulunmaktadır (Jyothy 2002). Down Sendromunun diğer tipleri kalıtsal değildir. Yalnız translokasyon tipte ebeveynlerden bir tanesinin taşıyıcı olması durumunda Down Sendromu kalıtsal olmaktadır. 21 numaralı kromozoma ilişkin Robertson tipi translokasyon taşıyıcısı olan annelerin dengesiz translokasyonlu çocuk doğurma riski çok yüksektir. Translokasyon alt tipleri arasında en sık görülen 14/21 translokasyonu bakımından annenin taşıyıcı olması durumunda fetusun DS olma riski %10-15 oranlarında iken, baba taşıyıcı olduğunda bu risk %1-2 oranında seyretmektedir (Morris vd 2018, Antonarakis 2020). 21/21 translokasyon taşıyıcısı olan ebeveynde anne veya baba orijinli olması farketmeksizin dengesiz translokasyon tekrarlama riski %100 olarak bildirilmiştir (Morris vd 2018, Antonarakis 2020). Translokasyon tipte ileriki doğumlardaki risklerin bilinmesi açısından genetik danışmanlık daha önemli olmaktadır.

2.1.3.3. Mozaik tip DS

DS'li olguların %2-5'ini oluşturan mozaik tip DS, zigot oluşumundan sonraki dönemde mitoz bölünme esnasında yanlış bölünmeler sonucunda oluşur ve bu tipte hücrelerin bir kısmı 46 kromozom taşırken bir kısmı trizomik ve 47 kromozom taşımaktadır. Anne ve baba normal, çocuk mozaik ise ailenin diğer çocuklarındaki tekrarlama riski %1'dir (Morris vd 2018).

2.1.4. Klinik özellikler

21. kromozom trizomisi nedeniyle DS'li bireylerde dismorfik bulgular ve mental retardasyona ek olarak konjenital kalp hastalıkları, gastrointestinal hastalıklar, epilepsi, serebellar hipoplazi ve diğer nörolojik anormallikler, immün yetmezlikler, başlıca lösemi olmak üzere hematolojik hastalıklar, görme ve işitme bozuklukları, otoimmün ve endokrin hastalıklar, Alzheimer hastalığı gibi pek çok sağlık sorunu ortaya çıkmaktadır (Antonarakis vd 2020). Bu sağlık sorunlarına ek olarak çalışmalarda motor beceri geliştirme ve fiziksel uygunlukta azalma, anormal sensorimotor entegrasyon, obezite, dil becerisi geliştirme ve konuşmada gecikmeler, kognitif ve sosyal fonksiyonlarda etkilenim gibi bulgular tespit edilmiştir (Scott ve Holfelder 2015). Bulguların sıklığı ve ağırlığı hastadan hastaya ve toplumdaki topluma farklılık gösterebilir (Ahmed vd 2005, Pavarino vd 2009). DS'li bireylerin bir kısmında ciddi etkilenim görülürken bir kısmı sağlıklı ve bağımsız yetişkinler olarak hayatlarını sürdürebilmektedir. Günümüzde Down Sendromlu bireyler daha iyi eğitim programlarına, tıbbi ilerlemelere, aile ve arkadaşlarının desteğine sekonder olarak tam potansiyellerine ulaşabilmektedirler. Down Sendromlu bireylerde yaygın görülen belirti ve bulgular Şekil 1'de özetlenmiştir (Antonarakis vd 2020).



Şekil 1. Down Sendromunda yaygın görülen belirti ve bulgular (Antonarakis vd 2020).

2.1.4.1. Dismorfik özellikler

Yukarı yönde palpebral fissürler, epikantik kıvrımlar ve brakisefali down Sendromunda görülen yaygın özelliklerdir. DS'nin diğer karakteristik dismorfik

özelliklerinin her biri, vakaların %47-82'sinde mevcuttur. Bu özellikler ağırlıklı olarak baş, boyun ve ekstremiteleri etkilemektedir. Down Sendromunda görülen dismorfik özellikler Tablo 1'de özetlenmiştir (Acar vd 2014).

Tablo 1. Down Sendromunda görülen dismorfik bulgular (Acar vd 2014)

Baş ve boyun	Ekstremiteler	Yenidoğan özellikleri
<ul style="list-style-type: none"> • Palpebral fissürlerin yukarı doğru olması • Epikantik kıvrımlar • Basık burun kökü • Katlanmış veya displastik kulaklar • Brakisefali • Küçük ağız • Dışarı sarkmış dil • Kısa boyun • Ense bölgesinde katlanma • Dar damak • Anormal dişler 	<ul style="list-style-type: none"> • Kısa geniş eller • Hipoplastik orta falanks ile eğik beşinci parmak • Transvers palmar kıvrım • Birinci ve ikinci ayak parmakları arasında boşluk • Eklemlerde hiperfleksibilite 	<ul style="list-style-type: none"> • Düz yüz profili • Eğik palpebral fissürler • Anormal kulaklar • Zayıf moro refleksi • Beşinci parmağın orta falanks displazisi • Simian çizgisi • Hiperfleksibilite • Ensedede katlantı • Pelvis displazisi

2.1.4.2. Mental gerilik

Down Sendromu, mental retardasyonun en yaygın genetik nedenidir. Down Sendromlu bireylerin tamamına yakınında bilişsel bozukluklar görülmektedir. Bireylerin çoğunda Zeka katsayısı (IQ) 50-70 veya 35-50 aralığındadır ve hafif-orta derecede mental retarde olarak sınıflandırılmaktadırlar. Ancak 20-35 IQ seviyesine sahip ciddi bilişsel etkilenimi olan down sendromlu bireyler de bulunmaktadır (Bull 2011, Liogier vd 2015).

Bilişsel etkilenim özellikle sözcük diziminde, sözel kısa süreli ve açık uzun süreli bellekte ortaya çıkmaktadır (Vicari 2004, Lott ve Dierssen 2010). Down Sendromlu bireylerde dil gelişimi akranlarına göre daha yavaş olmaktadır. Bireylerin kendilerini sözcüklerle ifade edebilme yetilerindeki soruların ve söz dizim bozukluklarının mental retardasyonla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu grupta ilk kelime ortalama 18. ayda ortaya çıkmaktadır (Kumin 1996). Down Sendromuna %6 sıklıkla otizm spektrum bozukluğu (%10-15) ve dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu da eşlik etmektedir bu nedenle uygun tarama testleri yapılmalıdır (Dykens 2007).

Mental retardasyon, dikkat becerilerini olumsuz yönde etkilemektedir (Giagazoglou vd 2012, Top 2015). Dikkat, düşünceyi belli bir şey üstünde yoğunlaştırabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bilgi işlemenin ilk aşamasını

oluşturmakta ve öğrenmede önemli rol oynamaktadır. Beyin sapında yer alan bir nükleus olan locus seruleus, parietal korteks ve santral sinir sisteminin birçok bölgesi ile bağlantılıdır ve aynı zamanda seçici dikkat ile ilişkilidir. Bu bölgelerdeki nöronlardan salınan norepinefrin, bazı duyuşal girdilerden iletilen sinyalleri güçlendiren ve zayıf sinyaller arasındaki farkı artıran bir nöromodülatör olarak görev alır. Böylece locus seruleustaki nöronlar, seçici dikkat sürecindeki işlemi geliştirir. Serebral korteksin assosiasyon alanlarında da multisensör nöronlar bulunmaktadır. Beyin sapı nöronları özel bir uyarana dikkat etme ile ilişkili yönelme hareketlerinden sorumluyken, kortikal multisensör nöronlar, uyarının algılanması sürecinde daha çok yer almaktadır.

Down Sendromlu çocuklarda dikkat süresinin azalması, konsantrasyon bozukluğu, hiperaktivite ve dürtüsel davranışlar gibi problemlerle sık karşılaşılmaktadır (Capone vd 2006, Myers ve Pueschel 1991, Cooper vd 2009). Bunlara ek olarak çocuklarda görülen geç motor kazanımlar da mental retardasyonla ilişkilendirilmektedir (Määttä vd 2006). Yapılan çalışmalarda fiziksel aktivitenin çocukların dikkat gerektiren işlerdeki performanslarında artışa neden olduğu gösterilmiştir (Ludyga vd 2016 ve Medina vd 2010).

2.1.4.3. Motor gelişim

Down Sendromlu çocuklarda mental retardasyona genellikle gecikmiş motor gelişim ve azalan motor beceriler eşlik etmektedir. Beyindeki patofizyolojik süreçler, beynin volüm değişiklikleri ve merkezi sinir sisteminin maturasyon bozuklukları, DS'li çocuklarda özellikle yaşamın 6. ayından itibaren gözlemlenmekte ve motor gelişim bozukluklarına neden olmaktadır (Malak vd 2015). Down Sendromlu çocuklarda bilişsel etkilenim dışında konjenital kalp defekti, görme bozuklukları, sosyal kısıtlılıklar ve postural tonus motor gelişimde önemli rol oynamaktadır. Hipotonus ve hiper mobil eklemler; kas ve eklemdaki duyuşal yapılardan gelen proprioseptif geribildirim, ko-kontraksiyon ve postural kontrol üzerinde olumsuz etkiye sahiptir (Dyer vd 1990). Ko-kontraksiyon yetersizliği ve hiper mobilite sonucu eklem stabilitesi azalmaktadır (Davis & Scott Kelso, 1982, Parker ve James 1985, Livingstone ve Hirst 1986). DS'li bireylerde denge reaksiyonları normal gelişim gösteren çocuklara benzer sırada ancak daha yavaş bir hızda gelişmektedir (Shumway-Cook ve Woollacott, 1985). Bu nedenle fonksiyonel problemler yaşamaktadırlar. Yeterli miktarda gelişmeyen denge reaksiyonları yerine çocuklarda kompensatuar reaksiyonlar gelişmektedir. Bu da statik ve simetrik bir motor sisteminin oluşumuna neden olmakta ve böylece motor sistemin rotasyon ve denge parametreleri hatalı bir şekilde gelişmektedir. Postural kontrolün düzenlenmesinde görülen bozukluklar Tablo 2'de gösterilmiştir (Lautenslager ve Vermeer 1998).

Tablo 2. Postural kontrolün düzenlenmesinde görülen bozukluklar (Lauteslager ve Vermeer 1998)

Primer	Azalmış postural tonus
Sekonder	Yetersiz ko-kontraksiyon
	Yetersiz denge reaksiyonları
	Azalmış propriosepsiyon
	Artmış eklem mobilitesi
Sonuç	Duruş ve hareket pozisyonlarını başlatma ve sürdürmedeki sorunlar
	Motor becerilerin niteliksel yönlerinin yetersiz gelişimi
	Yetersiz şekilde uygun motor beceriler

Postural kontrol bozuklukları sonucunda, down sendromlu bireyler aynı motor aktiviteyi gerçekleştirebilmek için normal gelişim gösteren akranlarına göre daha fazla enerji harcamaktadırlar. Normal gelişim gösteren ve Down Sendromlu çocukların motor gelişim basamaklarına ilişkin süreler Tablo 3'te verilmiştir (Cunningham 1982, Davis ve Scott 1982, Winders 1997).

Tablo 3. Down Sendromlu çocuklarda motor gelişim basamakları ve süreleri (Cunningham 1982, Davis ve Scott 1982, Winders 1997)

Motor aktivite	Down Sendromlu çocuklar		Normal gelişim gösteren çocuklar	
	Ortalama yaş (ay)	Aylara göre dağılım	Ortalama yaş (ay)	Aylara göre dağılım
Baş dengesi	5	3-9	3	1-4
Dönme	8	4-12	5	2-10
Desteksiz oturma (>1dk)	9	6-16	7	5-9
Tırmanarak ayağa kalma	15	8-26	8	7-12
Destekli yürüme	16	6-30	10	7-12
Desteksiz ayakta durma	18	12-38	11	9-16
Desteksiz yürüme	19	13-48	12	9-17
Destekli merdiven çıkma	30	20-48	17	12-24
Destekli merdiven inme	36	24-60+	17	13-24
Koşma	48			
Zıplama	48-60			

Gecikmiş motor fonksiyonlar, zihinsel, duygusal ve sosyal gibi gelişim alanlarında yetenek kazanmada gecikmeye neden olabilir (Wang vd 1995). Çocuklar dünyayı nesnelere uzanarak, nesnelere ağızlarına götürerek ve onlara doğru emekleyerek keşfederler (Jurkowska 2001). Ayakta durma ve yürüme yeteneği çocukların ellerini serbest bırakabilmesini ve nesnelere tutabilmelerini sağlamaktadır. Aynı zamanda çocukların nesnelere daha iyi görmelerine katkı sağlar, çünkü baş motor gelişimin önceki aşamalarından daha yüksek konumda tutulabilmektedir. Ayakta durma yeteneği, çocukların dünyayı bağımsız olarak keşfetmesini sağlamaktadır (Wang vd 1995, Jurkowska 2001). Ayakta durma pozisyonu, baş, gövde ve kalça arasında postural hizalama elde edildikten sonra elde edilmektedir (Piper ve Darrah 2010, Pereira vd 2013)

Ayakta durma yeteneği gövdenin hem fleksiyon hem ekstansiyonunu gerektirdiği için DS'li çocuklarda ayakta durmada zorluk görülmektedir. Bu nedenle DS'li çocukların postural hizalamayı geliştirmek, kas tonusu ve simetrisinin doğru dağılımını yapabilmek ve böylece psikomotor gelişim gecikmeyi en aza indirebilmek için fizyoterapi almaları gerekmektedir. Buna ek olarak, ayakta durma pozisyonunu korumak için çocukların vücutlarını dengeli tutabilmeleri gerekir. DS'li çocuklarda serebellar hipoplazi nedeniyle denge reaksiyonları doğru zamanda ve doğru miktarda oluşturulamayabilir (Malak vd 2013).

Çocukların tipik olarak gelişmekte olan bebeklerden daha sonra geliştirdiği diğer bir motor yetenek ise yürümedir. Normal motor gelişim gösteren çocuklar yaşamın 1. yılında ve bazen yaşamın 2. yılında yürümeyi öğrenmektedirler (Brazelton ve Sparrow 2006). Yürüme yeteneği, çocuklara bağımsızlık veren ve bilişsel, sosyal ve sonraki motor gelişimini etkileyen bir motor fonksiyonun bir örneğidir. Çocuk bakımı yürümeye başladıklarında daha kolay olmaya başlamaktadır, çünkü pozisyonlarını değiştirmek için bebekleri sürekli kaldırmaya ve tutmaya gerek yoktur. Yürüme aktivitesi çok iyi bir denge gerektirdiğinden DS'li çocuklar için zor olabilmektedir. Ayrıca hipotoni ve hipermobilitate yürümeyi etkileyen diğer faktörlerdendir (Skallerup 2008, Agiovlasis vd 2009). Down Sendromlu çocuklarda görülen düşük kas tonusu ve postural anormallikler vücut dengesinin gelişmesini geciktirir ve dik pozisyonda denge reaksiyonlarını bozar. Bu durum yürüme yeteneğini geciktirmektedir. DS'li çocuklar normal gelişim gösteren bebeklerden ortalama 1 yıl sonra yürümeye başlamaktadırlar (Ulrich vd 2001). DS'li çocukların özellikle mediolateral yönde yürüme esnasında instabiliteye sahip oldukları ve bu nedenle enerji harcamalarının arttığı bilinmektedir (Ulrich vd 2001). DS'li bireyler engelli olmayan akranlarına göre daha yavaş motor gelişim göstermelerine rağmen birçok egzersize veya sportif aktiviteye katılabilmektedirler (Aksay 2014, Fidler vd 2008).

DS'li çocukların ince ve kaba motor becerilerinin geliştirilmesiyle günlük yaşam aktivitelerine katılımlarında artış sağlanabilir.

2.2. Duyusal İşleme

2.2.1. Gelişim evreleri

Çocukluk döneminde duysal sistemler tarafından algılanan çevresel bilgi merkezi sinir sisteminin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Gelişim süresince yeterli miktarda uygun duysal girdinin mevcut olmaması beyin işlevlerinde anormalliklere ve davranışsal problemlere yol açmaktadır. Beyin gelişimi için yeterli duysal deneyim sağlayabilecek zengin ortamlar ve aktiviteler gereklidir. Çocuklarda bilinçli ve dikkatli bir şekilde düzenlenen fiziksel çevre hareketin başlatılması, dikkatin artması, çevreyle etkileşime geçilmesi ve motor becerilerde artışa katkı sağlamaktadır. İstemli hareketler duysal, algısal ve motor fonksiyonların bir arada çalışmasıyla oluşmaktadır. Duyu nöronları çevreden aldıkları bilgiyi merkezi sinir sistemine iletmekte, ana görevlerinden biri duysal entegrasyonu sağlamak olan merkezi sinir sistemi ise bu bilgileri işlemekte, yorumlamakta ve organize etmektedir. Duysal bilgi yeterli olarak alındığında duruma uygun otomatik yanıtlar oluşturulabilmektedir. İlk kez Ayres tarafından ortaya atılan duysal bütünlük terimi çevreyle etkileşimimizi sürdürürken vücudumuzu etkin kullanabilmemizi sağlayan, vücudumuzdan ve çevreden gelen duysal bilgileri organize etme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Ayres duyu bütünlüğü gelişimini dört düzeyde incelemektedir. Taktil, vestibüler ve proprioseptif duysal sistemler duysal bütünlüğün oluşturulmasında temel yapıtaşlarıdır (Ayres 1979, Smith vd 2007).

Seviye 1'deki duyu bütünlüğünün sağlanmasıyla birlikte 1 yaş itibariyle çocuklarda vücut farkındalığı ve vücut parçalarının nerede olduğunun bilinmesi olarak tanımlanan vücut algısı gelişmeye başlamaktadır. Böylece bilateral bütünlük sağlanmış olur. Seviye 3'te vestibüler sistemde problem olması durumunda çocukların dil gelişiminde sorunlar meydana gelmektedir. Ayrıca bu dönemdeki çocukların görsel bilgileri yorumlama yeteneği, insanlar ve objelerin uzaydaki yerlerini anlama yeteneği ve el-göz koordinasyonu gelişmektedir. Duyusal bütünlüğün gelişim süreci Tablo 4'te özetlenmiştir (Ayres ve Robbins 2005).

Tablo 4. Duyusal bütünlüğün gelişim süreci (Ayres ve Robbins 2005)

Seviye 1 (2 ay-1 yaş)	Seviye 2 (1-3 yaş)	Seviye 3 (3-6 yaş)	Seviye 4 (>6 yaş)
Beş duyu aracılığıyla vücudun değişmesi	Algısal motor temeller (Referans noktanın çevresinden sağlanan inputlar filizlenir)	Algısal motor beceriler (Bir hareket planının oluşması)	Motor planlama ve inputların bütünleşmesi
<ul style="list-style-type: none"> • Taktil sistem • Vestibüler sistem • Propriosepsiyon • Görsel ve işitsel sistem gelişir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vücut farkındalığı • Bilateral koordinasyon • El tercihi • Motor planlama (praksis) • Dikkat süresi • Emosyonel stabilite 	<ul style="list-style-type: none"> • İşitsel algı • İşitme-dil becerisi • Görsel algı (ayırma) • El-göz koordinasyonu (yazma becerisi) • Oküler motor kontrol • Merkez işe dikkat • Postüral düzenleme 	<ul style="list-style-type: none"> • Akademik beceri • Karmaşık motor beceri • Dikkat düzenlemesi • Vücut-beyin özelleşmesi • Benlik saygısı ve özdenetim • Organize davranış

2.2.2. Duyusal entegrasyon teorisi

Duyu bütünlüğü bireylerin anlamlı ve hedefe yönelik davranışlar oluşturabilmesi için çevreden ve vücuttan alınan duyu bilgileri işleme, yorumlama ve organize etme yeteneğidir. Bu nörobiyolojik süreç, organize motor davranışı planlamak ve oluşturmak için bireyin bedeninden ve çevresinden gelen duyu bilginin algılanmasını, yorumlanmasını, entegre edilmesini ve mekansal-zamansal kullanımını sağlamaktadır (Smith vd 2007). Ayres, duyu sistemleri proksimal ve distal sistemler olmak üzere iki ana alt başlıkta incelemektedir (Ayres 1979). Proksimal duyu sistem vestibüler, proprioseptif ve taktil duyulardan, distal duyu sistem görme, işitme, tat ve koku duyularından oluşmaktadır. Duyu işleme süreci normal ilerleyen bir çocuğun gelişim evresinde taktil, vestibüler ve proprioseptif olmak üzere üç temel duyu sistemi önemli yer tutmaktadır (Ayres 1979). Çocukların erken dönemde çevreyle etkileşimlerinde ve gelişim sürecinde proksimal duyu sistemlerinin önemli rolü olduğu düşünülmektedir. Distal duyu ise proksimal duyulara daha geç dönemde önem kazanmaktadır. Proksimal duyu entegrasyonu; adaptif yanıtların oluşturulmasında, postüral kontrolün sağlanmasında ve hareketler sırasında koordinasyon becerisinin gelişmesinde önemlidir. Duyu bütünlüğü tam olmayan çocuklarda gövde ve ekstremiteler

hareketlerinin kontrolünde, oturma, yürüme, koşma gibi motor becerilerde sorunlar ortaya çıkmaktadır (Subramaniam 2009).

2.2.1.1. Taktil sistem

Derideki reseptörler aracılığıyla algılanan taktil duyu ile çevre hakkında bilgi sağlanmaktadır. Diğer duyuvarın gelişiminde önemli rolü olan taktil sistemin uyararın zararlı olduğunu bildiren koruyucu sistem, yararlı ve zararlı taktil uyarar arasındaki farkı ayırt etmemizi sağlayan ayırt edici sistem olmak üzere iki farklı bileşeni bulunmaktadır. Bu duyu uyarılara karşı hangi tür fiziksel, mental ve emosyonel tepki vereceğimizle ilgili duyuusal bilgi sağlamaktadır (Williamson ve Anzalone 2001).

2.2.1.2. Proprioseptif sistem

Proprioseptif sistem vücudumuzun uzaydaki konumu ve hareketi hakkında bilgi sağlamaktadır. Kas, eklem ve tendonlarda bulunan proprioseptörler aracılığıyla duyuusal bilgi algılanmaktadır. Proprioseptif sistem ayrıca ince ve kaba motor kasların gelişimi için önemlidir. Yetersiz proprioseptif sistem, motor planlama yeteneğini ve düğme iliklemek, kaşık-çatal kullanmak gibi ince motor becerileri olumsuz yönde etkilemektedir (Williamson ve Anzalone 2001).

2.2.1.3. Vestibüler sistem

Baş ve gövdemizin uzaydaki konumu hakkında bilgi sağlayan vestibüler sisteme ait reseptörler iç kulakta yer almaktadır. Vestibüler sistem, iç kulağa yerleşmiş birbirine dik yarım daire şeklinde üç semisirküler kanal ve utrikul-sakkül adı verilen otolit organlardan oluşmaktadır. Bu sistemdeki reseptörler hem harekete hem de yer çekimine duyarlıdır ve oluşan reseptör potansiyeller sekizinci kraniyel sinire iletilmektedir. Semisirküler kanaller açısal hareketlere duyarlıyken, otolitler lineer hareketlerle birlikte uyarılırlar (Clarke 1985, Gilman ve Newman 1987). Daha sonra bu reseptör potansiyeller subkortikal beyin sapı vestibüler çekirdekleriyle monosinaptik bağlantılar oluşturularak aktarılmaktadır. Sekonder olarak polisinaptik bağlantılar motor nöron fasilitasyonunu sağlayan ve antigravite kaslarının tonusunu etkileyen vestibülo-spinal traktus ile yapılmaktadır. Bunlara ek olarak merkezi sinir sisteminin daha üst merkezlerini oluşturan serebellum, retiküler informasyon ve okülomotor yollar ile de bağlantılar mevcuttur (Kimm vd 1979, Uinas ve Precht 1972).

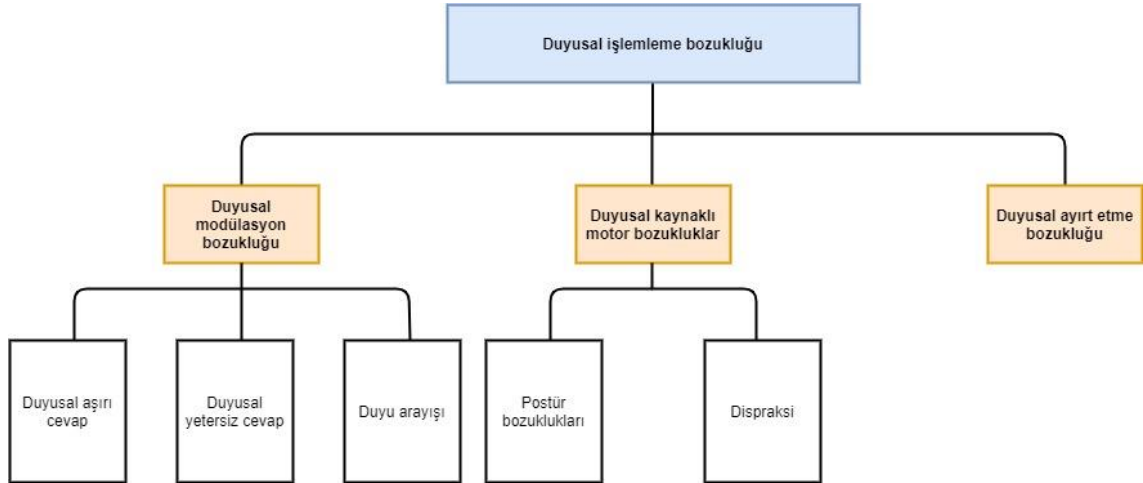
Vestibüler sistem; denge, göz hareketleri, postür, kas tonusu ve dikkati etkileyen bir sistemdir. Gilman ve ark. vestibüler sistemin dinamik ve statik olmak üzere iki ayrı işlevi olduğunu bildirmiştir. Semisirküler kanalların aracılık ettiği dinamik işlevler, başın uzaydaki hareketini algılamakta, utriküllerin aracılık ettiği statik işlevler ise başın ve vücudun uzaydaki konumunun algılanmasını sağlamakta ve postür kontrolünde önemli rolleri bulunmaktadır. Literatürde vestibüler proprioseptif işleme teriminin kullanılmasının sebebi hem görsel bilgilerin hem de kas ve eklemlerden gelen proprioseptif bilgilerin vestibüler sistemle entegre çalışmasıdır (Fisher vd 1991).

Vestibüler sistemden alınan bilginin yorumlanmasındaki problemler, motor planlama yeteneği (praksis) bozuklukları, gravitasyonel (yer çekimi) güvensizlik gibi modülasyon bozukluklarıyla sonuçlanmaktadır (Bundy vd 2002). Vestibüler girdileri içeren subkortikal beyin sapı seviyesi fonksiyonlarının, daha yüksek seviyeli kortikal işlemler için önemli bir temel oluşturduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, beceri edinimi, sıralı, aşamaya özgü öğrenmede önemlidir (Nommensen ve Maas 1993).

2.2.3. Duyusal işleme bozukluklarının sınıflandırılması

Duyu bütünlüğü kişinin kendi vücut algısı ve kontrolü, motor becerileri, akademik beceri ve dikkat gibi üst seviye bilişsel beceriler için temeldir (Myles 2007). Duyu bütünlüme sorunları; bireylerin duyu uyaranları fark etme, yorumlama, organize etme ve duyu uyarana uygun yanıt oluşturma işlemlerinden herhangi birinde bozukluğa bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Miller vd 2007). Duyusal bütünlüme ve işleme süreci bozulduğunda kişinin günlük yaşama uyum sağlaması, insanlara ve nesnelere olan dikkati, emosyonel stabilitesi ve sosyal etkileşimi etkilenmekte, öğrenme güçlüğü görülmektedir (Myles 2007). Bu kişilerde akranlarına göre beklenilmeyen davranış ve adaptif yanıtlar ortaya çıkmaktadır. Erken bebeklik döneminde ortaya çıkarsa motor gelişimde de gecikmeler meydana gelebilir. Duyusal bozuklukların bir sonucu olarak motor planlamada, hareket sıralamasında, akışta bozulmalar görülür (Jorquera Cabrera vd 2017). Amerikan Pediatri Akademisi evrensel kriterler mevcut olmadığı için duyu işleme bozukluğunun tanı olarak kullanılmamasını önermektedir. Amerikan Psikiyatristler Birliğinin sınıflama ve tanı aracı olan Mental Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel Kılavuzu'nda (DSM-5) ayrı bir tanı olarak değil, otizmin tanı kriterlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Duyusal bilgileri tolere etmede veya işlemede zorluk, otizm spektrum bozuklukları, dikkat eksikliği/hiperaktivite bozukluğu, gelişimsel koordinasyon bozuklukları ve çocukluk çağı anksiyete bozuklukları gibi birçok gelişimsel davranış bozukluğunda görülebilen bir durumdur (Zimmer ve Desch 2012). Çocukların duyu işleme eksikliklerini sınıflandırmak amacıyla Duyu Profili olarak adlandırılan standart kriterler

belirlenmiştir. Duyusal Profil, sağlık profesyonellerinin çocukların duyuşsal işleme becerilerini ölçmeleri ve duyuşsal işlemenin çocuğun günlük yaşamındaki fonksiyonel performansları üzerindeki etkisinin belirlenmesi için standart bir yöntem sağlamaktadır (Ermer ve Dunn 1998, Dunn 1999). Miller ve ark. duyuşsal işleme bozukluklarını üç alt grupta incelemektedirler (Şekil 2) (Miller vd 2007).



Şekil 2. Duyusal işleme bozukluklarının sınıflandırılması (Miller vd 2007).

Motor planlama (praksi) yeni öğrenilen hareketleri organize etme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Dispraksi, bilateral bütünleşme ve sıralama ve somatodispraksi olmak üzere iki farklı seviyede incelenmektedir. Duyusal işlemedeki bozukluklar sonucu dispraksi meydana gelebilmektedir. Somatodispraksi; taktil, vestibuler, proprioseptif işleme ile ilgiliyken Bilateral bütünleşme ve sıralamanın; vestibuler, proprioseptif işleme ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Huri vd 2014, Bundy vd 2002). Bilateral bütünleşme ve sıralama bozukluğuna sahip kişiler vücutlarını bilateral bir şekilde koordineli kullanmada ve ardışık motor hareketleri yapmada sorun yaşamaktadırlar (Bundy vd 2002).

2.3. Down Sendromunda Fizyoterapi Yaklaşımları

Down Sendromlu çocuklar, motor kontrol eksikliğinden kaynaklanan sınırlı duyuşsal deneyimin sonucunda duyuşsal entegrasyon problemleri yaşamaktadırlar. Fiziksel, bilişsel ve duyuşsal entegrasyon sorunları, çocukların günlük yaşam aktivitelerindeki fonksiyonel yeteneklerini etkilemektedir (Courage vd 1997, Kokubun 1999, Dolva vd 2004). Down Sendromlu çocuklarda fonksiyonelliği artırmak için en sık kullanılan fizyoterapi yöntemleri nörogelişimsel tedavi yaklaşımlarıdır (Humphries vd 1992, Harris 1981). Mental retarde çocuklarda yapılan çalışmalarda araştırmacılar, farklı uyarım tekniklerini birlikte kullanarak zihinsel ve motor gelişimin uyarıldığını tespit

etmiştir. Gelişimsel problemleri olan çocuklarda duyuşsal bütönlöme terapisi, nörogelişimsel terapi, vestiböler stimölasyon, oyun terapisi, dil-bilişsel yaklaşımlar gibi yaklaşımlar kombine olarak uygulanabilmektedir (Uyanik vd 2003, Jobling ve Cuskelly 2006).

2.3.1. Nörogelişimsel tedavi yaklaşımı

Gelişimsel disfonksiyonu olan çocuklarda en sık kullanılan fizyoterapi yöntemlerinden biri olan Nörogelişimsel Tedavi (NGT) yaklaşımı ilk olarak serebral palsili çocukların tedavisinde kullanılmıştır (Mayo 1991). Daha sonra gelişimsel problemin eşlik ettiği birçok hastalıkta tedavi programına eklenmiştir. NGT yaklaşımı, hipertonic veya hipotonik kasların normal tonus kazanmasına, denge reaksiyonlarının doğru zamanda ve yeterli miktarda açığa çıkmasına, çocukların istemli hareketlerinin fasilasyon ve inhibisyon tekniklerinden yararlanılarak düzenlenmesine odaklanmaktadır (Bobath 1980, Harris 1981).

NGT, nöromotor kontrolün gelişmesi için üç temel bileşen üzerinde çalışmaktadır.

- 1- Postöral tonus
- 2- Refleks ve reaksiyonlar
- 3- Hareket paternleri

NGT, pediatrik rehabilitasyonda aktivite ve katılım seviyelerini optimize ederek yaşam kalitesini artırmayı amaçlayan terapatik bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda primer hedef normal kas tonusunun fasilasyonu, anormal refleks aktivite paternlerini baskılama normal hareket paternlerini açığa çıkarma ve postöral reaksiyonları geliştirmektir. Bunu sağlayabilmek için inhibisyon ve fasilasyon tekniklerinden yararlanılmaktadır (Velickovic ve Perat 2005, Zanon vd 2018). Literatürde NGT'nin postural kontrol, günlük yaşam aktivitelerine katılım ve denge reaksiyonları üzerine olumlu etkileri olduğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Bobath and Bobath 1967, Bobath 1980, Bobath 1990, DeGangi et al. 1983, Ottenbacher et al.1986, Lilly and Powell 1990, Mayston 1992).

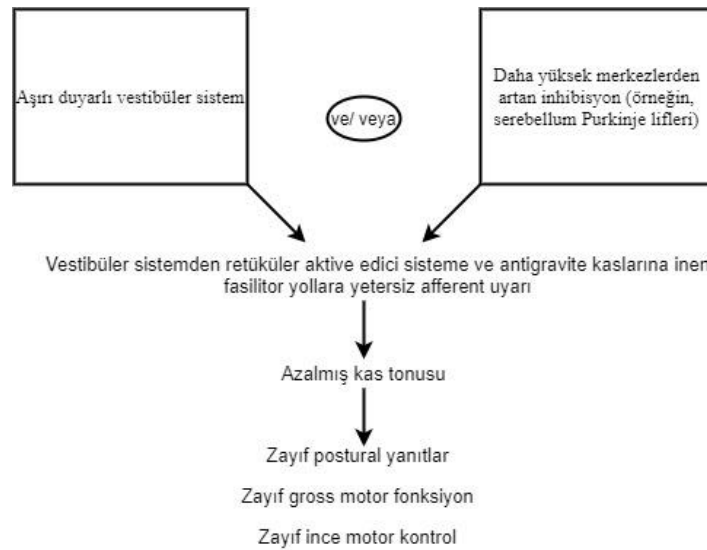
Bobath yaklaşımında çocukların fonksiyonel becerileri gözlemlenir ve analiz edilir. Tedavi programı, bu analize göre bireysel olarak hazırlanır. Fonksiyonel aktivite eğitimi ile tedavinin etkileri artmaktadır. Bu yaklaşımda, önce normal postöral reaksiyonlar ile koordinasyon arasındaki problemlerin tanımlanması gerekmektedir. Otomatik ve istemli aktiviteler için normal postural tonus ve kasların resiprokal etkileşimi önemli rol oynamaktadır (Mayston 1992).

Fonksiyonel ve istemli hareketin temeli olduğu düşünölen otomatik düzeltme, denge ve koruyucu reaksiyonların fasilasyonu fonksiyonel aktivitelere odaklanılarak

yapılmalıdır. Bu şekilde elle uygulanan yöntemler terapist ile engelli çocuk arasında daha fazla etkileşim olmasına olanak sağlar (Mayo 1991).

2.3.2. Duyu bütünleme terapisi

Duyu bütünleme, değişen şartlara uygun adaptif ve fonksiyonel cevapları ortaya çıkarmak amacıyla, kişiye özel programlar halinde uygulanan, duyuşal açıdan zenginleştirilmiş ortamlarda eğlenceli interaktif oyun ve aktivitelerden yararlanan bir rehabilitasyon yaklaşımıdır. Ayres'e göre vestibüler ve diğer duyuşların yetersiz entegrasyonunun intrafüzal kas liflerinin uyarılmasını azalttığını, bunun da kas içiğinde yetersiz tonusla sonuçlandığını ve postüral refleksler, planlı eylemler dahil olmak üzere tüm motor çıktının uygulanmasında sorunlar oluştuğu belirtilmiştir. Bu nedenle, kaba motor, ince motor, dil ve akademik performans için bir ön koşul olarak duyuşal girdinin nöral organizasyonunu ve kas tonusunun normalleşmesini teşvik etmek için uyarlanabilir bir yanıt gerektiren uyarım önerilmiştir. Sinaptik esneklik, yaklaşımın altında yatan temel bir varsayımdır. Duyuşal entegrasyon çerçevesinde düşük kas tonusunun hipotezli nedenleri Şekil 3'te gösterilmiştir (Nommensen ve Maas 1993).



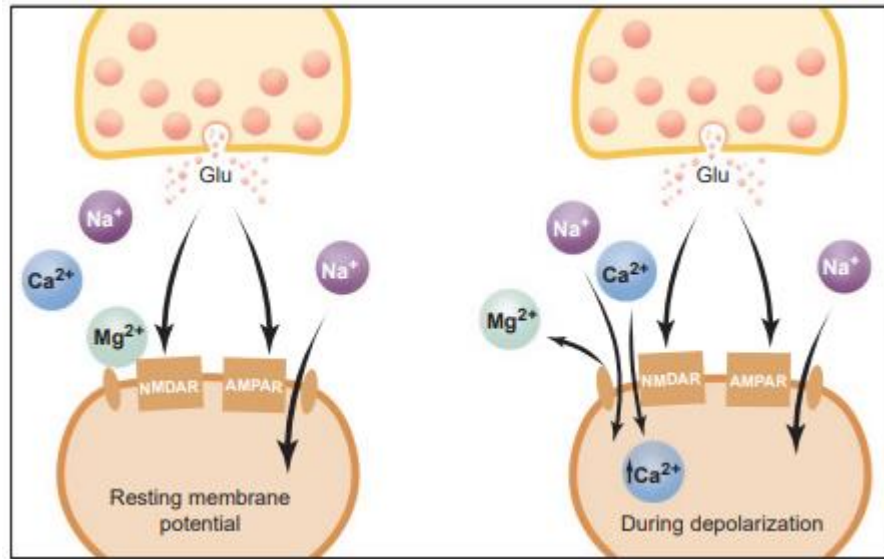
Şekil 3. Duyuşal entegrasyon çerçevesinde düşük kas tonusunun nedenleri (Nommensen ve Maas 1993).

2.3.2.1. Duyu bütünleme ve nöral plastisite

İnsan beynindeki nöronların yapısı sabit değildir; her an değişebilmektedirler. Nöronlar dışarıdan aldığı uyarılara göre her an ya yeni bağlantılar oluştururlar ya da gereksiz bağlantıları koparırlar. Bağlantıların kalıcılığı alınan bilginin ne kadar tekrarlandığına ya

da ne kadar kullanıldığına bağlıdır (Lane vd 2019). Ayres duyu bütünleme terapisi, nöroplastisite ilkesine, yani sinir sisteminin deneyime yanıt olarak değişmesine dayanmaktadır. Çocukların günlük yaşamda bireysel ihtiyaçlarını karşılayabilmesini amaçlayan bu yaklaşım fonksiyon, beceri ve davranışsal gelişime etki etmektedir. Bireysel olarak uyarlanmış sensorimotor aktivitelere aktif katılım, oyun sırasında doğru meydan okumalar gibi deneyimler sonucu meydana gelen nöroplastik değişiklikler yoluyla adaptif davranışları teşvik ettiği bilinmektedir (Lane vd 2019).

Plastisite kavramını açıklayabilmek için hücresel düzeyde meydana gelen pek çok farklı mekanizmadan söz edilmektedir. Öğrenme, özellikle de motor hareketlerin öğrenilmesi sırasında yeni sinapsların oluşumu (sinaptogenezis) ya da mevcut sinapsların yapısında değişikliklerin olması (sinaptik reorganizasyon) ile beyin plastisitesi gelişir. Dışarıdan alınan uyarılar nitelik ya da niceliksel özelliklerine göre nöronal aktivitede bazı değişimlere neden olarak sinaptik iletimde uzun süre etkisini gösterecek değişikliklere yol açabilir. Presinaptik nöronların sık ve şiddetli uyarılması postsinaptik nöronda aksiyon potansiyellerini oluşturur. Zamanla bu sinapslar giderek daha duyarlı hale gelir ve uyarı postsinaptik bölgeye artarak iletilir. Sinaptik iletimde meydana gelen bu uzun süreli artış Uzun Süreli Potansiyasyon (LTP) olarak isimlendirilir. Nöronların yavaş ve zayıf uyarılması ise yine sinapslarda değişimlere yol açarak iletilen uyarının postsinaptik alana azalarak geçmesine neden olur. Uzun Süreli Potansiyasyon olayının tersi olan bu değişim Uzun Süreli Depresyon (LTD) olarak isimlendirilir. Öğrenilecek bilgiye ait uyarıyı taşıyan presinaptik uçtan salınan glutamat, postsinaptik nöronda α -amino-3-hidroksi-5-metil-4-isoksazolpro-pionik asit (AMPA) ve N-metil-D-aspartik asit (NMDA) reseptörlerine bağlanır. Postsinaptik uçta önce AMPA reseptörlerinde depolarizasyon oluşur. Bu depolarizasyon, NMDA reseptörünü bloke eden Mg^{+2} iyonunu reseptörden uzaklaştırır. Ca^{+2} ve Na^{+} iyonları NMDA reseptörleri aracılığı ile post-sinaptik hücreye girer. Hücre içinde artan Ca^{+2} , Ca^{+2} kalmudilin bağımlı protein kinaz 2 (CaMK II)'yi aktive eder. Bu protein kinaz ise AMPA reseptörlerini fosforile ederek; bunların sitoplazmik depolardan postsinaptik uca doğru hareketini (translokasyon) sağlar. Bu şekilde AMPA aktivasyonu, postsinaptik zarın depolarizasyonunu artırır ve NMDA reseptörlerinin işini kolaylaştırarak; hücre içine daha çok Ca^{+2} girişini ve dolayısıyla hücrede oluşacak yeni protein sentezleri için gereken protein kinazların artışını sağlar. Özetle, hücrede artan kalsiyum; AMPA fosforilasyonu ve post-sinaptik hücrede, dentritik dallanmalar ve reseptörlerin artışı için yeni protein sentezleri sonucunda nöral plastisite meydana gelmektedir (Şekil 4). Rehabilitasyon yöntemleri kullanılarak beyinde LTP'ye bağlı olarak yeni sinaptik bağlantılar oluşturulabilir (Hallett 2005).



Şekil 4. Nöral plastisitenin nörofizyolojik mekanizması (Malenka 1999).

Yeni deneyimler ve öğrenme fırsatları sağlayarak girdiyi değiştirmek, gri madde yoğunluğunun artması, anjiyogenez, glial hacim ve nörojenezi içeren beyin değişikliklerine yol açar (Thomas vd 2012). Reynolds ve ark. (2010) hayvanlarla yapılan çevresel zenginleştirme çalışmalarını gözden geçirerek yeni duyuşsal, motor ve bilişsel zorluklarla zenginleştirilmiş ortamlara katılımın “beyinde kalıcı fonksiyonel değişiklikleri başlatabileceğini” raporlamışlardır. Bu araştırmacılar, zenginleştirilmiş çevre ilkelerinin birkaç temel ilkesini de içeren Ayres duyu bütünleme terapisinin nöralplastisiteyi teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Ayrıca çocuklarla yapılan çalışmalarda duyu bütünleme terapisinin, günlük yaşamda önemli bir yeri olan fonksiyon ve katılımı geliştirdiği ortaya konmuştur (Pfeiffer vd 2011, Schoen vd 2019, Schaaf vd 2018).

Duyu bütünleme terapisinde, çocukların büyüme ve gelişmesinde önemli rolü olan ve taktil, vestibüler ve proprioseptif sistem olmak üzere tanımlanan üç ana duyu sisteminin çeşitli yöntemlerle planlı ve kontrollü bir şekilde uyarılarak duyuşsal deneyime, amaca ve hedefe yönelik ve duruma uygun adaptif motor yanıtın açığa çıkması sağlanmaktadır (Williamson ve Anzalone 2001). Duyusal temelli terapiler; vestibüler, proprioseptif, işitsel ve dokunsal girdiler sağlayarak duyuşsal sistemi düzenlediğine inanılan aktiviteleri içermekte ve bu girdileri sağlamak için fırçalar, salıncıklar, toplar ve diğer özel olarak tasarlanmış tedavi veya eğlence ekipmanları kullanılmaktadır. Duyusal sistemlerde gelişim sağlandığında daha üst gelişim basamaklarında da iyileşme meydana gelmektedir.

Beceri kazanmak, duyuşsal bilginin entegrasyonunu gerektirmektedir. Terapist, çocuğun beceri kazanmasını sağlarken sözlü uyarılar, destekleyici görsel uyarılar,

çocuğun pozisyonlanması ve uygun ortamı kullanmaktadır. Becerilerin öğrenilmesinde ilk olarak çocuğu istenen hedefe yönlendirilmesi sağlanmalıdır (Gentile 1992). Ayrıca duyu bütünleme programlarında terapistin rolü, bireylerin uygun motor davranışı göstermelerini sağlamak ve öz bakım, oyun ve okul becerilerini geliştirmelerini sağlamak için çevreden gelen uyarıları düzenlemektir (Troyer 1961).

Duyu bütünleme terapisi başlamadan önce yapılan duysal entegrasyon değerlendirmesi, bireyin duysal-algısal motor davranışlarının analiz edilmesini ve yorumlanmasını sağlamaktadır. Değerlendirme, duysal motor süreç entegrasyonunun, bireyin adaptasyon sürecinin, gelişimsel profilin tanımlanmasından oluşmaktadır (Dengen 1988, Ayres 1989, Ayres 2005). Duysal-motor durum ve çevresel adaptasyonların değerlendirilmesi, müdahale yöntemlerinin ve erken dönem terapötik hedeflerin belirlenmesinde önemlidir. Müdahale planlanırken çocuğun fonksiyonel düzeyi, duysal bütünleme sürecinin gelişimsel durumu göz önüne alınmalı ve tedavi yaklaşımının temel amaçları, müdahale yöntemleri, tedavi programının sıklığı ve ev programları belirlenmelidir. Tedavi programı hastanın seviyesine göre ayarlanmalı aktiviteler basitten zora doğru ilerletilmelidir. Tedavi programı çeşitli uyarıların tanıtılmasını ve bol tekrarı içermelidir. Rehabilitasyon programı normal gelişim gösteren çocuklarda görülen motor gelişim sırası takip edilerek planlanmalıdır. Birey koşma, zıplama, yazma ve okuma gibi kontrol gerektiren davranışlara ulaştığında, görsel, dokunsal, proprioseptif ve vestibüler uyarıların entegrasyon ve sürecinde iyileşme meydana gelmektedir. Tedavi programlarını çocukların oyun aktivitelerine entegre etmek faydalı bir stratejidir. Çocuğun ebeveynleri tarafından sağlanan evde bakım ile duysal ve sosyal gelişim de rehabilitasyon programında önemli bir rol oynamaktadır. Duyu bütünleme terapisinde uygulanan aktivitelerden bazıları Tablo 5'te örnek olarak verilmiştir (Ashori vd 2018, Uyanık vd 2003).

Tablo 5. Duyu bütünlemede kullanılan örnek aktiviteler (Ashori vd 2018, Uyanik vd 2003)

Taktıl duyu için;	Vestibüler duyu için;	Proprioseptif duyu için;
<ul style="list-style-type: none"> • Kucaklama • Basınçla sıkıştırma • Bacakları, elleri ve sırtı ovma • Kum, fasülye, pirince dokunma • Desen çizme • Farklı yüzeylere sahip zeminlerde yuvarlanma • Farklı dokuda kumaşlarla oynama • Tıraş köpüğü ile yapılan çalışmalar 	<ul style="list-style-type: none"> • Salıncakta lineer ve rotasyonel salınımlar • Salıncakta sallanırken yapılan dirençli aktiviteler 	<ul style="list-style-type: none"> • Farklı sertlikteki fırçalarla uyarı sağlamak • Aproksimasyonlar • Pirinç-fasülye dolu kaplarla çalışmak • Top havuzunda oyun • Ağırlık aktarma ve itme-çekme gibi proksimal stabiliteyi artırıcı aktiviteler • Ağırlaştırılmış yelek gibi giysilerin kullanımı • Kompresyon aktiviteleri • Trambolin • Tırmanma • Kaydırdan kayma • Hamburger oyunu

Duyu bütünleme terapisi ile çocuk dış dünyaya uyum sağlamakta ve çevresiyle kurduğu fiziksel, sosyal ve emosyonel etkileşim olumlu yönde etkilenmektedir. Yapılan çalışmalarda, çocuklarda dikkat, davranışsal ve duygusal düzenleme, bilişsel beceriler, regulasyon, okuma bazlı beceriler, sosyalleşme becerileri, benlik saygısı, oyun becerileri, sensorimotor, ince-kaba motor ve motor planlama alanlarında ve işitsel-görsel algı gibi spesifik duyu farkındalıklarında gelişimler raporlanmıştır. Bu terapi yöntemi motor koordinasyonun yanı sıra işitme ve dil becerilerinin gelişimi için de oldukça önemli bir yaklaşımdır (Schoen vd 2019).

2.4. Araştırmanın Hipotezleri

H1: Down Sendromlu çocuklarda nörogelişimsel tedaviye ek olarak uygulanan duyu bütünleme terapisi dikkat ve motor fonksiyonları geliştirir.

H2: Down Sendromlu çocuklarda uygulanan nörogelişimsel tedavi dikkat ve motor fonksiyonları geliştirir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Amaç

Bu çalışma, duyu bütünleme eğitiminin Down Sendromlu çocuklarda motor beceri ve dikkat üzerine etkisini incelemek amacıyla planlandı.

3.2. Çalışmanın Yapıldığı Yer

Çalışma Özel Denizli Yağmur Çocukları Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi'nde gerçekleştirildi. Çalışmaya başlamadan önce Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 31.12.2018 tarih ve 60116787-020/90551 sayılı etik kurul onayı alındı (Ek-5).

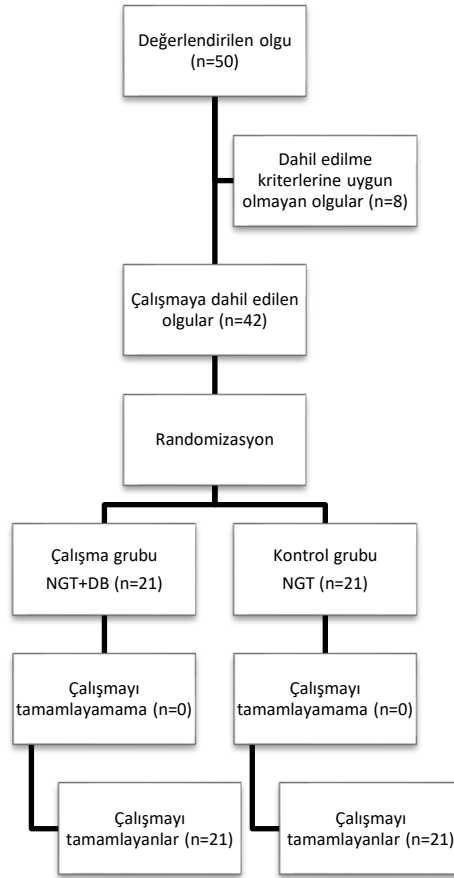
3.3. Çalışmanın Süresi

Bu çalışma Aralık 2018-Aralık 2020 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

3.4. Katılımcılar

Çalışmaya Özel Denizli Yağmur Çocukları Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi'nde Down Sendromu tanısı ile tedavi gören ve çalışmaya katılmayı gönüllü olarak kabul eden olgular alındı. Yapılan güç analizi sonrası çalışmaya 42 olgu (her grup için en az 21 olgu) alındığında %95 güven düzeyinde %80 güç elde edilebileceği hesaplandı (Ashori vd 2018). Çalışmada toplam 50 olgu değerlendirme için davet edildi. Olgulardan 8'i dahil edilme kriterlerine uygun olmadığı için çalışmaya dahil edilmedi. Her iki grupta 21 olgu olacak şekilde olgular SPSS paket programı kullanılarak tabakalama yöntemiyle randomize edilerek çalışma ve kontrol olmak üzere

iki gruba ayrıldı. Çalışmamız, çalışma grubunda 21 olgu ve kontrol grubunda 21 olgu olmak üzere toplam 42 olgu ile tamamlandı. Çalışma grubunda yer alan katılımcılara; her seans 45 dakika haftada iki seans olmak üzere, altı hafta boyunca ve toplam 12 seans nörogelişimsel tedaviye ek olarak altı hafta boyunca haftada iki seans olmak üzere toplamda 12 seans duyu bütünleme tedavisi uygulandı. Kontrol grubuna ise günde 45 dakika, haftada iki seans olmak üzere altı hafta boyunca toplam 12 seans yalnızca nörogelişimsel tedavi uygulandı. Çalışma akış şeması Şekil 5'te özetlendi.



Şekil 5. Çalışmaya ait akış şeması

3.4.1. Gönüllüler için araştırmaya dâhil olma kriterleri

1. Down Sendromundan kaynaklı Rehberlik Araştırma Merkezi raporu almış olmak
2. 7-18 yaş arası olmak
3. Okuma yeteneğine sahip olmak
4. Renkleri tanımak

3.4.2. Gönüllüler için dışlanma kriterleri

1. Herhangi başka nörogelişimsel bozukluk belirtileri göstermek (serabral palsi vb.)
2. Fiziksel aktivitesini engelleyecek ciddi sağlık problemine sahip olmak,
3. Fiziksel aktivitesini engelleyecek alt ve üst ekstremitede herhangi bir cerrahi operasyon geçirmiş olmak
4. İşitme-görme kaybı olmak
5. Çalışma süresince herhangi spor aktivitesine dahil olmak
6. Verilen sözel emirleri yerine getirememek

3.5. Veri Toplama Yöntemleri

Tüm olgular tedavi öncesi ve tedavi sonrası araştırmacı tarafından değerlendirildi. Ölçümlerden önce uygulanacak testler hakkında katılımcılar bilgilendirildi. Katılımcılara ait klinik ve demografik bilgiler veri kayıt formuna kaydedildi (Ek-6). Olgularda motor yeterliliğinin değerlendirilmesi için Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik Testi Kısa Formu (BOT2-KF) kullanıldı (Ek-7). Dikkat parametresinin değerlendirilmesi için Stroop Testi TBAG Formu kullanıldı (Ek-8).

3.5.1. Demografik ve hastalığa ilişkin bilgilerin alınması

Olguların yaş, cinsiyet, boy, kilo, dominant el, eğitim durumu gibi demografik özellikleri, Stroop Testi TBAG Formu, Bruininks-Oseretsky motor yeterlik testi kısa formunu içeren bir değerlendirme formu ile değerlendirildi.

3.5.2. Bruininks-Oseretsky motor yeterlik testi kısa formu

Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik Test bataryası 4-21 yaş aralığındaki çocukların motor fonksiyonlarını değerlendirmek amacıyla kullanılan Türkçe geçerlilik güvenilirliği yapılmış bir testtir (Deitz vd 2007, Köse 2018). Testin Cronbach α katsayısı 0,78 olarak raporlanmıştır. İnce Motor Doğruluk alt testi (ICC=0,57) ve Manuel Beceri alt testinin (ICC=0,74) orta düzeyde, diğer alt testlerin ise son derece güvenilir olduğu belirtilmiştir (ICC>0,8) (Köse 2018). Testin tamamı 45-60 dakika aralığında tamamlanırken, kısa formu 15-20 dakikada tamamlanabilmektedir (Bruininks 2005). Kısa form; ince motor doğruluk, ince motor integrasyon, manuel beceriklilik, bilateral koordinasyon, denge, koşma hızı ve çeviklik, üst ekstremit

koordinasyonu, kuvvet olmak üzere sekiz alt testten ve 14 maddeden oluşmaktadır. Çalışmamızda motor yeterliliğinin değerlendirilmesi için olgularda Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik Testi Kısa Formu (BOT2-KF) kullanıldı.

1-İnce motor doğruluk

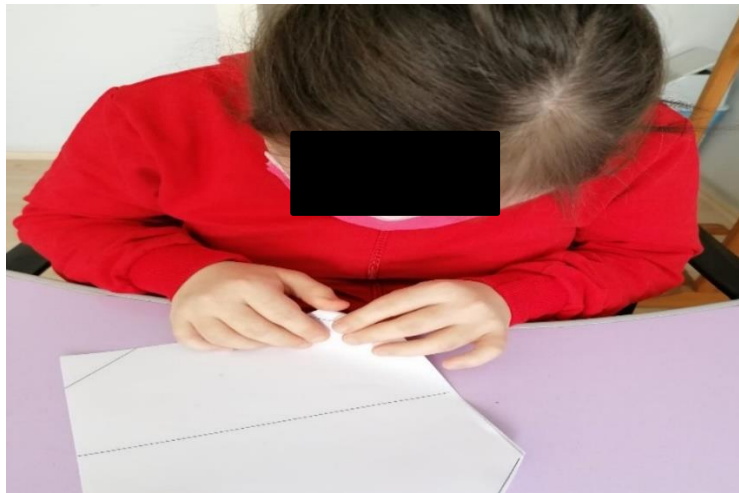
İnce motor doğruluk değerlendirmesi üçüncü ve altıncı testlerin kullanılmasıyla ölçülmektedir.

Test 3: Katılımcıdan kırmızı kalem kullanarak dominant eliyle çizim formunda yer alan kıvrımlı yol boyunca çizgi çizmesi istenir. Çizim formunu 45 dereceden fazla döndürmeye izin verilmez. Test tamamlandıktan sonra yapılan toplam hata sayısı belirlenerek dönüştürme tablosundan puan hesaplanır. Yol boyunca çizgi çizme alt testi Resim 1’de gösterilmiştir.



Resim 1. Yol boyunca çizgi çizme testi

Test 6: Öncelikle araştırmacı kendisine ayrılan kısmı katlayarak çocuğa kağıdı nasıl katlaması gerektiğini öğretir. Daha sonra katılımcıdan geri kalan üç köşeyi ve kağıdın orta bölümünü her iki eli ile kağıt katlaması istenir. Kağıt katlama alt testi Resim 2’de gösterilmiştir.

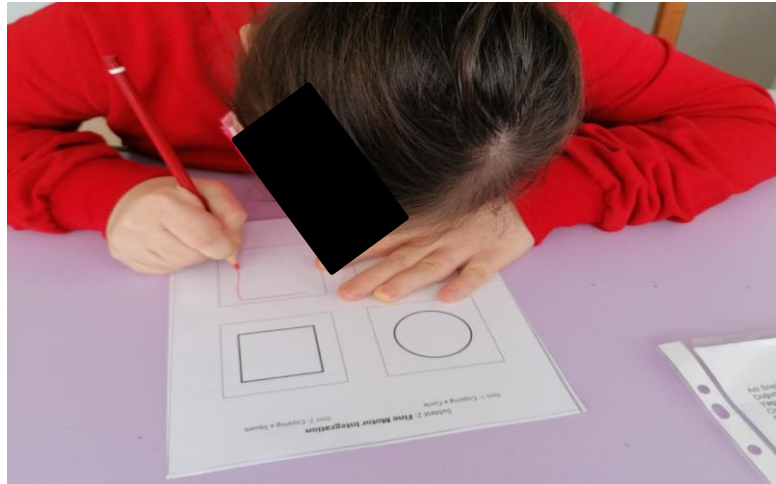


Resim 2. Kağıt katlama testi

2-İnce motor integrasyon

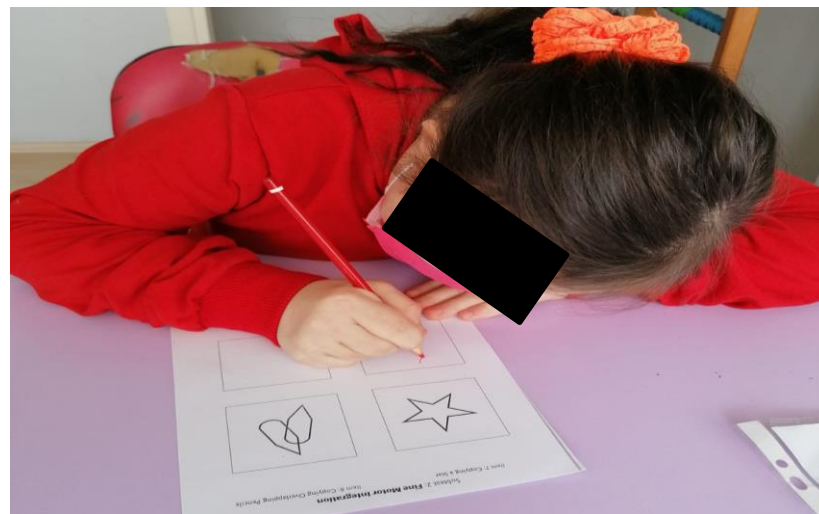
İnce motor integrasyon değerlendirmesi iki ve yedinci testlerin kullanılmasıyla ölçülmektedir.

Test 2: Katılımcıdan kırmızı kalem ile dominant elini kullanarak çizim kağıdında yer alan kare şeklini büyüklük ve şekil olarak olabildiğince benzer şekilde kopyalaması istenir. Test tamamlandığında kopyalanan şeklin orijinale benzerliği, çizgi uçlarının kapanıp kapanmadığı veya normalden uzun çizilmiş olması, şeklin konum ve boyuna ilişkin özellikler incelenerek puanlama yapılır. Kare kopyalama alt testi Resim 3'te gösterilmiştir.



Resim 3. Kare kopyalama testi

Test 7: Katılımcıdan kırmızı kalem ile dominant elini kullanarak yıldız şeklini boyut ve şekil olarak olabildiğince benzerini kopyalaması istenir. Kare kopyalama testinde olduğu gibi kopyalanan yıldız şeklinin orijinale benzerliğine ilişkin özellikler incelenerek puanlama yapılır. Yıldız kopyalama alt testi Resim 4'te gösterilmiştir.

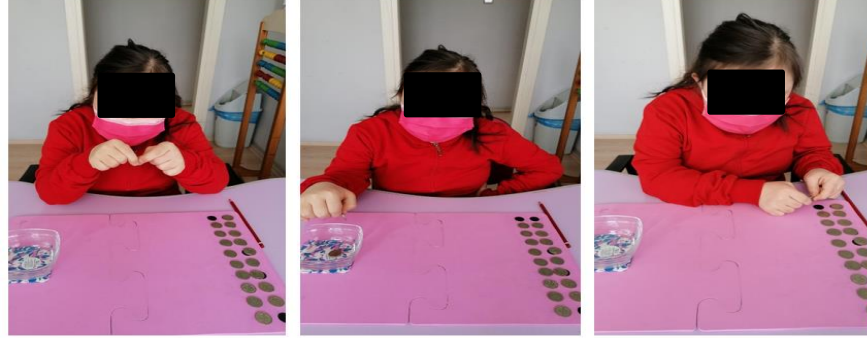


Resim 4. Yıldız kopyalama testi

3-Manuel beceriklilik

Manuel becerikliliğin değerlendirmesi ikinci testin kullanılmasıyla ölçülmektedir.

Test 2: Katılımcıdan 15 saniye süresince istediği sıradaki bozuk paradan başlayarak dominant eli ile bozuk parayı alması, dominant olmayan ele transfer etmesi ve kırmızı para kutusunun içerisine atması istenir. Kutunun içerisine verilen kurallara uygun olarak koyduğu para adedi belirlenerek puanlama yapılır. Bozuk para aktarımı alt testi Resim 5'te gösterilmiştir.



Resim 5. Bozuk para aktarımı testi

4-Bilateral koordinasyon

Bilateral koordinasyon değerlendirmesi üç ve altıncı testlerin kullanılmasıyla ölçülmektedir.

Test 3: Başlangıçta katılımcıdan dominant bacak ve aynı taraftaki elini öne doğru uzatması istenir. Dominant olmayan bacak ve aynı taraftaki el ise geriye yerleştirilir. Her sıçramada dominant olmayan bacak ve aynı taraftaki kolunu öne getirmesi istenirken, dominant bacak ve aynı taraftaki kolu geriye alması istenir. Art arda beş sıçrama hareketi yaptırılarak tam ve doğru şekilde yapılan sıçrama sayısı belirlenerek puanlama yapılır. Aynı taraftaki kol ve bacak ile senkronize zıplama Resim 6'da verilmiştir.



Resim 6. Aynı taraftaki kol ve bacak ile senkronize zıplama testi

Test 6: Katılımcı bir masa başına oturtularak ilk önce elinin işaret parmağı ve aynı taraftaki ayağıyla yere vurması, daha sonra diğer elinin işaret parmağı ve aynı taraftaki ayağı ile yere vurması istenir. Bu hareketleri 10 kez akıcı bir şekilde yapması gerektiği belirtilir. Test tamamlandığında 10 tekrarlı vuruş süresince yaptığı doğru vuruşlar belirlenerek puanlama yapılır. Aynı taraf senkronize bir şekilde ayak ve parmak vuruşu alt testi Resim 7’de verilmiştir.



Resim 7. Aynı taraf senkronize bir şekilde ayak ve parmak vuruşu testi

5-Denge

Denge parametresi iki ve yedinci testlerin kullanılmasıyla ölçülmektedir.

Test 2: Başlangıçta katılımcının dominant ayağı düz yürüme çizgisine paralel ve çizginin üzerinde olacak şekilde iki ayağını yan yana koyması sağlanır. Daha sonra ellerini beline yerleştirmesi ve düz bir yürüme hattı boyunca karşıya bakarak normal yürüyüş hızında yürümesi istenir. Altı adım tamamlandığında test bitirilir ve çizgiden taşmayan adımlar değerlendirilmeye alınarak puanlanır. Düz çizgi üzerinde ileri yürüme alt testi Resim 8’de gösterilmiştir.



Resim 8. Düz çizgi üzerinde ileri yürüme testi

Test 7: Başlangıçta katılımcının dominant ayağını denge tahtası üzerine koyması, dominant olmayan ayağı ise yere paralel olacak şekilde 90 derece fleksiyona getirmesi sağlanır. Daha sonra katılımcıdan gözleri açık bir şekilde, karşıya bakarak dominant ayağı ile denge tahtasında 10 saniye durması istenir. Denge tahtası üzerinde durabildiği süre kronometre yardımıyla saniye cinsinden ölçülerek puanlama yapılır. Denge tahtası üzerinde gözler açık dominant bacak üzerinde durma testi Resim 9'da gösterilmiştir.



Resim 9. Denge tahtası üzerinde gözler açık dominant bacak üzerinde durma testi

6-Koşma hızı ve çeviklik

Koşma hızı ve çeviklik parametresi üçüncü testin kullanımıyla ölçülmektedir.

Test 3: Başlangıçta katılımcının dominant bacağı üzerinde durması, dominant olmayan bacağı 90 derece fleksiyona alarak yukarıda tutması sağlanır. Daha sonra katılımcıdan ellerini beline yerleştirmesi ve dominant ayağı üzerinde 15 saniye boyunca zıplaması istenir. Test tamamlandığında 15 saniye süresince doğru şekilde yapılan hoplama sayısı belirlenerek puanlama yapılır. Dominant bacak üzerinde zıplama alt testi Resim 10'da verilmiştir.



Resim 10. Dominant bacak üzerinde zıplama testi

7-Üst ekstremité koordinasyonu

Üst ekstremité koordinasyonu bir ve altıncı testlerin uygulanmasıyla ölçülmektedir.

Test 1: Başlangıçta katılımcı iki eliyle topu vücudunun önünde tutar. Daha sonra topu yere bırakır ve top yerde bir kez sektikten sonra iki eliyle topu yakalaması ve bunu beş kez tekrarlaması istenir. Doğru yaptığı tutuşların sayısı belirlenerek puanlama yapılır. Topu iki eller yakalama alt testi Resim 11'de gösterilmiştir.



Resim 11. Topu iki elle yakalama testi

Test 6: Başlangıçta katılımcı dominant eli ile topu vücudunun önüne doğru uzatır. Daha sonra topu yere bırakır ve dominant olmayan eliyle topu sektirmesi istenir. Topu art arda iki elini sırayla kullanarak 10 kez zıplatması gerekmektedir. Doğru bir şekilde yaptığı top sektirme hareketlerinin sayısı belirlenerek puanlama yapılır. Topu art arda sırasıyla iki elle sektirme alt testi Resim 12’de verilmiştir.



Resim 12. Topu art arda sırasıyla iki elle sektirme testi

8-Kuvvet

Kuvvet parametresi iki ve üçüncü testlerin uygulanmasıyla ölçülmektedir.

Test 2: Katılımcıdan eller omuz genişliğinde açık, boyun-sırt-kalça düz bir hat oluşturacak şekilde, dizler tercihe bağlı olarak fleksiyonda çaprazlanmış veya düz olacak pozisyonda olacak şekilde 30 saniye süresince şınav çekmesi istenmektedir. Kurallara uygun çekilen şınav sayısı belirlenerek puanlama yapılır. Şınav çekme alt testi Resim 13’te gösterilmiştir.



Resim 13. Şınav çekme testi

Test 3: Katılımcının başlangıçta sırtüstü yatması, ellerini avuç içleri yukarı bakacak şekilde vücudunun yanında, dizler 90 derece fleksiyona alınarak çengel pozisyonunu alması sağlanır. Daha sonra katılımcıdan 30 saniye boyunca mekik çekmesi istenmektedir. Test sonunda kurallara uygun şekilde çekilen toplam mekik sayısı hesaplanır ve puanlama buna göre yapılır. Mekik çekme alt testi Resim 14'te gösterilmiştir.



Resim 14. Mekik çekme testi

3.5.3. STROOP testi

Stroop testi ilk olarak Stroop tarafından geliştirilmiş, daha sonra testin çeşitli formları düzenlenmiştir (Stroop 1935). Stroop Testinin BİLNOT Bataryası kapsamında yer alan Türk Formu, orijinal Stroop Testi ile Victoria Formunun birleşiminden oluşturulmuştur. Türk Formunun adına, TÜBİTAK'ın BİLNOT Bataryası

projesini destekleyen Temel Bilimler Araştırma Grubuna (TBAG) ithafen, Stroop Testi TBAG Formu adı verilmiştir (Karakas vd 1999). Stroop Testi algısal yeteneği, değişen talepler doğrultusunda ve bir “bozucu etki” altında değiştirebilme becerisini; alışılmış bir davranış örüntüsünü bastırabilme ve olağan olmayan bir davranışı yapabilme yeteneğini ayrıca dikkati ölçmektedir. Test daha çok sol frontal lob ve özellikle orbitofrontal korteks hasarına duyarlıdır (Karakas vd 1999). Stroop Testi TBAG Formu literatürde değişik hasta gruplarında ve sağlıklı bireylerde geçerlilik güvenilirlik çalışmaları yapılmış yaygın kullanılan bir testtir (Kılıç vd 2002).

Test için dört adet uyarıcı kart, kayıt formu, test uygulayıcısı tarafından kullanılan kurşun kalem, silgi ve kronometre gerekmektedir. Stroop Testi TBAG Formu 14,0x21,5 cm boyutlarında dört adet beyaz karttan oluşmaktadır. Her kartın üzerinde sıralanmış dörder maddeden oluşan altı satır bulunmaktadır. Bu kartlar testin “uyarıcı” maddelerini içermektedir. Birinci kartın üzerinde siyah olarak basılmış renk isimleri (mavi, yeşil, kırmızı ve sarı kelimeleri) bulunmaktadır. İkinci kartta mavi, yeşil, kırmızı ve sarı renklerde basılmış renk isimleri (mavi, yeşil, kırmızı ve sarı kelimeleri) bulunmaktadır. Bu kartta, her kelimenin basımında kullanılan renk, kelimenin ifade ettiği renkten farklıdır. Üçüncü kartta mavi, yeşil, kırmızı ve sarı renklerde basılmış 0,4 cm çapında daireler bulunmaktadır. Dördüncü kartta ise mavi, yeşil, kırmızı ve sarı olarak basılmış renk ismi olmayan nötr kelimeler (kadar, zayıf, ise ve orta) bulunmaktadır (Karakas vd 1999).

Uygulama beş bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler ve ilgili kartlar, uygulama sıralarına göre aşağıdaki gibidir (Resim 15):

1. Renk isimlerine ilişkin, siyah olarak basılmış kelimeleri okuma (1. Kart)
2. Renk isimlerine ilişkin, renkli olarak basılmış kelimeleri okuma (2. Kart)
3. Şekillerin rengini söyleme (3. Kart)
4. Renkli olarak basılmış renk ismi olmayan kelimelerin rengini söyleme (4. Kart)
5. Renkli olarak basılmış, renk isimlerine ilişkin kelimelerin rengini söyleme (2. Kart)

Stroop Testi TBAG Formunun her bölümü “Başlayın” komutunun verilmesinden bölümün son maddesinin okunmasına/söylenmesine kadar geçen süre, hata sayısı ve düzeltilen tepki sayısı olmak üzere üç şekilde puanlanmaktadır (Jensen 1965).



Resim 15. Stroop testi uygulaması

3.6. Çalışmada Uygulanan Tedavi Yöntemleri

Çalışma grubuna; günde 45 dk nörogelişimsel tedavi ve buna ek olarak 45 dk duyu bütünleme uygulaması haftada 2 seans olmak üzere, 6 hafta boyunca toplamda 12 seans uygulandı.

NGT her iki grup için; olguların fizyoterapi değerlendirmesi yapılmasının ardından belirlenen bireysel ihtiyaçlara göre planlandı.

Duyu bütünleme eğitim programı; duyu bütünleme teorisinde temel duylar olarak nitelendirilen taktil, proprioseptif ve vestibüler eğitimi içeren aktiviteler olarak dizayn edildi.

Kontrol grubuna ise; yalnızca NGT günde 45 dk olacak şekilde haftada 2 seans olmak üzere, 6 hafta boyunca ve toplam 12 seans tedavi uygulandı.

3.6.1. Nörogelişimsel tedavi

NGT programı; yapılan değerlendirme sonuçlarına göre belirlenen kısıtlılıklar göz önünde bulundurularak bireye özgü olacak şekilde planlandı ve uygulandı. NGT program içeriği Tablo 6'da özetlenmiştir.

Tablo 6. Çalışmada kullanılan nörogelişimsel tedavi programı

1. Postural kontrol çalışmaları
2. Gövde ekstansiyon ve rotasyonunu fasilite eden egzersizler
3. Farklı pozisyonlarda (oturma, emekleme, dizüstü ve ayakta durma) ağırlık aktarma egzersizleri
4. Ayna karşısında statik ve dinamik denge egzersizleri
5. Denge tahtası ve bosu ball ve trambolin üzerinde denge eğitimi
6. Swissball üzerinde koruyucu reaksiyon çalışma egzersizleri
7. Tek ayak üzerinde duruş eğitimi
8. Farklı yüzeylere sahip zeminlerde ve destek yüzeyi daraltılarak (çift ayak-yarı tandem-tandem) yürüme eğitimi
9. Merdiven inip-çıkma egzersizleri
10. Düğme ilikleme, giyinme, kaşık-çatal kullanımı gibi üst ekstremitelerin kullanımını gerektiren günlük yaşam aktivitelerine ilişkin eğitim

Örnek vaka:

Silindir yastık üzerinde gövde rotasyonu çalışması;

Olgulardan gövdeleri dik, silindir yastık üzerinde oturma pozisyonundayken her iki el ile sağ veya sol taraftan aldığı topu zıt tarafta bulunan basket potasına atmaları istendi. Bu egzersiz ile gövde rotasyonu, pelvisten ağırlık aktarımı, kavrama, uzanma ve fırlatma çalışılması hedeflendi. Topların büyüklükleri ve ağırlıkları artırılarak, basket potasının uzaklığı ve yüksekliği değiştirilerek progresyon sağlandı.

3.6.2. Duyu bütünleme eğitimi

Duyu bütünleme eğitimi bireysel farklılıklar göz önünde bulundurularak; proprioseptif, vestibüler, taktil duyular aracılığıyla duyu girdisi sağlamak ve merkezi sinir sisteminde nöral plastisite oluşturabilmek için amaca yönelik, çok tekrarlı çocuğun aktif katılımını gerektiren oyun içeren aktivitelerden oluşturuldu ve uygulandı. Duyu bütünleme eğitimi Tablo 7’de özetlenmiştir.

Tablo 7. Çalışmada kullanılan duyu bütünleme eğitimi programı

1. Tüm eklemlere aproksimasyon
2. Salıncak ile lineer sallanma
3. Trambolinde zıplama
4. Nesnelere itme-çekme
5. Yokuş yukarı tırmanma ve aşağı doğru geri yuvarlanma
6. Engelli parkurlarda oyun oynama
7. Yastıklardan yapılmış yumuşak bir yolda dengede kalarak emekleme veya yürüme
8. Farklı boyut ve yüzeylere sahip cisimlerle dolu kutulardan nesne bulma

Örnek vaka:

Karşılıklı top atma çalışması;

Çalışma grubundaki olgulardan her iki el ile atılan topu tutması ve belirlenen hedefe doğru atması istendi. Olguların ayaklarının altındaki zemin yumuşaklığı sertten yumuşağa doğru değiştirilerek ve topun büyüklüğü, yüzeyi (düz-tırtıklı), ağırlığı değiştirilerek egzersizde progresyon sağlandı. Bu egzersiz ile taban altı basınç duyusunun uyarılması, farklı duyuşal girdilerin el ve ayak tabanından iletilmesi amaçlandı.

3.7. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için SPSS 22.0 yazılım programı kullanıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testleri ile incelendi. Sürekli değişkenler hem ortalama \pm standart sapma hem de median ve çeyrekler arası 25/75 (IQR 25/75) olarak verildi. Kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak gösterildi. Parametrik test varsayımları sağlanmadığından bağımsız grup farklılıklarının karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi, bağımlı grup farklılıklarının karşılaştırılmasında ise Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi kullanıldı. Ayrıca sürekli değişkenlerin arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizleriyle ve kategorik değişkenler arasındaki farklılıklar ise Ki Kare Analizi ile incelendi. İstatistik anlamlılık düzeyi olarak $p < 0,05$ alındı.

4. BULGULAR

4.1. Katılımcıların Demografik Karakteristiklerinin Karşılaştırılması

Araştırma 21 tedavi ve 21 kontrol olmak üzere toplam 42 katılımcı ile tamamlandı. Çalışma grubu (Grup 1); 10 (%47,6) kadın, 11 (%52,4) erkekten oluşurken; kontrol grubu (Grup 2) 12 (%57,1) kadın, 9 (%42,9) erkek olgudan oluşmaktaydı. Çalışma grubundaki bireylerin yaş ortalaması $12,38 \pm 3,51$ yıl; kontrol grubundaki bireylerin yaş ortalaması $12,57 \pm 2,89$ yıl olarak belirlendi. Beden kitle indeksleri (BKİ) incelendiğinde çalışma grubundaki bireylerin BKİ ortalamaları $26,05 \pm 3,29$ kg/m², kontrol grubundaki bireylerin BKİ ortalamaları $27,48 \pm 2,34$ kg/m² olarak hesaplandı. Her iki grup arasında cinsiyet, yaş, boy uzunluğu, kilo değerleri ve beden kitle indeksleri açısından fark yoktu ($p > 0,05$). Çalışma grubundaki bireylerin 19'u (%90,50) sağ dominant ve 2'si (%9,50) sol dominant iken, kontrol grubundaki bireylerin 18'i (%85,7) sağ dominant ve 3'ü (%14,3) sol dominantti. Gruplar arasında bireylerin dominant ekstremitte dağılımları benzer bulundu. Ayrıca grupların eğitim düzeylerinin dağılımının da benzer olduğu görüldü ($p > 0,05$). Olguların demografik özelliklerine ilişkin veriler Tablo 8 ve Tablo 9'da özetlenmiştir.

Tablo 8. Gruplara göre demografik verilerin karşılaştırılması

		Grup 1		Grup 2		p*
		n	%	n	%	
Cinsiyet	Kadın	10	47,6	12	57,1	0,757
	Erkek	11	52,4	9	42,9	
Dominant Taraf	Sağ	19	90,5	18	85,7	0,634
	Sol	2	9,5	3	14,3	
Eğitim Durumu	İlköğretim	9	42,9	5	23,8	0,422
	Ortaöğretim	7	33,3	9	42,9	
	Lise	5	23,8	7	33,3	

Grup 1: Çalışma grubu, Grup 2: Kontrol grubu, n: olgu sayısı, %: yüzde, *Ki kare testi, $p < 0,05$

Tablo 9. Gruplara göre yaş, boy, kilo ve VKİ değişkenlerinin karşılaştırılması

		n	X±SS	Median (IQR 25/75)	p
Yaş	Grup 1	21	12,38±3,51	13 (10/15)	0,860
	Grup 2	21	12,57±2,89	13 (10/15)	
Boy	Grup 1	21	133,38±19,19	135 (120/149)	0,880
	Grup 2	21	131,62±17,63	132 (114/142)	
Kilo	Grup 1	21	47,43±15,40	45 (34/55)	0,669
	Grup 2	21	48,14±12,39	46 (36/57)	
VKİ	Grup 1	21	26,05±3,29	25,78 (23,90/27,21)	0,053
	Grup 2	21	27,48±2,34	27,22 (25,71/29,08)	

p<0,05, *:Mann-Whitney U testi, Grup 1: Vaka grubu, Grup 2: Kontrol grubu, n: olgu sayısı, X: ortalama, SS: Standart sapma, IQR 25/75: Çeyrekler arası aralık

4.2. Katılımcıların Başlangıç Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

Çalışma ve kontrol gruplarının başlangıç değerlendirmesinde STROOP testinde elde ettikleri skora ait median, çeyrekler arası aralık değerleri, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 10'da yer almaktadır. İstatistik analiz sonucu başlangıç değerlendirmesinde gruplar arasında STROOP testi sonuçları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görüldü. Gruplar bu açıdan benzerdi (Tablo 10) (p>0,05).

Çalışma ve kontrol gruplarının başlangıç değerlendirmesinde Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik testinde elde ettikleri skora ait median, çeyrekler arası aralık değerleri, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 11'de özetlendi. Yapılan İstatistik analize göre başlangıç değerlendirme sırasında gruplar arasında BOT2-KF sonuçları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görüldü. Tedavi öncesi grupların BOT2-KF'nin total skorlarının dağılımı birbirine benzerdi (Tablo 11) (p>0,05).

Tablo 10. Grupların tedavi öncesi STROOP testi sonuçlarının karşılaştırılması

Test	Grup 1 (tedavi) (n=21)		Grup 2 (kontrol) (n=21)		p*
	Median (IQR 25/75)	X±SS	Median (IQR 25/75)	X±SS	
STROOP 1					
Süre (saniye)	52,0 (35,0/80,0)	63,10±40,82	51,0 (35,0/77,5)	61,57±40,23	0,910
Hata Sayısı	0,0 (0,0/1,0)	0,71±1,31	1,0(0,0/1,0)	0,86±1,15	0,253
Düzeltilme Sayısı	0,0 (0,0/2,0)	1,00±1,45	1,0 (0,0/2,0)	1,14±1,11	0,334
STROOP 2					
Süre (saniye)	49,0 (38,0/84,0)	60,52±36,690	55,0 (37,0/79,5)	61,71±33,29	0,801
Hata Sayısı	1,0 (0,0/2,0)	1,19±1,289	1,0 (0,0/2,0)	1,19±1,03	0,833
Düzeltilme Sayısı	1,0 (0,5/2,5)	1,52±1,209	1,0 (1,0/2,0)	1,38±1,02	0,744
STROOP 3					
Süre (saniye)	36,0 (25,0/52,0)	43±21,24	38,0 (29,0/51,0)	42,76±20,33	0,801
Hata Sayısı	1,0 (0,0/2,0)	1,76±3,19	1,0 (1,0/2,0)	1,86±3,14	0,631
Düzeltilme Sayısı	1,0 (0,0/2,0)	1,14±1,20	1,0 (1,0/2,0)	1,24±0,89	0,536
STROOP 4					
Süre (saniye)	52,0 (41,5/77,0)	61,19±27,14	57,0 (45,0/89,5)	65,67±30,85	0,624
Hata Sayısı	1,0 (0,0/2,0)	0,95±1,02	1,0 (0,5/2,0)	1,14±0,91	0,426
Düzeltilme Sayısı	1,0 (0,5/2,0)	1,43±1,33	1,0 (1,0/2,0)	1,57±1,08	0,507
STROOP 5					
Süre (saniye)	60,0 (48,0/81,5)	67,95±34,33	72,0 (55,0/89,0)	72,33±30,00	0,513
Hata Sayısı	3,0 (1,5/5,0)	3,57±2,71	3,0 (2,0/4,0)	2,81±1,44	0,540
Düzeltilme Sayısı	2,0 (0,5/2,0)	1,48±1,08	2,0 (1,5/3,0)	2,05±0,87	0,080
STROOP Toplam					
Süre (saniye)	264,0 (200,5/354,0)	301,48±142,27	289,0 (206,0/385,5)	305,33±136,95	0,792
Hata Sayısı	7,0 (4,0/11,5)	8,19±6,01	6,0 (4,5/9,5)	7,86±5,77	0,762
Düzeltilme Sayısı	5,0 (3,0/10,5)	6,62±5,04	7,0 (4,0/11,5)	7,38±3,69	0,426

$p < 0,05$; *: Mann-Whitney U testi, n: olgu sayısı, IQR 25/75: Çeyrekler arası aralık, X: Ortalama, SS: Standart sapma, STROOP 1: Siyah olarak basılmış kelimeleri okuma, STROOP 2: Renkli olarak basılmış kelimeleri okuma, STROOP 3: Şekillerin rengini söyleme, STROOP 4: Renkli olarak basılmış renk ismi olmayan kelimelerin rengini söyleme, STROOP 5: Renkli olarak basılmış renk isimlerine ilişkin kelimelerin rengini söyleme

Tablo 11. Grupların tedavi öncesi Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik skorlarının karşılaştırılması

Test	Grup 1 (tedavi) (n=21)		Grup 2 (kontrol) (n=21)		p*
	Median (IQR 25/75)	X±SS	Median (IQR 25/75)	X±SS	
İnce motor doğruluk	5,0 (3,0/7,0)	5,29±2,63	5,0 (5,0/6,0)	5,33±1,62	0,969
İnce motor integrasyon	3,0 (2,0/4,5)	3,57±2,27	3,0 (3,0/4,5))	3,67±1,77	0,757
EI becerisi	3,0 (2,0/3,5)	2,62±1,16	3,0 (2,0/3,0)	2,62±1,20	0,927
Bilateral koordinasyon	3,0 (1,0/5,0)	2,90±2,17	3,0 (1,0/5,0)	2,86±1,80	0,918
Denge	3,0 (2,0/5,0)	3,29±1,71	4,0 (2,0/4,0)	3,33±1,32	0,717
Koşma hızı ve çeviklik	3,0 (1,5/5,0)	3,24±1,95	3,0 (2,0/5,0)	3,24±1,58	0,868
Üst ekstremitte koordinasyonu	4,0 (2,0/6,5)	4,33±2,83	4,0 (2,5/6,5)	4,24±0,02	0,970
Kuvvet	5,0 (4,0/7,0)	5,24±1,76	5,0 (4,0/6,0)	5,19±1,25	0,878
Toplam Skor	31,0 (20,0/37,5)	30,48±12,57	31,0 (25,5/35,5)	30,48±7,31	0,678
İnce manuel kontrol	10,0 (5,5/11,0)	8,86±4,23	9,0 (7,5/10,5)	9±2,61	0,990
Manuel koordinasyon	7,0 (4,0/10,0)	6,95±3,60	7,0(4,0/10,0)	6,86±2,73	0,899
Vücut koordinasyonu	5,0 (3,5/9,0)	6,19±3,61	7,0 (3,5/8,5)	6,19±2,80	0,704
Kuvvet ve çeviklik	9,0 (6,0/10,5)	8,48±3,14	9,0 (7,0/10,0)	8,43±1,96	1,000

*: $p < 0,05$; Mann-Whitney U testi, n: olgu sayısı, IQR 25/75: Çeyrekler arası aralık, X: ortalama, SS: Standart sapma

4.3. Katılımcıların Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası STROOP Testi Skorlarının Karşılaştırılması

Grupların tedavi önce ve sonrası STROOP değerlerine ilişkin veriler Tablo 12 ve Tablo 13'te özetlendi. Çalışma grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası STROOP testi skorları karşılaştırıldığında; toplam süre, toplam hata sayısı ve toplam düzeltme sayısında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu saptandı ($p<0,001$; $p<0,001$; $p=0,001$). Alt testlere göre inceleme yapıldığında birinci alt testin hata sayısı değerlendirmesi ve beşinci alt testin düzeltme sayısı skorları hariç tüm alt değerlendirmelerde tedavi sonrası istatistiksel olarak anlamlı fark görüldü ($p<0,05$) (Tablo 12).

Kontrol grubunda ise toplam süre ve toplam hata sayısında anlamlı bir azalma görülürken, toplam düzeltme sayısında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmedi ($p<0,001$; $p=0,001$; $p>0,05$). Alt testlere göre inceleme yapıldığında analiz edilen tüm alt değerlendirmeleri tamamlama süreleri açısından anlamlı istatistiksel olarak fark görülürken ($p<0,05$), üçüncü ve beşinci alt testlerin hata sayısı değerlendirmeleri açısından tedavi sonrası ve tedavi öncesi skorlar arasından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ($p<0,05$). Ancak diğer parametreler açısından istatistiksel olarak anlamlı fark mevcut değildi (Tablo 13) ($p>0,05$).

Tablo 12. Çalışma grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası STROOP test skorlarının karşılaştırılması

Test	Grup 1 (tedavi) (n=21)				p*
	Tedavi Öncesi Median (IQR 25/75)	X±SS	Tedavi Sonrası Median (IQR 25/75)	X±SS	
STROOP 1					
Süre (saniye)	52,0 (35,0/80,0)	63,10±40,82	40,0 (27,5/69,0)	52,24±36,13	<0,001*
Hata Sayısı	0,0 (0,0/1,0)	0,71±1,31	0,0 (0,0/0,5)	0,29±0,56	0,066
Düzeltilme Sayısı	0,0 (0,0/2,0)	1±1,45	0,0 (0,0/1,0)	0,38±0,67	0,023*
STROOP 2					
Süre (saniye)	49,0 (38,0/84,0)	60,52±36,69	40,0 (30,5/76,5)	51,90±32,12	0,001*
Hata Sayısı	1,0 (0,0/2,0)	1,19±1,29	0,0 (0,0/1,0)	0,43±0,68	0,004*
Düzeltilme Sayısı	1,0 (0,5/2,5)	1,52±1,21	1,0 (0,0/1,0)	0,67±0,658	0,002*
STROOP 3					
Süre (saniye)	36,0 (25,0/52,0)	43±21,24	30,0 (21,5/46,0)	34,62±17,34	<0,001*
Hata Sayısı	1,0 (0,0/2,0)	1,76±3,19	0,0 (0,0/1,0)	0,57±1,12	0,003*
Düzeltilme Sayısı	1,0 (0,0/2,0)	1,14±1,20	0,0 (0,0/1,0)	0,43±0,60	0,010*
STROOP 4					
Süre (saniye)	52,0 (41,5/77,0)	61,19±27,14	50,0 (32,0/72,0)	53,19±29,80	0,002*
Hata Sayısı	1,0 (0,0/2,0)	0,95±1,02	0,0 (0,0/0,5)	0,29±0,56	0,002*
Düzeltilme Sayısı	1,0 (0,5/2,0)	1,43±1,33	0,0 (0,0/1,0)	0,52±0,80	0,003*
STROOP 5					
Süre (saniye)	60,0 (48,0/81,5)	67,95±34,33	48,0 (37,0/64,5)	54,24±28,30	0,001*
Hata Sayısı	3,0 (1,5/5,0)	3,57±2,71	1,0 (0,0/2,0)	1,14±1,39	0,000*
Düzeltilme Sayısı	2,0 (0,5/2,0)	1,48±1,08	1,0 (0,0/1,5)	0,95±0,87	0,074
STROOP Toplam					
Süre (saniye)	264,0 (200,5/354,0)	301,48±142,27	198,0 (154,0/319,5)	252,67±129,82	<0,001*
Hata Sayısı	7,0 (4,0/11,5)	8,19±6,01	2,0 (0,0/4,0)	2,67±3,15	<0,001*
Düzeltilme Sayısı	5,0 (3,0/10,5)	6,62±5,04	3,0 (1,0/4,5)	2,95±2,60	0,001*

*: $p < 0,05$; Wilcoxon İşaretli Sıralar testi, n: olgu sayısı, IQR 25/75: Çeyrekler arası aralık, X: ortalama, SS: Standart sapma, STROOP 1: Siyah olarak basılmış kelimeleri okuma, STROOP 2: Renkli olarak basılmış kelimeleri okuma, STROOP 3: Şekillerin rengini söyleme, STROOP 4: Renkli olarak basılmış renk ismi olmayan kelimelerin rengini söyleme, STROOP 5: Renkli olarak basılmış renk isimlerine ilişkin kelimelerin rengini söyleme

Tablo 13. Kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası STROOP test skorlarının karşılaştırılması

Test	Grup 2 (kontrol) (n=21)		p*		
	Tedavi Öncesi Median (IQR 25/75)	X±SS		Tedavi Sonrası Median (IQR 25/75)	X±SS
STROOP 1					
Süre (saniye)	51,0 (35,0/77,5)	61,57±40,23	49,0 (33,0/73,0)	57,19±35,59	0,001*
Hata Sayısı	1,0(0,0/1,0)	0,86±1,15	0,0 (0,0/1,0)	0,67±0,86	0,102
Düzeltilme Sayısı	1,0 (0,0/2,0)	1,14±1,18	1,0 (0,0/1,5)	1±0,84	0,405
STROOP 2					
Süre (saniye)	55,0 (37,0/79,5)	61,71±33,29	52,0 (34,0/74,5)	57,57±32,68	0,009*
Hata Sayısı	1,0 (0,0/2,0)	1,19±1,03	1,0 (0,0/2,0)	1,10±0,89	0,480
Düzeltilme Sayısı	1,0 (1,0/2,0)	1,38±1,02	1,0 (1,0/2,0)	1,19±0,81	0,157
STROOP 3					
Süre (saniye)	38,0 (29,0/51,0)	42,76±20,33	38,0 (27,0/43,0)	44,33±36,50	0,018*
Hata Sayısı	1,0 (1,0/2,0)	1,86±3,14	1,0 (1,0/1,0)	1,14±1,98	0,002*
Düzeltilme Sayısı	1,0 (1,0/2,0)	1,24±0,89	1,0 (1,0/1,5)	1,19±0,98	0,317
STROOP 4					
Süre (saniye)	57,0 (45,0/89,5)	65,67±30,85	59,0 (41,0/84,0)	59,86±28,44	<0,001*
Hata Sayısı	1,0 (0,5/2,0)	1,14±0,91	1,0 (0,0/1,0)	0,95±0,92	0,102
Düzeltilme Sayısı	1,0 (1,0/2,0)	1,57±1,08	1,0 (1,0/1,5)	1,38±1,24	0,206
STROOP 5					
Süre (saniye)	72,0 (55,0/89,0)	72,33±30,00	61,0 (45,0/77,0)	63,81±28,28	<0,001*
Hata Sayısı	3,0 (2,0/4,0)	2,81±1,44	2,0 (1,0/3,0)	1,90±1,41	0,002*
Düzeltilme Sayısı	2,0 (1,5/3,0)	2,05±0,87	2,0 (1,0/3,0)	1,86±1,06	0,157
STROOP Toplam					
Süre (saniye)	289,0 (206,0/385,5)	305,33±136,95	259,0 (185,5/355,5)	277,52±129,75	<0,001*
Hata Sayısı	6,0 (4,5/9,5)	7,86±5,77	5,0 (2,5/8,0)	5,76±4,67	0,001*
Düzeltilme Sayısı	7,0 (4,0/11,5)	7,38±3,69	6,0 (4,5/9,0)	6,62±3,41	0,115

*: $p < 0,05$; Wilcoxon İşaretili Sıralar testi, n: olgu sayısı, IQR 25/75: Çeyrekler arası aralık, X: ortalama, SS: Standart sapma, STROOP 1: Siyah olarak basılmış kelimeleri okuma, STROOP 2: Renkli olarak basılmış kelimeleri okuma, STROOP 3: Şekillerin rengini söyleme, STROOP 4: Renkli olarak basılmış renk ismi olmayan kelimelerin rengini söyleme, STROOP 5: Renkli olarak basılmış renk isimlerine ilişkin kelimelerin rengini söyleme

4.4. Katılımcıların Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik Testi Skorlarının Karşılaştırılması

Çalışma ve kontrol gruplarının Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik testinde elde ettikleri skorların tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılmasına ait sonuçlar Tablo 14 ve Tablo 15'te özetlendi. Yapılan istatistiksel analize göre hem tedavi hem de kontrol gruplarında Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik testi 2 kısa formunun total skorlarındaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). Ayrıca Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik testi 2 kısa formunun alt bölümleri çalışma ve kontrol grupları olarak ayrı ayrı incelendiğinde, her iki grubunda tüm alt bölümlerindeki skorların artışı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$) (Tablo 14) (Tablo 15).

Tablo 14. Çalışma grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik alt test skorlarının karşılaştırılması

Grup 1 (tedavi) (n=21)					
Test	Tedavi Öncesi		Tedavi Sonrası		p*
	Median (IQR 25/75)	X±SS	Median (IQR 25/75)	X±SS	
İnce motor doğruluk	5,0 (3,0/7,0)	5,29±2,63	10,0 (7,5/12,0)	9,67±2,73	<0,001*
İnce motor integrasyon	3,0 (2,0/4,5)	3,57±2,27	7,0 (5,5/8,0)	6,57±2,23	<0,001*
EI becerisi	3,0 (2,0/3,5)	2,62±1,16	5,0 (4,0/6,0)	5,00±1,55	<0,001*
Bilateral koordinasyon	3,0 (1,0/5,0)	2,90±2,17	6,0 (5,0/7,0)	5,81±1,03	<0,001*
Denge	3,0 (2,0/5,0)	3,29±1,71	6,0 (5,0/7,0)	5,90±1,30	<0,001*
Koşma hızı ve çeviklik	3,0 (1,5/5,0)	3,24±1,95	5,0 (4,0/7,0)	5,43±1,91	<0,001*
Üst ekstremiteler koordinasyonu	4,0 (2,0/6,5)	4,33±2,83	7,0 (5,0/9,5)	7,48±2,32	<0,001*
Kuvvet	5,0 (4,0/7,0)	5,24±1,76	7,0 (5,0/8,0)	6,52±1,78	<0,001*
Toplam Skor	31,0 (20,0/37,5)	30,48±12,57	53,0 (43,5/61,0)	52,33±11,36	<0,001*
İnce manuel kontrol	10,0 (5,5/11,0)	8,86±4,23	17,0 (14,0/19,0)	16,24±4,19	<0,001*
Manuel koordinasyon	7,0 (4,0/10,0)	6,95±3,60	13,0 (10,0/14,0)	12,48±3,42	<0,001*
Vücut koordinasyonu	5,0 (3,5/9,0)	6,19±3,61	11,0 (10,0/14,0)	11,71±2,10	<0,001*
Kuvvet ve çeviklik	9,0 (6,0/10,5)	8,48±3,14	12,0 (9,0/14,0)	11,95±3,28	<0,001*

*: $p < 0,05$; Wilcoxon İşaretili Sıralar testi, n: olgu sayısı, IQR 25/75: Çeyrekler arası aralık, X: ortalama, SS: Standart sapma

Tablo 15. Kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik alt test skorlarının karşılaştırılması

Grup 2 (kontrol) (n=21)					
Test	Tedavi Öncesi	X±SS	Tedavi Sonrası	X±SS	p*
	Median		Median		
	(IQR 25/75)		(IQR 25/75)		
İnce motor doğruluk	5,0 (5,0/6,0)	5,33±1,62	8,0 (6,5/9,0)	7,81±1,89	<0,001*
İnce motor integrasyon	3,0 (3,0/4,5)	3,67±1,77	5,0 (4,0/6,5)	5,24±1,61	<0,001*
EI becerisi	3,0 (2,0/3,0)	2,62±1,20	4,0 (3,0/5,0)	4,10±1,14	<0,001*
Bilateral koordinasyon	3,0 (1,0/5,0)	2,86±1,80	5,0 (4,0/5,0)	4,62±0,92	<0,001*
Denge	2,0 (2,0/4,0)	3,33±1,32	5,0 (4,0/6,0)	4,76±1,14	<0,001*
Koşma hızı ve çeviklik	3,0 (2,0/5,0)	3,24±1,58	4,0 (3,0/5,5)	4,48±1,57	<0,001*
Üst ekstremiteler koordinasyonu	4,0 (2,5/6,5)	4,24±0,02	5,0 (5,0/8,0)	5,95±1,66	<0,001*
Kuvvet	5,0 (4,0/6,0)	5,19±1,25	6,0 (5,0/7,0)	5,90±1,09	<0,001*
Toplam Skor	31,0 (25,5/35,5)	30,48±7,31	44,0 (39,0/46,5)	43,0±6,30	<0,001*
İnce manuel kontrol	9,0 (7,5/10,5)	9,00±2,61	13,0 (11,0/15,5)	13,05±2,85	<0,001*
Manuel koordinasyon	7,0(4,0/10,0)	6,86±2,73	10,0 (8,0/12,0)	10,05±2,18	<0,001*
Vücut koordinasyonu	7,0 (3,5/8,5)	6,19±2,80	10,0 (8,0/11,0)	9,38±1,83	<0,001*
Kuvvet ve çeviklik	9,0 (7,0/10,0)	8,43±1,96	11,0 (9,0/12,0)	10,38±2,04	<0,001*

*: $p<0,05$; Wilcoxon İşaretili Sıralar testi, n: olgu sayısı, IQR 25/75: Çeyrekler arası aralık, X: ortalama, SS: Standart sapma

4.5. Tedavi Etkinliğinin STROOP Sonuçları Üzerinden Gruplar Arası Karşılaştırılması

Yapılan analiz sonucunda STROOP testinin bütün alt basamaklarında çalışma grubundaki değişim, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$) (Tablo 16). Grupların tedavi sonrası STROOP testi alt değerlendirmelerinde elde ettikleri skorların ve toplam skorların karşılaştırılmasına ait sonuçlar Tablo 16'da özetlendi. Ek olarak tedavi öncesi ve sonrası STROOP testini tamamlama süreleri açısından oluşan farkların karşılaştırılması ilişkin sonuçlar da Tablo 16'da verildi. Hata sayıları ve düzeltme sayıları açısından oluşan farklar istatistik analize uygun olmadığından Tablo 16'da yer almadı.

Grupların; birinci alt değerlendirmede tedavi öncesi ve sonrası değerlendirmeyi tamamlama süreleri arasındaki farklar ve düzeltme sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttu.

İkinci alt değerlendirmede tedavi öncesi ve sonrası değerlendirmeyi tamamlama süreleri arasındaki farklar, hata sayıları ve düzeltme sayıları arasında da istatistiksel olarak anlamlı gelişme olduğu görüldü.

Üçüncü alt değerlendirmede tedavi öncesi ve sonrası değerlendirmeyi tamamlama süreleri arasındaki farklar ve düzeltme sayıları arasında, dördüncü alt değerlendirmede tedavi öncesi ve sonrası değerlendirmeyi tamamlama süreleri arasındaki farklar, hata sayıları ve düzeltme sayıları arasında, beşinci alt değerlendirmede tedavi öncesi ve sonrası değerlendirmeyi tamamlama süreleri arasındaki farklar ve düzeltme sayıları arasında anlamlı fark tespit edildi.

Toplam skorlar açısından ise tedavi öncesi ve sonrası değerlendirmeyi tamamlama süreleri arasındaki farklar ve düzeltme sayıları arasında istatistiksel fark görüldü ($p < 0,05$). Karşılaştırılan diğer parametreler açısından ise anlamlılık edilmedi ($p > 0,05$) (Tablo 16).

Tablo 16. Grupların tedavi sonrası STROOP skorlarının karşılaştırılması

Test	Grup 1 (tedavi) (n=21)		Grup 2 (kontrol) (n=21)		p*
	Median (IQR 25/75)	X±SS	Median (IQR 25/75)	X±SS	
STROOP 1					
Süre (saniye)	40,0 (27,5/69,0)	52,24±36,13	49,0 (33,0/73,0)	57,19±35,59	0,458
Süre (delta)	-8,0 (-19,0/-5,5)	-10,857±7,15	-4,0 (-7,5/-1,5)	-4,381±8,15	0,012*
Hata Sayısı	0,0 (0,0/0,5)	0,29±0,56	0,0 (0,0/1,0)	0,67±0,86	0,099
Düzeltilme Sayısı	0,0 (0,0/1,0)	0,38±0,67	1,0 (0,0/1,5)	1,00±0,84	0,009*
STROOP 2					
Süre (saniye)	40,0 (30,5/76,5)	51,90±32,12	52,0 (34,0/74,5)	57,57±32,68	0,470
Süre (delta)	-6,0 (-17,5/-3,5)	-8,61±11,86	-3,0 (-6,5/-0,5)	-4,14±7,32	0,022*
Hata Sayısı	0,0 (0,0/1,0)	0,43±0,68	1,0 (0,0/2,0)	1,10±0,89	0,010*
Düzeltilme Sayısı	1,0 (0,0/1,0)	0,67±0,66	1,0 (1,0/2,0)	1,19±0,81	0,033*
STROOP 3					
Süre (saniye)	30,0 (21,5/46,0)	34,62±17,34	38,0 (27,0/43,0)	44,33±36,50	0,279
Süre (delta)	-8,0 (-13,0/-2,5)	-8,38±6,63	-3,0 (-3,5/-0,5)	1,57±19,35	0,003*
Hata Sayısı	0,0 (0,0/1,0)	0,57±1,12	1,0 (1,0/1,0)	1,14±1,98	0,154
Düzeltilme Sayısı	0,0 (0,0/1,0)	0,43±0,60	1,0 (1,0/1,5)	1,19±0,98	0,003*
STROOP 4					
Süre (saniye)	50,0 (32,0/72,0)	53,19±29,75	59,0 (41,0/84,0)	59,86±28,44	0,450
Süre (delta)	-9,0 (-17,0/-5,0)	-8,00±23,60	-5,0 (-8,0/-3,5)	-5,80±5,72	0,031*
Hata Sayısı	0,0 (0,0/0,5)	0,29±0,56	1,0 (0,0/1,0)	0,95±0,92	0,006*
Düzeltilme Sayısı	0,0 (0,0/1,0)	0,52±0,75	1,0 (1,0/1,5)	1,38±1,24	0,003*
STROOP 5					
Süre (saniye)	48,0 (37,0/64,5)	54,24±28,27	61,0 (45,0/77,0)	63,81±28,28	0,170
Süre (delta)	-12,0 (-19,0/-7,0)	-13,71±31,09	-7,0 (-11,0/-4,5)	-8,52±8,92	0,044*
Hata Sayısı	1,0 (0,0/2,0)	1,14±1,39	2,0 (1,0/3,0)	1,90±1,41	0,068
Düzeltilme Sayısı	1,0 (0,0/1,5)	0,95±0,87	2,0 (1,0/3,0)	1,86±1,06	0,006*
STROOP Toplam					
Süre (saniye)	198,0 (154,0/319,5)	252,67±129,82	259,0 (185,5/355,5)	277,52±129,75	0,385
Süre (delta)	-46,0 (-78,5/-25,0)	-48,80±32,91	-27,0 (-39,0/-14,0)	-27,80±22,19	0,041*
Hata Sayısı	2,0 (0,0/4,0)	2,67±3,15	5,0 (2,5/8,0)	5,76±4,67	0,013*
Düzeltilme Sayısı	3,0 (1,0/4,5)	2,95±2,56	6,0 (4,5/9,0)	6,62±3,41	<0,001*

*: $p < 0,05$; Mann-Whitney U testi, IQR 25/75: Çeyrekler arası aralık, delta: Tedavi sonrası ve tedavi öncesi skorlar arası fark, X: ortalama, SS: Standart sapma, STROOP 1: Siyah olarak basılmış kelimeleri okuma, STROOP 2: Renkli olarak basılmış kelimeleri okuma, STROOP 3: Şekillerin rengini söyleme, STROOP 4: Renkli olarak basılmış renk ismi olmayan kelimelerin rengini söyleme, STROOP 5: Renkli olarak basılmış renk isimlerine ilişkin kelimelerin rengini söyleme

4.6. Tedavi Etkinliğinin Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik Sonuçları Üzerinden Gruplar Arası Karşılaştırılması

Yapılan analizde BOT2-SF'nin bütün alt basamaklarında çalışma grubundaki değişim, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha anlamlı bulundu ($p<0,05$) (Tablo 17).

Grupların tedavi sonrası Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik testi alt değerlendirmelerinde elde ettikleri skorların ve toplam skorların karşılaştırılmasına ait sonuçlar Tablo 17'de özetlendi. Ek olarak, Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik testinin tüm alt değerlendirmeleri ve toplam skorları için tedavi öncesi ve sonrası oluşan farkların gruplar arası karşılaştırılması ilişkin sonuçlar da Tablo 18'de verildi. Yapılan analizlere göre kuvvet alt değerlendirmesi ve kuvvet ve çeviklik alt değerlendirmesinde elde edilen toplam skorlar hariç değerlendirilen tüm parametrelerde gruplar arası istatistiksel anlamlı fark tespit edildi ($p<0,05$). Çalışma grubuna uygulanan tedavi programının kontrol grubununkine göre motor beceri gelişimi açısından daha üstün olduğu belirlendi (Tablo 17) (Tablo 18).

Tablo 17. Grupların tedavi sonrası toplam Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik skorlarının karşılaştırılması

Test	Grup 1 (tedavi) (n=21)		Grup 2 (kontrol) (n=21)		p*
	Median (IQR 25/75)	X±SS	Median (IQR 25/75)	X±SS	
İnce motor doğruluk	10,0 (7,5/12,0)	9,67±2,73	8,0 (6,5/9,0)	7,81±1,89	0,024*
İnce motor integrasyon	7,0 (5,5/8,0)	6,57±2,23	5,0 (4,0/6,5)	5,24±1,61	0,019*
El becerisi	5,0 (4,0/6,0)	5,00±1,55	4,0 (3,0/5,0)	4,10±1,14	0,042*
Bilateral koordinasyon	6,0 (5,0/7,0)	5,81±1,03	5,0 (4,0/5,0)	4,62±0,92	0,001*
Denge	6,0 (5,0/7,0)	5,90±1,30	5,0 (4,0/6,0)	4,76±1,14	0,007*
Koşma hızı ve çeviklik	5,0 (4,0/7,0)	5,43±1,91	4,0 (3,0/5,5)	4,48±1,57	0,101
Üst ekstremiteler koordinasyonu	7,0 (5,0/9,5)	7,48±2,32	5,0 (5,0/8,0)	5,95±1,66	0,038*
Kuvvet	7,0 (5,0/8,0)	6,52±1,78	6,0 (5,0/7,0)	5,90±1,09	0,270
Toplam Skor	53,0 (43,5/61,0)	52,33±11,36	44,0 (39,0/46,5)	43,00±6,30	0,005*
İnce manuel kontrol	17,0 (14,0/19,0)	16,24±4,19	13,0 (11,0/15,5)	13,05±2,85	0,003*
Manuel koordinasyon	13,0 (10,0/14,0)	12,48±3,42	10,0 (8,0/12,0)	10,05±2,18	0,010*
Vücut koordinasyonu	11,0 (10,0/14,0)	11,71±2,10	10,0 (8,0/11,0)	9,38±1,83	0,001*
Kuvvet ve çeviklik	12,0 (9,0/14,0)	11,95±3,28	11,0 (9,0/12,0)	10,38±2,04	0,122

*: $p < 0,05$; Mann-Whitney U testi, IQR 25/75: Çeyrekler arası aralık, X: ortalama, SS: Standart sapma

Tablo 18. Tedavi sonrası ve öncesi Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik skorları arasında oluşan farkın gruplara göre karşılaştırılması

Test	Grup 1 (tedavi) (n=21)		Grup 2 (kontrol) (n=21)		p*
	DELTA Median (IQR 25/75)	X±SS	DELTA Median (IQR 25/75)	X±SS	
İnce motor doğruluk	4,0 (3,0/5,0)	4,381±1,86	2,0 (2,0/3,0)	2,476±1,21	<0,001*
İnce motor integrasyon	3,0 (2,0/4,0)	3,000±1,48	2,0 (1,0/2,0)	1,571±0,87	0,001*
El becerisi	2,0 (2,0/3,0)	2,381±11,12	1,0 (1,0/2,0)	1,476±0,75	0,005*
Bilateral koordinasyon	3,0 (2,0/4,0)	2,904±1,70	2,0 (1,0/3,0)	1,761±1,22	0,023*
Denge	3,0 (2,0/3,0)	2,619±0,92	1,0 (1,0/2,0)	1,428±0,68	<0,001*
Koşma hızı ve çeviklik	2,0 (2,0/3,0)	2,190±0,98	1,0 (1,0/2,0)	1,238±0,62	<0,001*
Üst ekstremitte koordinasyonu	3,0 (2,0/4,6)	3,142±1,49	1,0 (1,0/2,0)	1,714±1,10	0,001*
Kuvvet	1,0 (1,0/2,0)	1,285±0,85	1,0 (0,0/1,0)	0,714±0,64	0,023*
Toplam Skor	22,0 (18,0/25,0)	21,857±5,13	13,0 (10,0/15,0)	12,523±2,99	<0,001*
İnce manuel kontrol	8,0 (5,5/9,0)	7,381±2,31	3,0 (3,0/5,0)	4,047±1,43	<0,001*
Manuel koordinasyon	6,0 (4,0/7,0)	5,523±1,75	3,0 (2,0/4,0)	3,190±1,25	<0,001*
Vücut koordinasyonu	6,0 (4,0/7,0)	5,523±2,20	3,0 (2,0/4,0)	3,190±1,57	<0,001*
Kuvvet ve çeviklik	4,0 (2,5/4,0)	3,476±1,44	2,0 (1,0/3,0)	1,952±0,97	<0,001*

*: $p < 0,05$; Mann-Whitney U testi, IQR 25/75: Çeyrekler arası aralık, DELTA: Tedavi sonrası ve tedavi öncesi skorlar arası fark, X: ortalama, SS: Standart sapma

5. TARTIŞMA

Down Sendromlu çocuklarda duyu bütünleme eğitiminin dikkat ve motor beceriler üzerine etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirdiğimiz bu randomize kontrollü çalışmada, hastalar altı hafta boyunca, haftada iki seans olmak üzere toplam 12 seans nörogelişimsel tedaviye alındı. Kontrol grubuna yalnızca nörogelişimsel tedavi yaklaşımı uygulanırken; çalışma grubuna altı hafta boyunca haftada iki seans olmak üzere 12 seans nörogelişimsel tedaviye ek olarak 45 dakika duyu bütünleme eğitimi uygulandı.

Down Sendromu; motor beceri gelişiminde gecikmeler, anormal sensorimotor entegrasyon, gecikmiş konuşma ve dil becerisi gibi bir dizi problemle karakterizedir (Scott ve Holfelder 2015). Down Sendromunda; uygun duyuusal deneyim eksikliği, duyuusal entegrasyonda bozukluk, hipotoni, eklemlerde hipermobilitate, gecikmiş postural kontrol ve zayıf denge sonucu kaba ve ince motor becerilerde gecikme ve bozukluklar meydana gelmektedir (Russell 1988).

DS'li çocukların kaba ve ince motor becerilerinin değerlendirilmesinde GMFM ve Bruininks Oseretsky Motor Yeterlilik Testi Kısa Formu en sık kullanılan yöntemlerdendir. Literatürde DS'li çocukların, normal gelişim gösteren yaşlılarına göre daha kötü motor becerilere sahip olduğu bildirilmiştir (Malak vd 2015). Malak ve ark. (2015) ortalama yaşları altı olan 79 DS'li çocukta kaba motor becerileri GMFM-88, fonksiyonel dengeyi ise Pediatrik Denge Skalaları ile değerlendirdikleri çalışmada, DS'li çocuklarda motor gelişimin özellikle ayakta durma ve yürüme yeteneğinin geciktiği ve denge ile motor işlevlerin birbiriyle ilişkili olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle fizik tedavi programlarında bu iki parametre üzerinde durulması gerektiği belirtilmiştir. Spano ve ark. (1999) 22 DS'li çocuğu 'Çocuklar İçin Hareket Değerlendirme Bataryası (Movement ABC)' ile değerlendirdikleri çalışmada ince ve motor becerilerin kronolojik yaşlarının gerisinde olduğunu bildirmişler, ince motor becerilerin kaba motor becerilere göre daha geri olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca erken eğitim alan çocuklarda elde edilen skorların daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir. Connolly ve ark. (1984) ise motor becerileri Bruininks Oseretsky motor yeterlilik testi ile değerlendirdikleri çalışmada benzer şekilde DS'li çocukların kaba ve ince motor becerilerinin normal gelişim gösteren çocuklara göre daha geri olduğunu saptamışlar ancak Spano ve ark. tarafından yapılan çalışmanın aksine

ince motor becerilerin kaba motor becerilere göre daha iyi durumda olduğunu bildirmişlerdir. Michael ve Connolly (1986) 7-10 yaş arası 12 DS'li çocukta Bruininks Oseretsky motor yeterlilik testi ile değerlendirdikleri gross ve ince motor becerilerin DS'li olmayan yaşlıtlarına göre geri olduğunu; koşma hızı, denge, kuvvet, görsel-motor kontrol alanlarında daha düşük skorlara sahip olduklarını raporlamıştır. Aslan ve ark. ise (2016) 14-20 yaşları arasında 16 DS'li 18 normal gelişim gösteren kontrol grubuyla yaptığı çalışmada ince ve kaba motor yetenekleri Bruininks-Oseretsky motor yeterlilik skalasıyla değerlendirmişlerdir. Normal gelişim gösteren adölesanlara göre down sendromlu grupta hem kaba hem de ince motor performansın daha kötü olduğu saptamıştır.

Bruininks Oseretsky motor yeterlilik testi; DS, serebral palsy, mental retardasyon, gelişimsel koordinasyon bozukluğu gibi nörogelişimsel bozuklukları olan 4-21 yaş arası çocuk ve adölesanlarda motor problemleri değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir ölçektir (Bruininks ve Bruininks, 2005). Biz de çalışmamızda literatürle benzer şekilde duyu bütünleme eğitiminin motor beceri üzerine etkisini belirlemek amacı ile Bruininks Oseretsky Motor Yeterlilik Testi Kısa Formu'nu kullandık.

Kaba ve ince motor becerilerin DS'li çocuklarda sağlıklı yaşlıtlarına göre daha geri olduğunu bildiren çalışmalarda motor beceri gelişimini fasilite eden müdahalelerin önemine dikkat çekilmiştir (Connolly vd 1984, Aslan vd 2016). Çocukların bağımsız hareket edebilmeleri, kişisel bakımlarını yapabilmeleri, çevreye uyum sağlayabilmelerinde motor beceriler önemli rol oynadığından rehabilitasyon programları buna uygun olarak planlanmalıdır. Fizyoterapi programlarıyla, motor hareketleri fasilite etmek için duyu-motor uyaran vermek amaçlanmaktadır. DS'li çocuklar duyu ve bilişsel uyarılardan, kaba ve ince motor aktiviteleri içeren çalışmalardan ve konuşma terapisinden fayda görmektedirler (Weijerman ve Winter 2010).

Down Sendromunda nörogelişimsel tedavi, duyu bütünleme eğitimi, sanal gerçeklik uygulamaları, vestibüler stimülasyon, oyun terapisi gibi çeşitli rehabilitasyon yaklaşımları motor problemi olan çocukların ihtiyacına göre tek başına veya kombine programlar şeklinde uygulanmaktadır (Ruiz-González vd 2019).

Nörogelişimsel tedavi; serebral palsy, yüksek riskli/düşük doğum ağırlıklı bebekler, Down Sendromu gibi pediatrik olgularda klinisyenler tarafından en sık kullanılan rehabilitasyon yaklaşımıdır (Brown ve Burns 2001). Proprioseptif nöromusküler fasilitasyon ve duyu feedback teknikleri ile postüral yanıtlar üzerinde olumlu etki sağlamaktadır (Bumin 2001).

LaForme Fiss ve ark. (2009) yaşları 13-29 ay arasında değişen 10 DS'li çocuğa, 10 hafta boyunca haftada bir seans olmak üzere nörogelişimsel tedavi programı uyguladıkları çalışmada, tedavi sonrası çalışma grubunda dönme, sürünme ve dizüstü durma aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı ilerlemeler olduğunu raporlamışlardır.

Harris (1981) Down Sendromlu 20 infant ile yaptığı çalışmada, bebeklerin bireysel ihtiyaçlarına uygun şekilde dokuz hafta boyunca haftada üç gün nörogelişimsel tedavi uygulaması yapmıştır. Tedavi önce ve sonrası Bayley İnfant Değerlendirme Skalası ve Peabody Gelişimsel Motor Skala ile yaptığı değerlendirme sonucunda tedavi ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı ancak bireysel tedavi hedeflerine ulaşmada nörogelişimsel tedavi yaklaşımı uygulanan grubun lehine istatistiksel olarak anlamlı gelişme olduğunu bildirmiştir.

Kaba motor beceriler kadar ince motor beceriler de çocukların günlük yaşamda giyinme, beslenme, banyo yapma, nesnelere tutma ve kesme gibi birçok özbakım faaliyetini gerçekleştirebilmeleri için oldukça önemlidir. Aynı zamanda ince motor beceriler çocuklarda bilişsel, sosyal ve akademik yeteneklerle de ilişkilidir (de Luva vd 2013). Motor gelişim, merkezi sinir sisteminin maturasyonuna bağlı olarak gelişmektedir. Merkezi sinir sisteminin olgunlaşması ise miyelinizasyon ile gerçekleşir (Piper vd 1994). Motor gelişim sırasında kilometre taşlarına ulaşma süreleri çocuklar arasında farklılık gösterebilmektedir. Çocuklarda motor gelişim sephalo-kaudal veya proksimal-distal yönde meydana gelmektedir. Yaygın olarak kabul edilen proksimal-distal prensibe göre, gövde stabilitesinin geliştirilmesi, el kullanımı için temel önkoşullardan biridir (Case-Smith vd 1989). Yani ince motor becerilerin gelişimi daha önce geliştirilen kaba motor becerilere bağlıdır.

İnce motor beceriler, küçük hassas hareketler üretmek için kasların, kemiklerin ve sinirlerin koordinasyonunu gerektirmektedir (Kimmel ve Ratliff ve Schaub 2011). Son zamanlarda gelişimsel ve zihinsel engelli çocuklarda ince motor becerileri konusundaki araştırmalara ve uygun rehabilitasyon programlarının oluşturulması üzerine yoğunlaşmıştır. Wuang ve ark. (2008) hafif mental retardasyonlu çocuklarda sensorimotor disfonksiyon prevalansının yüksek olduğunu bildirmiştir. Ayrıca mental retardasyonlu çocuklarda ince motor becerilerin kaba motor becerilerden daha zayıf olduğunu da raporlamıştır. Down Sendromuna sıklıkla mental retardasyonun eşlik ettiği göz önünde bulundurulduğunda ince motor becerilerin etkilenmesi kaçınılmazdır. Literatürde Down Sendromlu çocuklarda ince motor becerilerin normal gelişim gösteren yaşitlarına göre daha zayıf olduğu tespit edilmiştir (Memisevic ve Macak 2014). İnce motor becerilerde görülecek gelişmelerin, yemek yeme, giyinme, banyo ve tuvalet ihtiyaçlarının karşılanması gibi günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlığın artması; oyun aktivitelerinin kolaylaşması, çevreye daha fazla keşifte bulunması ve diğer çocuklarla daha fazla oyun oynayarak sosyalleşmesi; kalemlerin daha uygun şekilde daha az enerji harcayarak tutulmasıyla akademik başarı üzerine olumlu etkileri olabilir (Bruni 1998).

Nörogelişimsel tedavi, yalnızca el fonksiyonları üzerine odaklanan bir rehabilitasyon yöntemi olmasa da, seans içerisinde elin kullanımını gerektiren aktiviteler

içermektedir. Literatürde nörogelişimsel tedavinin kaba motor fonksiyonun yanında üst ekstremitte hareketleri ve el fonksiyonlarını da geliştirdiği bildirilmiştir (Law vd 1997, Tsorlakis vd 2004). Lersilp ve ark. (2016) Down Sendromlu çocuklarda üst ekstremitte fonksiyonunu ele alan çalışmalar tedavi yöntemi olarak nörogelişimsel-biomekanik yaklaşımların kombinasyonundan oluşan ince motor aktivite programını beş hafta boyunca her seans 45 dakika olmak üzere haftada üç seans uygulamışlar ve tedavi sonrası bilateral el koordinasyonu, el becerisi, manipülasyon ve el kas gücü olmak üzere ince motor becerilerde istatistiksel olarak anlamlı gelişme olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda literatürle benzer şekilde yalnızca nörogelişimsel tedavi uygulanan kontrol grubunda Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik Testi Kısa Formu ile değerlendirdiğimiz ince motor doğruluk, ince motor integrasyon, el becerisi, bilateral koordinasyon, denge, koşma hızı ve çeviklik, üst ekstremitte koordinasyonu, kuvvet alt değerlendirmeleri ve toplam skorlarda tedavi sonrası istatistiksel olarak anlamlı gelişme olduğu görüldü.

Literatürde Down Sendromlu çocuklarda kaba ve ince motor beceri gelişimini ele alan çalışmalar tedavi yöntemi olarak nörogelişimsel tedavi dışında oyun terapi, duyu bütünleme eğitimi, vestibüler stimülasyon gibi tedavi yaklaşımlarını da kullanmışlardır.

Anderson ve ark. (1987) nörogelişimsel tedaviye ek olarak oyun terapisi uyguladıkları çalışmada bu kombine rehabilitasyon programının bilişsel ve algısal becerileri geliştirdiğini aynı zamanda olguların tedavi programına katılmasında motivasyon sağladığını belirtmişlerdir.

Uyanık ve ark. ise (2003) Down Sendromlu çocuklarda üç tedavi yaklaşımının etkinliğini karşılaştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada birinci gruba üç ay boyunca her seans 90 dk olmak üzere haftada üç kez duyu bütünleme eğitimi, ikinci gruba duyu bütünleme eğitimine ek olarak vestibüler stimülasyon, üçüncü gruba ise nörogelişimsel tedavi yaklaşımı uygulamışlardır. Tedavi sonrası nörogelişimsel tedavi uygulanan grupta görsel motor koordinasyon, praxis, ince ve lokomotor becerilerde anlamlı gelişme olduğunu bildirmişlerdir. Birinci ve ikinci gruba karşılaştırıldığında üçüncü grupta pivot prone test ve lokomotor beceri skorlarının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Nörogelişimsel tedavinin postural tonus, refleks reaksiyonları ve hareket paternleri içermesinden dolayı ekstansör hipotonus ve eklem stabilitesini artırmada daha etkili olmasından dolayı bu sonuca ulaşıldığı belirtilmiştir. Down Sendromlu çocuklar için rehabilitasyon programları tasarlanırken, üç tedavi yönteminin de kombine olarak uygulanabileceği, çocuğun bireysel ihtiyaçlarını destekleyecek şekilde planlama yapılması önerilmiştir. Biz de çalışmamızda literatürde önerilen şekilde nörogelişimsel tedaviye ek olarak duyu bütünleme eğitimini uyguladık.

Duyu bütünleme eğitimi Down Sendromlu çocuklarda duyuşsal-algısal uyararı işlemeleme problemlerini tedavi etmek amacıyla kullanılan yöntemlerden biridir. Down sendromlu çocuklar motor becerilerde yaşadıkları sorunlar sebebiyle duyuşsal deneyimlerde eksiklikler yaşayabilmektedir. Virji-Babul ve ark. (2006) DS'li olgularda görülen duyu-motor bozuklukları incelemişler, bu bireylerin temel motor hareketlerin duyuşsal olarak algılanmasında problem yaşamadıklarını, ancak karmaşık motor hareketlerin duyuşsal olarak algılanmasında sorun olduğunu bildirmişlerdir. İnce motor becerilerde koordinasyonun rolü düşünöldüğünde Down Sendromlu çocuklarda görülen duyuşsal problemlerin el becerilerini olumsuz yönde etkilemektedir (Latash vd 2002). Bu nedenle duyu bütünleme eğitimi gibi tedavi yaklaşımlarının bu çocuklarda kaba motor beceriler gibi ince motor becerileri de olumlu yönde etkileyeceğı düşünölmektedir.

Sadati ve Abasi (2017) 24 öğrenme bozukluğu olan öğrenciye 10 seans duyu bütünleme eğitimi uygulamış, tedavi önce ve sonrası Lincoln-Oseretsky motor gelişim skalası ile değerlendirdikleri motor becerilerde istatistiksel olarak anlamlı gelişme olduğunu bildirmişlerdir.

Sargari ve Firoozabadi (2020), mental disabilitesi olan 7-14 yaş arası 30 çocuk ile yaptıkları çalışmada, kontrol grubuna herhangi bir tedavi yaklaşımı uygulanmazken; çalışma grubuna 10 hafta boyunca haftada iki seans duyuşsal-motor egzersizler uygulamışlardır. Tedavi sonrası motor beceri gelişimi Bruininks Oseretsky Motor Yeterlilik testi ile değerlendirilmiş ve çalışma grubunda basit hareketlerin kontrolünün, postür ve dengenin korunmasının, vücut farkındalığının gelişmesi sonucu motor becerilerde ilerlemeler olduğu belirtilmiştir.

Karim ve Mohammed (2015) otizm spektrum bozukluğu olan 34 çocukta altı hafta boyunca, haftada üç seans duyu bütünleme eğitiminin motor beceriler üzerinde etkisini inceledikleri çalışmada Peabody Developmental Motor Scale ile değerlendirdikleri kaba ve ince motor becerilerin tedavi sonrasında anlamlı ölçüde geliştiğini raporlamışlardır. Duyu bütünleme eğitimi verilen grupta lokomasyon, obje manipölasyonu, kavrama ve görsel-motor entegrasyonda tedavi sonrası anlamlı iyileşme olduğu belirtilmiştir.

Parhoon ve ark. (2014) 5-7 yaş arası Down Sendromlu 24 çocuk ile duyu bütünleme eğitiminin kaba motor beceriler üzerine etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada her biri 35 dakika olmak üzere 16 seans duyu bütünleme eğitimi uygulamışlardır. Down Sendromlu çocuklarda Lincoln Oseretsky motor gelişim skalasıyla değerlendirdikleri kaba motor becerilerin tedavi sonrası istatistiksel olarak anlamlı ölçüde geliştiğı tespit edilmiştir. Duyu bütünleme eğitiminin denge, el-ayak koordinasyonu, zıplama, kavrama ve atma gibi kaba motor beceriler üzerinde olumlu etkisi olduğu belirtilmiştir.

Ashori ve ark. (2018) Down Sendromlu 28 olguda yaptıkları çalışmada çalışma grubuna duyu bütünleme eğitimi uygulamış ve tedavi sonrası duyu bütünleme eğitimi verilen grupta kontrol grubuna göre Bruininks-Oseretsky Motor Yeterlilik testi ile değerlendirilen motor becerilerin daha fazla geliştiği tespit edilmiştir. Motor becerilerde görülen bu anlamlı gelişmenin %63'ünün duyu bütünleme eğitimi etkisiyle açıklanabileceği belirtilmiştir.

Çalışmamızda literatürle benzer şekilde duyu bütünleme eğitiminin down sendromlu çocuklarda motor becerileri geliştirdiği saptandı. Nörogelişimsel tedaviye ek olarak duyu bütünleme eğitimi uygulanan grupta ve yalnızca nörogelişimsel tedavi uygulanan kontrol grubunda ince motor integrasyon ve doğruluk, el becerisi, üst ekstremité koordinasyonu, bilateral koordinasyon, denge, koşma hızı ve çeviklik, kuvvet parametrelerinde tedavi sonrası anlamlı gelişme olduğu tespit edildi. Gruplar arasında kuvvet alt değerlendirmesi ile kuvvet ve çeviklik alt değerlendirmesi dışında ince motor doğruluk, ince motor integrasyon, el becerisi, bilateral koordinasyon, denge, üst ekstremité koordinasyonu açısından çalışma grubu lehine anlamlı gelişme mevcuttu. Motor beceri gelişimi doğumdan önce başlayıp tüm yaşam boyunca devam etmektedir. Biyokognitif-psikokognitif sistemlerinin olgunlaşması ve öğrenme, motor beceri gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Motor gelişim basamakları hiyerarşik olarak basitten karmaşığa doğru gerçekleşmektedir. Bu aşamaların herhangi birinde ortaya çıkan gecikme diğer aşamaların gelişimini de etkilemektedir. Normal gelişim duysal girdilerin doğru algılanmasına ve yorumlanmasına yani çocuğun duysal deneyimine bağlıdır. Çocuklar çevreden ve vücuttan alınan duysal girdilerin işlenmesi ve entegre edilmesinde ne kadar iyi olursa, karmaşık motor becerileri geliştirmede o kadar başarılı olmaktadır (Barnett vd 2009). Duyu bütünleme eğitimi duysal deneyimi artırarak beyinde plastik değişiklikler oluşturmakta ve motor-duysal-algısal alanlarda gelişme sağlamaktadır. Çalışmamızın bulgularına göre literatürle uyumlu şekilde nörogelişimsel tedaviyle kombine olarak uygulanan duyu bütünleme eğitiminin Down Sendromlu çocuklarda ince ve kaba motor becerileri geliştirdiği görülmektedir.

Down Sendromu, mental retardasyonun en yaygın genetik nedenidir ve DS'li bireylerin birçoğuna hafif ve orta derecede mental retardasyon eşlik etmektedir. Bilişsel profilleri incelendiğinde görsel öğrenmede güçlü, ancak ifade dili, sözel çalışma belleği ve epizodik bellekte zayıf oldukları görülmektedir. Ayrıca bu olgularda dikkat ve hafıza gibi bilişsel işlevlerde de farklılıklar gözlenmektedir (Liogier vd 2015). Oxelgren ve ark. (2017) dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu, obsesif kompulsif bozukluk, depresyon ve Alzheimer hastalığı gibi mental ve davranışsal sorunların DS'li bireylerin önemli bir bölümünü etkilediğini raporlamıştır. Dikkat; bilgi işlemede konsantrasyon, farkındalık ve algıya dayanan ilk aşamadır. Çocuklarda öğrenmeyi başlatan parametredir. Dikkat

eksikliğinin öğrenmeyle ilgili bilişsel yeteneklerde bozulmalara neden olduğu bildirilmiştir (Hung vd 2016). Çevreden yeterli uyaran alamayan çocukların bilgileri önce geçici hafıza, daha sonra uzun süreli hafızaya iletmeye sorun yaşamaları, bilişsel becerilerin kazanılmasını olumsuz etkilemektedir (Vicari 2005). Down Sendromlu çocuklarda duyuşsal modülasyon problemleri sonucu dikkat süresinin daha kısa olduğu, işitsel sürekli dikkat ve görsel seçici dikkat gibi parametlerde sorunlarla sık karşılaşıldığı bilinmektedir (Rowe vd 2006, Porter vd 2007, Kogan vd 2009, Lanfranchi vd 2010, Lee vd 2011, Costanzo vd 2103). Seçici dikkat eksiklikleri yetişkinlikte de devam etmekte ve öncelik sırasına koyma, bir göreve bağlı kalma, belirli durumlara aynı şekilde yanıt vermede güçlükler neden olarak bireylerin fonksiyonelliğini ve günlük yaşamdaki bağımsızlıklarını kısıtlamaktadır (Breckenridge vd 2013). Erken yaşlarda başlayan ve dikkat sürecinde yaşanan bu sorunlar ayrıca çocukların akademik başarılarını da negatif yönde etkilemektedir (Ashori ve Jalil-Abkenr 2016).

Bruni ve ark. DS'li çocuklarda duyuşsal profili değerlendirdikleri bir çalışmada çocukların %64'ünde hareket hassasiyetinin tipik olduğu, yalnızca %13'ünün harekete karşı aşırı duyarlı olduğu bildirilmiş ve bu çocukların hareket etkinliklerinden keyif aldıkları, ebeveynlerin ve klinisyenlerin fiziksel gelişim ve dikkat parametrelerini geliştirmek için hareket stratejilerini kullanabilecekleri belirtilmiştir. Kaba motor aktivite yeteneği çocukların bilişsel performanslarını ve sosyal davranışlarının şekillenmesinde önemli rol oynadığı düşünülmektedir.

Sadati ve ark. (2009) DS'li 26 erkek çocukta kaba motor aktivitelerin dikkat süresine (sürekli dikkat, dikkat kayması) etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada, çalışma grubuna haftada iki seans olmak üzere sekiz hafta boyunca kaba motor aktivite programı uygulanmıştır. Tedavi sonrası kontrol grubunda herhangi bir gelişme saptanmazken çalışma grubunda görevi kesintisiz olarak tamamlama süresinde anlamlı gelişme olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak kaba motor aktivite programlarının Down Sendromlu çocuklarda dikkat sürecini (sürekli dikkat ve dikkat kayması) olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir.

Hareket stratejileri dışında seçici uyaranlar aracılığıyla dikkat komponentlerinin rehabilite edilebileceği varsayımına dayanarak oluşturulan birçok dikkat eğitim paketi ve bilgisayar programları bulunmaktadır. Bunlardan biri olan Dikkat Süreci Eğitimi, beyin yaralanması olan bireylerde dikkat bozukluğunun tedavi edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Dikkat Süreci Eğitimi; sürekli, seçici, ayrımlı ve alternatif dikkat gibi dikkatin bileşenlerine yönelik egzersizlerden oluşmaktadır. Alıştırmalar genellikle hastanın dikkatini çeken birçok tekrarlı alıştırmalar ve dikkat isteği uyandıran görevler üzerinde fırsat sağlanarak düzenlenen egzersiz programlarından oluşmaktadır. Programdaki bu görevler kompleks dikkat kontrolünü ve hafıza sistemlerini uyarmaktadır

(Sohlberg ve Mateer 1987). Tekrarlı aktivitelerin ve dikkat sistemlerinin uyarılması ile bilişsel kapasitede değişiklik oluşmasının kolaylaşacağı düşünülmektedir (Neimann 1990, Sohlberg 2000).

Sohlberg ve Mateer'in geliştirdiği Dikkat Süreci Eğitimi programı gibi Thomson ve Kerns de özellikle dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğuna sahip ve beyin yaralanması geçiren çocuklarda kullanmak amacıyla Dikkat Eğitimi programını geliştirmiştir (Thomson ve Kerns 2005).

Kerns ve ark. (1999) 7-14 yaş aralığındaki Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Sendromu olan 14 çocuğu iki gruba ayırmış ve gruplardan birine sekiz hafta boyunca her seans 30 dk olmak üzere haftada iki gün "Dikkat Eğitimi" programı uygulamıştır. Tedavi sonrası çalışma grubundaki çocukların dikkat ölçümlerinin arttığını tespit etmişlerdir.

Dikkat defisitleri ile duyu bütünlüğü arasındaki ilişki literatürde daha önce tanımlanmıştır (Cermak 1988). Bu nedenle hareket stratejileri ve dikkat eğitim programları dışında duyu bütünleme eğitiminin de DS'li çocuklarda dikkat parametresinin gelişimine katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Duyu bütünleme eğitim programı; dikkat becerilerini, dikkat süresinin arttırılmasını, el-göz koordinasyonunu, beden farkındalığını, oryantasyonu ve seçici dikkati geliştirmektedir. Duyusal bütünleme, bir çocuğun çeşitli duyu organları aracılığıyla çevre hakkında bilgi sahibi olduğu süreçtir. Duyusal bütünleme eğitim programı, dikkat süresi ve seçici duyusal algı, göz ve el koordinasyonu, vücut imajı ve farkındalıktaki gelişmeyi pekiştiren farklı etkinlikleri içerir. Duyusal bütünlendirme eğitimi, zenginleştirilmiş bir çevresel uyarıcı sağlayarak duyusal alımın kolaylaştırılmasını, böylece eksik duyusal uyarıyı telafi etmeyi ve çocuklar arasında doğal gelişimsel kazanımları teşvik etmeyi içerir (Cermak 1988).

Kashoo ve Ahmad (2019) 12-15 yaş arası sol hemiplejili olgularda yaptıkları çalışmada 10 seans boyunca kontrol grubuna yürüyüş eğitimi, swissball ve mat aktivitelerinden oluşan konvansiyonel tedavi yaklaşımını uygularken, çalışma grubuna duyu bütünleme eğitimi vermişlerdir. Tedavi sonrası Stroop testi ile ölçtükleri dikkat parametresinde çalışma grubunda kontrol grubuna göre dikkatin daha fazla gelişim gösterdiği saptanmıştır. Dikkat süresi açısından çalışma ve kontrol grubu arasında tespit edilen bu farkın dört aylık takipten sonra hala korunduğu bildirilmiştir.

Ashori ve ark. (2018) 28 DS'li çocukta duyu bütünleme eğitiminin dikkat parametresi üzerine etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, çalışma grubuna 10 seans duyu bütünleme eğitimi uygulamış ve tedavi sonrası STROOP testi ile değerlendirdikleri dikkatin; doğru yanıt, yanlış yanıt, boş yanıt, uyumlu sözcüklere gösterilen reaksiyon zamanı, uyumsuz sözcüklere gösterilen reaksiyon zamanı gibi alt parametrelerinde anlamlı iyileşme olduğunu bildirmişlerdir. Ek olarak doğru yanıt parametresindeki anlamlı gelişiminin %52'sinin, yanlış yanıt parametresindeki anlamlı

gelişmenin %57'sinin, boş yanıtlardaki gelişmenin %60'ının, uyumlu sözcüklere gösterilen reaksiyon zamanında görülen gelişmenin %56'sinin ve uyumsuz sözcüklere gösterilen reaksiyon zamanında görülen gelişimin %58'sinin duyu bütünleme eğitimi etkisiyle açıklanabileceğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda Ashori ve ark. tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde çalışma grubunda STROOP testiyle değerlendirilen dikkat parametrelerinden birinci alt testin hata sayısı ve beşinci alt testin düzeltme sayısı skorları haricinde tüm alt değerlendirmelere ait testi bitirme süresi, çocukların test sırasında yaptıkları hata ve düzeltme miktarlarının tedavi öncesine göre azaldığı, duyu bütünleme eğitiminin dikkat parametresini üzerinde olumlu etkisi olduğu tespit edildi.

Çalışmamızda kontrol grubunda ise tüm alt parametreleri tamamlama süreleri açısından anlamlı gelişmeler mevcuttu. Çocukların değerlendirme sırasında yalnızca üç ve beşinci alt teste ait hata yapma miktarları tedavi sonrası daha düşük bulundu. Tedavi programlarının etkinliğine bakıldığında ise nörogelişimsel tedaviyle kombine uygulanan duyu bütünleme eğitiminin STROOP testini tamamlama süreleri, çocukların test uygulanırken yaptıkları hata ve düzeltme miktarlarını yalnızca nörogelişimsel tedavi uygulanan gruba göre daha fazla azalttığı ve dikkat parametresi üzerinde kombine tedavi uygulamasının daha etkili olduğu saptandı.

Referans aldığımız çalışmada toplam 10 seans NGT+DB uygulaması yapılırken çalışmamızda sekiz hafta boyunca her seans 45 dakika olmak üzere toplam 16 seans fizyoterapi uygulaması yapılmıştır. Ek olarak örneklem büyüklüğümüzün de referans çalışmadan daha yüksek olmasının çalışmamızın güçlü yönlerini oluşturduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın güçlü yönleri olduğu gibi zayıf yönleri de bulunmaktadır. Kognitif düzeyin objektif olarak değerlendirilerek sınıflandırılmamasının, basit randomizasyon yöntemi kullanmamızın, değerlendirmede körleme yapmamış olmamızın ve kısa dönem etkinliğini incelemiş olmamızın çalışmamızın limitasyonları olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca dikkat parametresinin daha objektif ölçüm imkânı sunan bilgisayarlı değerlendirme sistemleri ile değerlendirilmesinin literatüre daha objektif veriler sağlayarak olumlu katkıda bulunabileceğini düşünmekteyiz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak Down Sendromlu çocuklar kaba-ince motor beceri ve dikkat açısından normal gelişim gösteren akranlarına göre daha düşük düzeyde kalmaktadırlar. Bu nedenle bu çocukların motor gelişimini arttırmaya yönelik nörogelişimsel tedaviye ek olarak duyuşsal entegrasyonu artıracak, uygun duyuşsal girdiler vasıtasıyla adaptif yanıtların gelişmesini sağlayacak duyu bütünleme eğitim programlarına ihtiyaçları bulunmaktadır. Duyu bütünleme eğitimi çocuklarda merkezi sinir sisteminin nöral plastisitesinde artış sağlayarak istenen beceri ve davranışlarda gelişmelere olanak sağlayacaktır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

Motor fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılan BOT2-KF sonuçları açısından kontrol grubunda ve çalışma grubunda anlamlı iyileşmeler olduğu görülmüştür. Ancak; çalışma grubunda uygulanan NGT+DB yöntemi motor fonksiyonları geliştirme açısından NGT yaklaşımına göre daha başarılıdır.

Dikkat gelişiminin değerlendirilmesinde kullanılan STROOP test sonuçlarına göre kontrol grubunda ve çalışma grubunda anlamlı iyileşmeler olduğu görülmüştür. Ancak; çalışma grubunda uygulanan NGT+DB yöntemi dikkati geliştirme açısından NGT yaklaşımına göre daha başarılıdır.

Çalışmamızın sonuçlarına göre nörogelişimsel tedaviyle kombine uygulanan duyu bütünleme eğitiminin Down Sendromlu bireylerde dikkat ve motor becerilerinin geliştirilmesinde tek başına nörogelişimsel tedavi uygulamasından daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle Down Sendromlu çocukların rehabilitasyon programlarında diğer tedavi yaklaşımlarına ek olarak uygulanan duyu bütünleme eğitimi uygulamasının bu çocuklarda motor becerileri ve dikkati geliştirerek günlük aktivitelere katılımlarının artmasına ve daha bağımsız bir yaşam sürmelerine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

Acar M, Zorlu P, Tos T, Koca SB, Senel S. Evaluation of Demographic and Clinical Features of Patients with Down Syndrome: Single Center Experience. **Turkish J Pediatr Dis** 2014; 2:71-74

Adibsereshki N, Abkenar SJ, Ashoori M, Mirzamani M. The effectiveness of using reinforcements in the classroom on the academic achievement of students with intellectual disabilities. **Journal of Intellectual Disabilities** 2015; 19(1): 83-93.

Agiovlasitis S, McCubbin JA, Yun J, Mpitsos G, Pavol MJ. Effects of Down syndrome on threedimensional motion during walking at different speeds. **Gait Posture** 2009; 30(3): 345-50.

Ahmed I, Ghafoor T, Samore NA, Chattha MN. Down syndrome: Clinical and cytogenetic analysis. **J Coll Physicians Surg Pak** 2005; 15: 426-9.

Akbari Sargari A, Sadati Firoozabadi S. The effectiveness of sensory motor integration on gross motor skills of students with intellectual disability. **Quarterly Journal of Child Mental Health** 2020; 6(4): 201-210.

Aksay E. The Effects of Physical Activities on Physical Performance, Motor Skills, and BMI Values in Children and Youth having Down Syndrome (DS). **International Journal of Medicine and Medical Sciences** 2014; 1(9): 136-142.

Allen EG, Freeman SB, Druschel C, Hobbs CA, O'Leary LA, Romitti PA, Sherman SL. Maternal age and risk for trisomy 21 assessed by the origin of chromosome nondisjunction: a report from the Atlanta and National Down Syndrome Projects. **Human Genetics** 2009; 125(1): 41-52.

Anderson J, Hinojosa J, Strauch C. Integrating play in neurodevelopmental treatment. **Am J Occup Ther** 1987; 41: 421-6.

Antonarakis SE, Epstein CJ. The challenge of Down syndrome. **Trends in Molecular Medicine** 2006; 12(10): 473-479.

Antonarakis SE, Skotko BG, Rafii MS, Strydom A, Pape SE, Bianchi DW, Reeves RH. Down syndrome. **Nature Reviews Disease Primers** 2020; 6(1): 1-20.

Antonarakis SE. Parental origin of the extra chromosome in trisomy 21 as indicated by analysis of DNA polymorphisms. Down Syndrome Collaborative Group. **N Engl J Medicine** 1991; 324: 872-876.

Ashori M, Jalil-Abkenr SS. Students with special needs and inclusive education. **Tehran: Roshd-e Farhang** 2016: 103-129.

- Ashori M, Zarghami E, Ghaforian M, Jalil-Abkenar SS. The effect of sensory integration on the attention and motor skills of students with down syndrome. ***Iranian Rehabilitation Journal*** 2018;16(3): 317-324.
- Aslan S, Bas Aslan U. An Evaluation of Fine and Gross Motor Skills in Adolescents with Down Syndromes. ***International Journal of Science Culture and Sport*** 2016; 4(1): 172-178.
- Ayres AJ. Sensory integration and learning disorders. Los Angeles: ***Western Psychological Services***, 1972.
- Ayres AJ. Sensory Integration and Praxis Tests. Los Angeles: ***Western Psychological Services***, 1989.
- Ayres AJ. Sensory integration and the child. Understanding hidden sensory challenges. 25th Anniversary Edition. Los Angeles: ***Western Psychological Services***, 2005.
- Barnett L, van Beurden E, Morgan P, Brooks L, Beard J. Childhood motor skill proficiency as a predictor of adolescent physical activity. ***Journal of Adolescent Health*** 2009; 44(3): 252-9.
- Bittles AH, Bower C, Hussain R, Glasson EJ. The four ages of Down syndrome. ***Eur J Public Health*** 2007; 17: 221-225.
- Bobath B. Normal automatic postural reactions. Adult Hemiplegia. Great Britain: ***Redwood, Melksham***, 1990.
- Bobath K, Bobath B. The neurodevelopmental intervention of cerebral palsy. ***Developmental Medicine and Child Neurology*** 1967; 9: 373-390.
- Bobath K. A Neurophysiological basis for the intervention of cerebral palsy Philadelphia: ***Lippincott***, 1980.
- Bodison SC, Parham LD. Specific sensory techniques and sensory environmental modifications for children and youth with sensory integration difficulties: A systematic review. ***American Journal of Occupational Therapy*** 2018; 72(1).
- Bogdashina O. Sensory perceptual issues in autism and asperger syndrome: different sensory experiences-different perceptual worlds. ***Jessica Kingsley Publishers***, 2016.
- Bray I, Wright DE, Davies C, Hook EB. Joint estimation of Down syndrome risk and ascertainment rates: a meta-analysis of nine published data sets. ***Prenat Diagn*** 1998; 18: 9-20.
- Breckenridge K, Atkinson J, Braddick O. Attention in Williams syndrome and Down's syndrome: Performance on the new early childhood attention battery. ***Br J Dev Psychol*** 2013; 31: 257-269.
- Brown GT, Burns SA. The efficacy of neurodevelopmental treatment in paediatrics: a systematic review. ***British Journal of Occupational Therapy*** 2001; 64(5): 235-244.
- Bruininks RH, Bruininks BD. BOT2: Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency: manual. ***Pearson Assessments***, 2005.

- Bruni M, Cameron D, Dua S, Noy S. Reported sensory processing of children with Down syndrome. *Phys Occup Ther Pediatr* 2010; 30(4): 280-93.
- Bruni M. Fine Motor Skills in Children with Down Syndrome. Bethesda, **Woodbine House**, 1998.
- Bull MJ, Committee on Genetics. Health supervision for children with Down syndrome. *Pediatrics* 2011; 128: 393.
- Bumin G, Kayıhan H. The effectiveness of two different sensory integration programs for children with spastic diplegic cerebral palsy. *Disabil Rehabil* 2001; 23: 394-9.
- Bundy AC, Fisher AG. Evaluation of sensory integration dysfunction. In H Forssberg, H Hirshfeld, editors. Movement Disorders in Children. (**Medicine and Sport Science**) Basel: Karger, 1992.
- Bundy AC, Lane SJ, Murray EA. Sensory Integration: Theory and Practice: USA: FA **Davis Philadelphia**, 2002.
- Capone G, Goyal P, Ares W, Lannigan E. Neurobehavioral disorders in children, adolescents, and young adults with Down syndrome. *Am J Med Genet C Semin Med Genet* 2006;142:158-172
- Case-Smith J, Fisher AG, Bauer D. An analysis of the relationship between proximal and distal motor control. *American Journal of Occupational Therapy* 1989; 43(10): 657-662.
- Cermak, S. The relationship between attention deficit and sensory integration disorders—Part I. *Sensory Integration Special Interest Section Newsletter* 1988; 11(2): 1-4.
- Christianson RE, Sherman SL, Torfs CP. Maternal meiosis II nondisjunction in trisomy 21 is associated with maternal low socioeconomic status. *Genet Med* 2004; 6: 487-494.
- Clarke P. The vestibular system: an overview of structure and function. *Phys Occup Ther Pediatr* 1985; 5(2/3), 5-32.
- Collins VR, Muggli EE, Riley M, Palma S, Halliday JL. Is Down syndrome a disappearing birth defect? *J Pediatr* 2008; 152: 20-24.
- Connolly BH, Michael BT. Performance of retarded children, with and without Down's syndrome, on the Bruininks Oseretsky test of motor proficiency. *Physical Therapy* 1986; 66 (11): 344-348.
- Connolly BH, Morgan S, Russell FF. Evaluation of children with Down syndrome who participated in an early intervention program. Second followup study. *Phys Ther* 1984; 64: 1515-9.
- Cools W, Kristine De M, Christiane S, Caroline A. Movement skill assessment of typically developing preschool children: a review of seven movement skill assessment tools. *Journal of Sports Science & Medicine* 2009; 8(2): 154-168.

- Cooper SA, Smiley E, Jackson A, Finlayson J, Allan L, Mantry D, Morrison J. Adults with intellectual disabilities: prevalence, incidence and remission of aggressive behaviour and related factors. *Journal of Intellectual Disability Research* 2009; 53(3): 217-232.
- Coppede F. Risk factors for Down syndrome. *Arch Toxicol* 2016; 90: 2917-2929.
- Costanzo F, Varuzza C, Menghini D, Addona F, Giancesini T, Vicari S. Executive functions in intellectual disabilities: A comparison between Williams syndrome and Down syndrome. *Res Devel Disabil* 2013; 34: 1770-1780.
- Courage ML, Adams RJ, Hall EJ. Contrast sensitivity in infants and children with Down syndrome. *Vision Res* 1997; 37: 1545-55.
- Cunningham CC. Down's syndrome: an introduction for parents. London: **Souvenir Press**, 1982.
- Davidson T, Williams B. Occupational therapy for children with developmental coordination disorder: a study of the effectiveness of a combined sensory integration and perceptual-motor intervention. *British Journal of Occupational Therapy* 2000; 63(10): 495-499.
- Davis WE, Scott Kelso JA. Analysis of 'invariant characteristics' in the motor control of Down's syndrome and normal subjects. *Journal of Motor Behavior* 1982; 14: 194-212.
- de Graaf G, Buckley F, Skotko B. Estimation of the number of people with Down syndrome in the United States. *Genet Med* 2017; 19: 439-447.
- de Graaf G, Engelen JJM, Gijsbers ACJ, Hochstenbach R, Hoffer MJV, Kooper AJA, Voorhoeve E. Estimates of live birth prevalence of children with Down syndrome in the period 1991–2015 in the Netherlands. *Journal of Intellectual Disability Research* 2017; 61(5): 461-470.
- de Graaf G, Buckley F, Skotko B. Birth and population prevalence of Down syndrome in European countries. Poster presented at the **World Down Syndrome Congress**, 2018.
- de Graaf G, Buckley F, Skotko B. People living with Down syndrome in the USA: births and population. Down Syndrome Education International [https:// dsuri.net/us-population-factsheet](https://dsuri.net/us-population-factsheet), 2019.
- de Luca CR, McCarthy M, Galvin J, Green JL, Murphy A, Knight S, Williams J. Gross and fine motor skills in children treated for acute lymphoblastic leukaemia. *Developmental Neurorehabilitation* 2013; 16(3): 180-187.
- DeGangi GA, Hurley L, Linscheid TR. Toward a methodology of the short-term effects of neurodevelopmental intervention. *American Journal of Occupational Therapy* 1983; 37(7): 479-484.
- Deitz JC, Kartin D, Koop K. Review of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2). *Physical & Occupational Therapy in Pediatric* 2007; 27(4): 87-102.

Deng C, Yi L, Mu Y, Zhu J, Qin Y, Fan X, Dai L. Recent trends in the birth prevalence of Down syndrome in China: impact of prenatal diagnosis and subsequent terminations. *Prenatal Diagnosis* 2015; 35(4): 311-318.

Dengen LT. Perspectives on the status of sensory integration theory. *American Journal of Occupational Therapy* 1988; 42(7): 427-433.

Dolk H, Loane M, Garne E, De Walle H, Queisser-Luft A, De Vigan C, Bianchi F. Trends and geographic inequalities in the prevalence of Down syndrome in Europe, 1980-1999. *Revue D'épidémiologie et de Santé Publique* 2005; 53: 87-95.

Dolva AS, Coster W, Lilja M. Functional performance in children with Down Syndrome. *The American Journal of Occupational Therapy* 2004; 58 (6): 621-9.

Down JLH. Observations on an ethnic classification of idiots. *Lond Hosp Rep* 1866; 3: 259-262.

Dunn W. Sensory Profile. San Antonio, TX: *Psychological Corporation*; 1999.

Dyer S, Gunn P, Rauh H, Berry P. Motor development in Down syndrome children: an analysis of the motor scale of the Bayley Scales of Infant Development. In A.Vermeer (Ed.), *Motor Development, Adapted Physical Activity and Mental Retardation*, Basel: *Karger AG*, 1990:7-20.

Dykens EM. Psychiatric and behavioral disorders in persons with Down syndrome. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev* 2007; 13: 272–278 (2007).

Ekstein S, Glick B, Weill M, Kay B, Berger I. Down syndrome and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Child Neurology* 2011; 26(10): 1290-1295.

Ermer J, Dunn W. The sensory profile: a discriminant analysis of children with and without disabilities. *Am J Occup Ther* 1998; 52(4): 283-290

Erdöl C. (Ed.) Üstün Y, Her Yönüyle Down Sendromu, *Öztürk Ticaret*, Ankara, 2018.

Fidler DJ, Most DE, Booth-LaForce C, Kelly JF. Emerging social strengths in young children with down syndrome. *Infants & Young Children* 2008; 21(3): 207-220.

Fisher A, Murray E, Bundy A. Sensory integration theory and practice. *Philadelphia: FA Davis*, 1991.

Gawali P, Jain S, Yeole U, Adkitte R, Gharote G. Gross motor deficits in cerebral palsy, autistic spectrum disorder, mental retardation, and Down syndrome children: A prevalence study. *Saudi Journal for Health Sciences* 2017; 6(1), 19-19.

Gentile AM. The nature of skill acquisition: Therapeutic implications for children with movement disorders. In: H Forssberg, H Hirschfeld, editors. *Movements Disorders in Children (Medicine and Sport Science)*. Basel: Karger, 1992.

Ghosh S, Ghosh P, Dey SK. Altered incidence of meiotic errors and Down syndrome birth under extreme low socioeconomic exposure in the Sundarban area of India. *J Community Genet* 2014;5: 119-124.

Giagazoglou P, Arabatzi F, Dipla K, Liga M, Kellis E. Effect of a hippotherapy intervention program on static balance and strength in adolescents with intellectual disabilities. **Research in Developmental Disabilities** 2012; 33(6): 2265-2270.

Gilman S, Newman S. Manter and Gatz's essentials of clinical neuroanatomy and neurophysiology. Philadelphia: Davis, 1987: 143.

Grandjean P, Abdennebi-Najar L, Barouki R, Cranor CF, Etzel RA, Gee D, Weihe P. Timescales of developmental toxicity impacting on research and needs for intervention. **Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology** 2019; 125: 70-80.

Gruhn JR, Zielinska AP, Shukla V, Blanshard R, Capalbo A, Cimadomo D, Hoffmann ER. Chromosome errors in human eggs shape natural fertility over reproductive life span. **Science** 2019; 365(6460): 1466-1469.

Hallett M. Neuroplasticity and rehabilitation. **Journal of Rehabilitation Research and Development** 2005; 42(4): R17.

Harris SR. Effects of neurodevelopmental therapy on motor performance of infants with Down's syndrome. **Dev Med Child Neurol** 1981; 23: 447-83.

Hassold T, Hunt P. To err (meiotically) is human: the genesis of human aneuploidy. **Nat Rev Genet** 2001; 2: 280-291.

Hecht CA, Hook EB. Rates of Down syndrome at livebirth by one-year maternal age intervals in studies with apparent close to complete ascertainment in populations of European origin: a proposed revised rate schedule for use in genetic and prenatal screening. **Am J Med Genet** 1996; 62: 376-385.

Hildebrand E, Kallen B, Josefsson A, Gottvall T, Blomberg M. Maternal obesity and risk of Down syndrome in the offspring. **Prenatal Diagnosis** 2014; 34(4): 310-5.

Horan TS, Pulcastro H, Lawson C, Gerona R, Martin S, Gieske MC, Hunt PA. Replacement bisphenols adversely affect mouse gametogenesis with consequences for subsequent generations. **Current Biology** 2018; 28(18): 2948-2954.

Humphries T, Wright M, Snider L, McDougall B. A comparison of the effectiveness of sensory integrative therapy and perceptual-motor training in treating children with learning disabilities. **J Dev Behav Pediatr** 1992; 13: 31-40.

Hung CL, Huang CJ, Tsai YJ, Chang YK, Hung TM. Neuroelectric and behavioral effects of acute exercise on task switching in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. **Frontiers in Psychology** 2016; 7: 1589.

Hunter JE, Allen EG, Shin M, Bean LJ, Correa A, Druschel C, Sherman SL. The association of low socioeconomic status and the risk of having a child with Down syndrome: a report from the National Down Syndrome Project. **Genetics in Medicine** 2013; 15(9): 698-705.

Huri M, Mehr BK, Altuntaş O, Kayıhan H. Yaygın gelişimsel bozukluğu olan ve normal gelişim gösteren çocukların taktik tercihlerinin karşılaştırılması. **Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi** 2014; 21-28.

Jensen AR. Scoring the Stroop test. **Acta Psychologica** 1965; 24(5): 398-408.

- Jobling A, Cuskelly M. Young people with Down syndrome: a preliminary investigation of health knowledge and associated behaviours. **Journal of Intellectual and Developmental Disabilities** 2006; 31(4):210-8.
- Jorquera -Cabrera S, RomeroAyuso D, Rodriguez -Gil G and Triviño -Juárez J -M (2017) Assessment of Sensory Processing Characteristics in Children between 3 and 11 Years Old: A Systematic Review. **Front Pediatr** 2017; 5: 57
- Jurkowska M. Biomedical science in the era of complete sequence of human genome. **Med Wieku Rozwoj** 2001; 5(3): 197-212.
- Jyothy A, Rao GN, Kumar KS, Rao VB, Devi B, Reddy PP Translocation Down Syndrome. **Indian Journal of Medical Sciences** 2002; 56: 1226.
- Karakaş S, Erdoğan E, Soysal Ş, Ulusoy T, Yüceyurt Ulusoy İ, Alkan S. Stroop test TBAG form: standardisation for Turkish culture, reliability and validity. **Journal of Clinical Psychiatry** 1999; 2(2): 75-88.
- Karim AEA, Mohammed AH. Effectiveness of sensory integration program in motor skills in children with autism. **Egyptian Journal of Medical Human Genetics** 2015; 16(4): 375-380.
- Kashoo FZ, Ahmad M. Effect of sensory integration on attention span among children with infantile hemiplegia. **International Journal of Health Sciences** 2019; 13(3): 29.
- Kayihan GBH. Effectiveness of two different sensory-integration programmes for children with spastic diplegic cerebral palsy. **Disability and Rehabilitation** 2001; 23(9): 394-399.
- Kazemi M, Salehi M, Kheirollahi M. Down syndrome: current status, challenges and future perspectives. **Int J Mol Cell Med** 2016; 5: 126-33
- Keen C, Hunter JE, Allen EG, Rocheleau C, Waters M, Sherman SL. The association between maternal occupation and down syndrome: A report from the national Down syndrome project. **International Journal of Hygiene and Environmental Health** 2020; 223(1): 207-213.
- Kerns KA, Eso K, Thompson J. Investigation of a direct intervention for improving attention in young children with ADHD. **Developmental Neuropsychology** 1999; 16: 273-295
- Kılıç BG, Koçkar Aİ, Irak M, Şener Ş, Karakaş S. Stroop Testi TBAG Formunun 6-11 yaş grubu çocuklarda standardizasyon çalışması. **Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi**, 2002; 9(2): 86-99.
- Kimm J, Winfield J, Hendrickson A. Visual-vestibular interactions and the role of the flocculus in the vestibule-ocular reflex. **Prog Brain Res** 1979; 50: 703-13.
- Kimmel SR, Ratliff-Schaub K. Growth and development. In R.E. Rakel & D. Rakel (Editors), *Textbook of Family Medicine*. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier, 2011.
- Kirk S, Gallagher JJ, Coleman MR, Anastasiow NJ. *Educating exceptional children*. Cengage Learning, Belmont, **CA: Wadsworth**, 2011.
- Kobal G. Down Sendromlu Çocukların Gelişimsel Özellikleri. **Çocuk Çocuk Dergisi** 2004; 35: 11-3.

Kogan CS, Boutet I, Cornish K, Graham GE, Berry-Kravis E, Drouin A, Milgram NW. A comparative neuropsychological test battery differentiates cognitive signatures of Fragile X and Down syndrome. **J Intellect Disabil Res** 2009; 53: 125-142.

Kokubun M. Are children with Down syndrome less careful in performing a tray carrying task than children with other types of mental retardation. **Percept Mot Skills** 1999; 88: 1173-6.

Köse B. Validity, Reliability and Turkish Adaptation of Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Second Edition Brief Form in Children with Specific Learning Disability, Hacettepe University Graduate School of Health Sciences, Occupational Therapy Master's Dissertation, Ankara, 2018.

Kumin L. Speech and language skills in children with Down syndrome. **MRDD Research Reviews** 1996; 2:109

LaForme Fiss AC, Effgen SK, Page J, Shasby S. Effect of sensorimotor groups on gross motor acquisition for young children with Down Syndrome. **Pediatr Phys Ther** 2009; 21: 158-66.

Lane SJ, Mailloux Z, Schoen S, Bundy A, May-Benson TA., Parham LD, Smith Roley S, Schaaf RC. Neural Foundations of Ayres Sensory Integration. **Brain Sciences** 2019; 9(7): 153.

Lanfranchi S, Jerman O, Dal Pont E, Alberti A, Vianello R. Executive function in adolescents with Down syndrome. **J Intel Disabil Res** 2010; 54: 308–319.

Lang R, O'Reilly M, Healy O, Rispoli M, Lydon H, Streusand W, Didden R. Sensory integration therapy for autism spectrum disorders: A systematic review. **Research in Autism Spectrum Disorders** 2012; 6(3): 1004-1018.

Latash ML, Kang N, Patterson D. Finger coordination in persons with Down syndrome: atypical patterns of coordination and the effects of practice. **Exp Brain Res** 2002; 146: 345-55.

Lauteslager PEM, Vermeer A, Helders PJM. Disturbances in the motor behaviour of children with Down's syndrome: the need for a theoretical framework. **Physiotherapy** 1998; 84: 5-13.

Law M, Russell D, Pollock N. A comparison of intensive neurodevelopmental therapy plus casting and a regular occupational therapy program for children with cerebral palsy. **Dev Med Child Neurol** 1997; 39: 664-670.

Lee NR, Fidler DJ, Blakeley-Smith A, Daunhauer L, Robinson C, Hepburn S. Caregiver-report of executive functioning in a population-based sample of young children with Down syndrome. **Am J Intel Devel Disabil** 2011; 116: 290–304.

LeJeune J, Gautier M, Turpin R. Study of somatic chromosomes from 9 mongoloid children. **CR Hebd Seances Acad Sci** 1959; 248: 1721-1722.

Leonard S, Msall M, Bower C, Tremont M, Leonard H. Functional status of school-aged children with Down syndrome. **J Paediatr Child Health** 2002; 38: 160-5.

Lersilp S, Putthinoi S, Panyo K. Fine motor activities program to promote fine motor skills in a case study of down's syndrome. **Global Journal of Health Science** 2016; 8(12): 60-67.

Lilly LA, Powell NJ. Measuring the effects of neurodevelopmental intervention on the daily living skills of two children with cerebral palsy. **American Journal of Occupational Therapy** 1990; 44(2):139-144.

Liogier d'Ardhuy X, Edgin JO, Bouis C, de Sola S, Goeldner C, Kishnani P, Khwaja O. Assessment of cognitive scales to examine memory, executive function and language in individuals with Down syndrome: implications of a 6-month observational study. **Front Behav Neurosci** 2015; 9: 300.

Livingstone B, Hirst P. Orthopaedic disorders in school children with Down's syndrome with special reference to the incidence of joint laxity. **Clinical Orthopaedics and Related Research** 1986; 207: 74-76.

Lott IT, Dierssen M. Cognitive deficits and associated neurological complications in individuals with Down's syndrome. **Lancet Neurol** 2010; 9:623.

Ludyga S, Gerber M, Brand S, Holsboer-Trachsler E, Pühse U. Acute effects of moderate aerobic exercise on specific aspects of executive function in different age and fitness groups: A meta-analysis. **Psychophysiology** 2016; 53(11): 1611-1626.

Määttä T, Kaski M, Taanila A, Keinänen-Kiukaanniemi S, Livanainen M. Sensory impairments and health concerns related to the degree of intellectual disability in people with Down syndrome. **Downs Syndr Res Pract** 2006; 11: 78-83.

Malak R, Kostiukow A, Krawczyk-Wasielewska A, Mojs E, Samborski W. Delays in Motor Development in Children with Down Syndrome. **Med Sci Monit** 2015; 21: 1904-1910.

Malak R, Kotwicka M, Krawczyk-Wasielewska A, Mojs E, Szamborski W. Motor skills, cognitive development and balance functions of children with Down syndrome. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine** 2013; 20(4): 803-6.

Malenka RC. Long-Term Potentiation-A Decade of Progress? **Science** 1999;285(5435):1870-1874.

Mayo NE. The effect of physical therapy for children with motor delay and cerebral palsy. A randomized clinical trial. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation** 1991; 70(5) :258-267.

Mayston MJ. The Bobath concept- Evolution and application. In: H Forssberg, H. Hirschfeld, editors. *Movement Disorders in Children (Medicine and Sport Science)*. Basel: Karger, 1992.

Medina JA, Netto TL, Muszkat M, Medina AC, Botter D, Orbetelli R, Scaramuzza LF, Sinnes EG, Vilela M, Miranda MC. Exercise impact on sustained attention of ADHD children, methylphenidate effects. **Atten Defic Hyperact Disord** 2010; 2(1): 49-58.

Memišević H, Mačak A. Fine motor skills in children with Down syndrome. **Specijalna Edukacija i Rehabilitacija** 2014; 13(4): 365-377.

Mihçı E, Akçurin G, Eren E, Kardelen F, Akçurin S, Keser İ, Ertuğ H. Evaluation of congenital heart diseases and thyroid abnormalities in children with Down syndrome. **Anatolian Journal of Cardiology** 2010;10(5).

Miller LJ, Anzalone ME, Lane SJ, Cermak SA, Osten ET. Concept evolution in sensory integration: a proposed nosology for diagnosis. ***Am J Occup Ther*** 2007;61(2): 135-140.

Morris JK, Alberman E, Mutton D, Jacobs P. Cytogenetic and epidemiological findings in Down syndrome: England and Wales 1989-2009. ***Am J Med Genet*** 2012; 158: 1151-1157 (2012).

Morris JK, Wald NJ, Mutton DE, Alberman E. Comparison of models of maternal age-specific risk for Down syndrome live births. ***Prenat Diagn*** 2003; 23:252-258.

Myers BA, Pueschel SM. Psychiatric disorders in persons with Down syndrome. ***J Nerv Ment Dis*** 1991;179: 609-613.

Nagaoka SI, Hassold TJ, Hunt PA. Human aneuploidy: mechanisms and new insights into an age-old problem. ***Nat Rev Genet*** 2012; 13: 493-504.

Neimann H, Ruff RM, Baser CA. Computer-assisted attention training in head injured individuals: A controlled efficacy study of a outpatient program. ***Journal of Clinical and Consulting Psychology*** 1990; 58: 811-817.

Nommensen A, Maas F. Sensory integration and Down's syndrome. ***British Journal of Occupational Therapy*** 1993; 56(12): 451-454.

Nussbaum RL, McInnes RR, Willard HF. Thompson & Thompson Genetics in Medicine, 6th edn. Philadelphia: W.B. ***Saunders Company*** 2001; 157-162.

Ottenbacher KJ, Biocca Z, DeCremer G, Gevelinger M, Jedlovec KB, Johnson M. B. Quantitative Analysis of the Effectiveness of Pediatric Therapy. Emphasis on the Neurodevelopmental Treatment Approach. ***Physical Therapy*** 1986; 66(7):1095-1101.

Oxelgren UW, Myrelid Å, Annerén G, Ekstam B, Göransson C, Holmbom A, Fernell E. Prevalence of autism and attention-deficit-hyperactivity disorder in Down syndrome: a population-based study. ***Developmental Medicine & Child Neurology*** 2017; 59(3): 276-283.

Parhoon K, Parhoon H, Movallali G. Effectiveness of training sensory stimulation on gross motor skills of 5-7 years old children with Down syndrome. ***International Journal of Academic Research in Psychology*** 2014.

Parker AW, James B. Age changes in the flexibility of Down's syndrome children. ***Journal of Mental Deficiency Research*** 1985; 29: 207-218.

Parker SE, Mai C, Canfield MA, Rickard R, Wang Y, Meyer RE, Correa A. Updated national birth prevalence estimates for selected birth defects in the United States, 2004–2006. ***Birth Defects Research Part A: Clinical and Molecular Teratology*** 2010; 88(12): 1008-1016.

Pavarino Bertelli EC, Biselli JM, Bonfim D, Goloni-Bertollo EM. Clinical profile of children with Down syndrome treated in a genetics outpatient service in the southeast of Brazil. ***Rev Assoc Med Bras*** 2009; 55: 547-52.

Pereira K, Basso RP, Lindquist ARR. Infants with Down syndrome: Percentage and age for acquisition of gross motor skills. ***Res Dev Disabil*** 2013; 34: 894-901.

Pfeiffer BA, Koenig K, Kinnealey M, Sheppard M, Henderson L. Effectiveness of sensory integration interventions in children with autism spectrum disorders: A pilot study. *Am J Occup Ther* 2011; 65: 76-85.

Pınar L. Sinir ve Kas Fizyolojisi Temel Bilgileri. *Efil Yayınevi*, Ankara, 2010.

Piper MC, Darrah J. Motor assessment of the developing infant. Philadelphia: PA: W.B. *Saunders Company*, 2010.

Piper, MC, Darrah J, Maguire TO, Redfern L. Motor assessment of the developing infant. Philadelphia: *Saunders*, 1994.

Porter MA, Coltheart M, Langdon R. The neuropsychological basis of hypersociability in Williams and Down syndrome. *Neuropsychologia* 2007; 45: 2839–2849.

Reynolds S, Lane SJ, Richards L. Using animal models of enriched environments to inform research on sensory integration intervention for the rehabilitation of neurodevelopmental disorders. *J Neurodev Disord* 2010; 2: 120-132.

Rowe J, Lavender A, Turk V. Cognitive executive function in Down's syndrome. *Br J Clin Psychol* 2006; 45: 5– 17.

Ruiz-González L, Lucena-Antón D, Salazar A, Martín-Valero R, Moral-Munoz JA. Physical therapy in Down syndrome: systematic review and meta-analysis. *Journal of Intellectual Disability Research* 2019; 63(8): 1041-1067.

Russell D, Palisano R, Walter S, Rosenbaum LP, Gemus M, Gowland C, Galuppi EB, Lane M. Evaluating motor function in children with Down syndrome: Validity of the GMFM. *Developmental Medicine & Child Neurology* 1998; 40(10): 693-701.

Sadati A, Sazmand AH, Mirzaei H, Karimlou M. Investigation of gross motor activities effect on attention process of boy students with Down Syndrome who are 8 to 12 years old. *Archives of Rehabilitation* 2009; 10(3).

Sadati FS, Abasi S. The effectiveness of sensorimotor integration in improving motor skills in students with learning disabilities. *Motor Behavior* 2017: 105-118.

Sartain CV, Hunt PA. An old culprit but a new story: bisphenol A and "NextGen" bisphenols. *Fertil Steril* 2016; 106: 820-826.

Schaaf RC, Benevides T, Mailloux Z, Faller P, Hunt J, van Hooydonk E, Freeman R, Leiby B, Sendekci J, Kelly D. An intervention for sensory difficulties in children with autism: A randomized trial. *J Autism Dev Disord* 2014; 44: 1493-1506.

Schaaf RC, Dumont RL, Arbesman M, May-Benson TA. Efficacy of occupational therapy using Ayres sensory integration: A systematic review. *Am J Occup Ther* 2018; 72.

Schoen SA, Lane SJ, Mailloux Z, May-Benson T, Parham LD, Smith Roley S, Schaaf RC. A systematic review of Ayres Sensory Integration intervention for children with autism. *Autism Res* 2019; 12: 6-19.

- Schott N, Holfelder B. Relationship between motor skill competency and executive function in children with Down's syndrome. *J Intellect Disabil Res* 2015; 59(9): 860-72.
- Shamsoddini AR, Hollisaz MT. Effect of sensory integration therapy on gross motor function in children with cerebral palsy. *Iranian Journal of Child Neurology* 2009; 3(1): 43-48.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. Dynamics of postural control in the child with Down syndrome. *Physical Therapy* 1985; 65: 1315-1322.
- Skallerup SJ. Babies with Down syndrome. A new parents's guide. Bathesda: **Woodbine House**, 2008
- Smith Roley S, Mailloux Z, Miller-Kuhaneck H, Glennon T. Understanding Ayres' sensory integration, 2007.
- Sohlberg MM, Mateer CA. Effectiveness of an attention training program. *Journal of Clinical Experimental Neuropsychology* 1987; 19: 117-130.
- Sohlberg MM, McLughlin K, Pavase A, Heidrich A, Poser M. Evaluation of attention process training and brain injury education in persons with acquired brain injury. *Journal of Clinical Experimental Neuropsychology* 2000; 22: 656-676.
- Spanò M, Mercuri E, Randò T, Pantò T, Gagliano A, Henderson S, Guzzetta F. Motor and perceptual motor competence in children with Down syndrome: variation in performance with age. *Eur J Pediatr Neurol* 1999; 3: 7-13.
- Stroop JR. Stroop color word test. *Journal of Experimental Physiology* 1935; 18: 643-662.
- Subramaniam, A. Sensory processing in children with Down syndrome. State University of New York at Buffalo, 2009.
- Thomas AG, Dennis A, Bandettini PA, Johansen-Berg H. The effects of aerobic activity on brain structure. *Front Psychol* 2012; 3: 86.
- Torfs CP, Christianson RE. Socioeconomic effects on the risk of having a recognized pregnancy with Down syndrome. Birth Defects Res. *A Clin Mol Teratol* 2003; 67: 522-528.
- Troyer LB. Sensory Motor Integration a Basis for Planning Occupational Therapy. *American Journal of Occupational Therapy* 1961; 15(2): 54-55.
- Tsoralakis N, Evaggelinou C, Grouios G, Tsorbatzoudis C. Effect of intensive neurodevelopmental treatment in gross motor function of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2004;46(11):740-5.
- Tul N, Verdenik I, Srsen TP, Antolic ZN. P31.05: incidence of Down syndrome in Slovenia in the last 15 years. *Ultrasound Obstet. Gynecol* 2007; 30: 569-570.
- Uinas R, Precht W. Vestibulocerebellar input: physiology. *Prog Brain Res* 1972; 37: 341-59.
- Ulrich DA, Ulrich BD, Angulo-Kinzler RM. Treadmill training of infants with Down syndrome: evidence-based developmental outcomes. *Pediatrics* 2001; 108(5):84.

Uyanik M, Bumin G, Kayihan H. Comparison of different therapy approaches in children with Down syndrome. *Pediatrics International* 2003; 45(1): 68-73.

Uyanik, M, Kayihan H. Down syndrome: sensory integration, vestibular stimulation and neurodevelopmental therapy approaches for children. Stone JH, Blouin M. *International Encyclopedia of Rehabilitation* 2010;9.

Veličković TD, Perat MV. Basic Principles of the Neurodevelopmental Treatment. *Rijeka: Croatian Medical Association*, 2005.

Vicari S. Memory development and intellectual disabilities. *Acta Paediatrica* 2004; 93: 60-63.

Virji-Babul N, Kerns K, Zhou E, Kapur A, Shiffrar M. Perceptual-motor deficits in children with Down syndrome: implications for intervention. *Down Syndr Res Pract* 2006; 10: 74-82.

Wang PP, Doherty S, Rouke SB, Bellugi U. Unique profile in visuo-perceptual skills in a genetic syndrome. *Brain Cognition* 1995; 29: 54-65

Weijerman ME, Winter P. The care of children with Down syndrome. *Eur J Pediatr* 2010; 169: 1445-52.

Wester Oxelgren U, Myrelid Å, Annerén G, Westerlund J, Gustafsson J, Fernell E. More severe intellectual disability was found in teenagers than younger children with Down syndrome. *Acta Paediatrica* 2018; 108: 961-6.

Williamson GG, Anzalone ME. Sensory systems and sensory integration. *Sensory Integration and Self Regulation in Infants and Toddlers: Helping Very Young Children Interact With Their Environment* 2001; 1-15.

Winders PC. Gross motor milestone statistics. In: *Gross motor skills in children with Down syndrome: A guide for parents and professionals*, **Woodbine House**, Baltimore 1997: 228.

Zanon MA, Porfírio G, Riera R, Martimbianco A. Neurodevelopmental treatment approaches for children with cerebral palsy. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2018;(8).

Zimmer M, Desch L, Rosen LD, Bailey ML, Becker D, Culbert TP, Adams RC. Sensory integration therapies for children with developmental and behavioral disorders. *Pediatrics* 2012; 129(6): 1186-1189.

9.EKLER

Ek-1 Yayın

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12) - ... Page 1 of 2

From November 20 to December 20, 2020
40% discount on individual online subscriptions

EDIZIONI MINERVA MEDICA

journals and books on medicine since 1909

HOME ABOUT US JOURNALS BOOKS SERVICES CONTACT US ONLINE SUBMISSION

English Italian

Login Not yet registered? Register

Search Advanced Search

Home > Journals > Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche > Past Issues > Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12)



COVID-19 RESOURCES

YOUR ACCOUNT
Update your registration details
Modify your password

YOUR ORDERS
Order to be completed
Completed orders

SHOPPING BASKET
Items: 0
Total amount: € 0,00

Order details and checkout
HOW TO ORDER

Journals
Books

YOUR SUBSCRIPTIONS
Activate
View

Contact subscriptions department
YOUR ARTICLES
View

YOUR EBOOKS
View

COUPON

Enable your coupon

ACCESSIBILITY
Standard viewing
Larger font
Text only
High-contrast layout

ISSUES AND ARTICLES ABOUT THIS JOURNAL FOR AUTHORS SUBSCRIBE

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12)

ORIGINAL ARTICLE

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12):671-6

The effect of fatigue in hip abductor muscles on balance in healthy young adults: a preliminary case series
Metehan YANA, Ismail SARAÇOĞLU *, Yusuf EMUK, Ozge K. YENILMEZ

Abstract HTML PDF

ORIGINAL ARTICLE

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12):677-82

Epidemiology of sport trauma: a prospective study
Maryam AMERI, Kamran AGHAKHANI, Azadeh MEMARIAN *, Ebrahim AMERI

Abstract HTML PDF

ORIGINAL ARTICLE

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12):683-8

Global DNA methylation is stable across time and following acute exercise
James W. NAVALTA *, Mihaela A. CIULEI, Ramires A. TIBANA, Fabricio A. VOLTARELLI, Jonato PRESTES, John C. YOUNG

Abstract HTML PDF

ORIGINAL ARTICLE

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12):689-95

Conducting an epidural analgesia in University Hospital Center "Sisters of Mercy": Croatian experience
Katarina KLJČAN-JAIĆ, Ivana ROSO *, Maja PEŠIĆ, Ivka DJAKOVIĆ, Nada BILIĆ

Abstract HTML PDF

ORIGINAL ARTICLE

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12):696-700

Daily dietary sodium intake in elite and amateur basketball and volleyball athletes
Nikolaos I. KOSTOPOULOS *

Abstract HTML PDF

ORIGINAL ARTICLE

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12):701-6

Vitamin D as a predictor of arrhythmia recurrence after balloon cryoablation
Levent CERIT *, Aziz GÜNSEL, Zeynep CERIT, Bilal GEDİZ, Hamza DUYGU

Abstract HTML PDF

ORIGINAL ARTICLE

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12):707-14

Determinants of male child circumcision in Jordan: a cohort study
Eman F. BADRAN *, Luay AL NOURI, Abeer ALASSAF, Rola S. SAQAN, Rasha ODEH

Abstract HTML PDF

ORIGINAL ARTICLE

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12):715-7

Study of erectile function after surgical repair of penile fracture
Sasan MEHRABI, Reza DEGHANI ATHAR *, Farhad SABZVAND, Naser SHAMS, Sedigheh JOUGHEDOUST, Mahmood REZAEI

Abstract HTML PDF

ORIGINAL ARTICLE

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12):718-25

The effects of *Alhagi maurorum* on the liver properties and histological changes in diabetic rats
Shahrivar TAHMOORES, Mokhtari MOKHTAR *, Alipour VALLY

Abstract HTML PDF

ORIGINAL ARTICLE

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12):726-33

Young soccer players' (U15) maturity status and achieved level according to birth quarters



JOURNAL TOOLS

eTOC

To subscribe **PROMO**

Submit an article

Recommend to your librarian

<https://www.minervamedica.it/en/journals/gazzetta-medica-italiana/issue.php?cod=R22...> 9.12.2020

Isabel FRAGOSO, João FERREIRA, Luís M. MASSUÇA *

[Abstract](#) [HTML](#) [PDF](#)

CASE REPORT

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12):734-6

Perinatal outcome of infants with congenital diaphragmatic hernia: two case reports

Iva PITNER *, Vesna GALL, Lorita MIHOVILOVIĆ PRAJZ, Ivka DJAKOVIĆ, Jakov MAMIĆ, Vesna KOŠEĆ

[Abstract](#) [HTML](#) [PDF](#)

CASE REPORT

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12):737-40

Efficacy of subcutaneous oxygen-ozonated therapy in the treatment of lichen sclerosus vulvar lesions

Ida FERRARA *, Ilaria CIARDIELLO

[Abstract](#) [HTML](#) [PDF](#)

CASE REPORT

Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche 2018 December;177(12):741-4

Vaginal health index score and urogenital syndrome of menopause

Raffaella DI PACE *, Rosalba PORTUESI

[Abstract](#) [HTML](#) [PDF](#)

[top of page](#)

Copyright © 2020 Edizioni Minerva Medica
[Corporate information](#) [Privacy policy](#) [Terms and conditions](#)

ORIGINAL ARTICLE

The effect of fatigue in hip abductor muscles on balance in healthy young adults: a preliminary case series

Metehan YANA¹, İsmail SARAÇOĞLU^{2*}, Yusuf EMUK³, Ozge K. YENILMEZ⁴

¹Division of Physiotherapy and Rehabilitation, Faculty of Health Science, Karabuk University, Karabuk, Turkey;

²Division of Physiotherapy and Rehabilitation, School of Health Science, Dumlupınar University, Kutahya, Turkey;

³Division of Physiotherapy and Rehabilitation, Faculty of Health Science, İzmir Katip Celebi University, İzmir, Turkey;

⁴Fizyoterad Physical Therapy and Rehabilitation Center, Denizli, Turkey

*Corresponding author: İsmail Saracoglu, Division of Physiotherapy and Rehabilitation, School of Health Science, Dumlupınar University, Kutahya, Turkey. E-mail: ismail.saracoglu@dupu.edu.tr

ABSTRACT

BACKGROUND: The association of hip abductor muscle strength and postural control firmly established, however; the correlation of medial-lateral (M-L) sway, anterior-posterior (A-P) sway and center of pressure (CoP) is still controversial. In this context, the aim of this study was to analyze whether the fatigue of hip abductor muscle has an effect postural control or not.

METHODS: Seven healthy young adults (mean age 27.9) are voluntarily included this study. Participants followed a fatiguing protocol that involved hip-abduction exercise against the resistance performed by Cybex. The baseline and post fatigue measurements of single-leg static balance with CoP measurement by RSscan.

RESULTS: After hip abductor muscle fatigue protocol, the mean M-L sway ($P=0.046$), A-P sway ($P=0.028$) and CoP values ($P=0.043$) increased significantly when compared to pre-fatigue measurements.

CONCLUSIONS: This study showed that fatigue in hip abductor might increase the CoP on single leg balance in young adult healthy participants. The results of the current study, also identified significant postural sway increase in sagittal plane when compared to frontal plane. Further robust studies, which have large sample sizes, need to evaluate the association the hip abductor muscle fatigue on postural stability.

(Cite this article as: Yana M, Saraçoğlu İ, Emuk Y, Yenilmez OK. The effect of fatigue in hip abductor muscles on balance in healthy young adults: a preliminary case series. Gazz Med Ital - Arch Sci Med 2018;177:000-000. DOI: 10.23736/S0393-3660.17.03687-7)

KEY WORDS: Postural balance - Exercise - Fatigue - Hip.

The ability to maintain postural control is a crucial component to provide functional independence in the most of daily life activities.¹ Postural control is defined as the “*maintenance of the body's center of gravity within its base of support during stance or the active movements.*”² Dysfunction of postural control mechanisms is a key problem in individuals with orthopedic and neurologic disorders.³⁻⁵ In this context, the balance impairments were associated with patho-

logic conditions, aging, altered neuromuscular control and muscle fatigue.⁶

Muscle fatigue is related to a decline in tension capacity or force output after repeated muscle contraction.⁷ Several studies were evaluated the association between muscular fatigue and postural control in different populations.⁸⁻¹⁰ For instance, Gribble and Hertel⁸ conducted their study to examine the association of fatigue at the hip and ankle during frontal plane movements

on postural control during single-leg stance on thirteen healthy participants (mean age: 21.4 ± 2.1 years). They concluded that reduction of hip muscle power led to postural control impairments in the sagittal and frontal planes. According to their findings, more proximal musculature impairs postural control greater than distal musculature fatigue, and hip abductor muscle fatigue has greater increase on the frontal plane. In other study, McMullen *et al.*¹¹ conducted a study on 36 healthy participants (mean age: 22 ± 3.64 years) and they stated that fatigue of hip abductor muscle were negatively affected the dynamic balance due to insufficient pelvic stabilization. However, they stated that dysfunction of this muscle greatly affected the sagittal-plane movement. Additionally, their study results represented that men and women had similar measurements of postural control after fatigue protocol.¹¹

According to literature, the association of hip abductor muscle strength and postural control firmly established, however; the correlation of medial-lateral (M-L) sway, anterior-posterior (A-P) sway and center of pressure (CoP) is still controversial. In this context, the aim of this study was to analyze whether the fatigue of hip abductor muscle has an effect on these parameters or not.

Materials and methods

Participants

The researchers obtained required permissions from the Research Committee of their Institution. In accordance with the Helsinki Declaration, informed consent was obtained from all participants. Seven healthy young adults (mean age: 29.42 ± 2.37) are voluntarily included this

testing protocol. Anthropological Data and Participants' characteristics are shown in Table I. The participants are excluded who have left leg dominant and pre-existing orthopedic or musculoskeletal conditions.

Study protocol

The study protocol is conducted on four steps; anthropological measurements, baseline measurement, fatigue protocol and re-test measurement. According to this organization, one group of assessors undertook the anthropological measurements and recorded them directly onto the data collection sheet. Shoe size, age, and dominance leg were established by asking the participant. Height using a standard stadiometer in cm was taken with the participant standing barefoot. Participants' weight (kg) is scaled by using Weymed electronic scales with the participant barefoot in lightweight clothing (Figure 1). Hip abduction PROM was measured according to Clarkson¹² using a single standard universal goniometer in supine position. A strap to secure the pelvis was placed the ASIS for control of pelvic movement, and the contralateral limb was moved into abduction to allow full range of adduction of tested limb. This measurement was divided in half and the limb moved to 50% of the range for Hand Held Dynamometer (HHD) strength test (Figure 1). The anthropological measurements were taken to allow for normalization of HHD strength parameters.

Lafayette model HHD was used to test strength of hip abductor. Each individual measurement process was set up an audible start/stop sound of 5 second duration for force production. The HHD was placed at the junction of the proximal 2 thirds and distal third of the shank with the participant in the same position as for the PROM measurements. A verbal prompt "ready-steady-go" was given to indicate a lead into the force production phase. During the test, participants were encouraged to generate maximum force and to sustain effort until the audible stop sound. HHD was taken three times utilizing the make technique. The first was a practice the second and third were recorded on the data sheet.

Isokinetic measurements of muscle force generation were obtained by using the Cybex dyna-

TABLE I.—*Anthropological information.*

Subject #	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	Gender	Shoe size (UK)
1	32	166	61	F	5
2	30	162	40.8	F	5
3	27	189	106.4	M	11
4	27	177	83.85	M	8
5	32	189	96.5	M	12
6	27	177.5	69.3	F	6.5
7	31	171	56.3	F	7



Figure 1.—A-D) Anthropological measurements.

momometer connected to software computer. In test position, the subjects were placed left side-lying on the dynamometer testing table. The axis of the dynamometer lever arm was aligned by visual inspections and manual palpations. The resistance pad was positioned at the subject's lateral femoral epicondyle and was secured to the thigh with a strap. Additional straps were used to stabilize the trunk and pelvis to the testing table. The participants kept table handle with their right hand and left hand is positioned under head. Five repetitive hip abduction movements were performed against the resistance of the Cybex and the peak value is recorded *via* Cybex software computer. Abductor muscles fatigue protocol was set up according to this measurement. The fatigue protocol is done with repetitive hip abduction against the resistance of the Cybex machine in the same position as for the isokinetic strength test. When participant has reduced his/her capacity to push the Cybex arm to 50% of peak force, the fatigue protocol immediately was stopped and single leg standing measured again on the RSscan (Figure 2).

Participants performed dynamic balance testing while standing barefoot on the dominant limb, remaining as still as possible. They were instructed to maintain a single leg balance on the test leg with their eyes open while concentrating on a point at eye level on the wall. Measurements of balance test included the M-L sway, A-P sway and CoP readings and the data from this measurement collected with RSscan force plate software and recorded onto the data collection sheet. The readings were taken twice; once prior to fatigue protocol and once after this protocol (Figure 2).



Figure 2.—A, B) Test protocol.

Data analysis

The Lafayette model HHD Manual Muscle Test System output was set to kg, therefore, the data treatment needed to calculate the muscle force in Newton. Following the measurement of muscle strength with HHD, the kg was converted to Newton with the following conversion $1 \text{ kg} = 9.81 \text{ N}$ in accordance with the manufacturer's instructions. Torque is the product of the force applied times the distance between hip joint and the placement of the HHD. The mean abductor moment torque is calculated for each subject and these values were normalized to body weight (kg) to enable a comparison between subjects. To normalize this data for comparability conversion to torque per kg of body weight (Nm/kg) following the manufacturer's instructions (Lafayette manual muscle test system Model 01163) as follows:

Normative strength = (MMT reading \times distance) / body weight

The measurement of muscle strength was performed with isokinetic dynamometer and the peak torque values were identified for each of the trials and normalized to each subject's body weight (kg). This normalization will provide comparative data between participants. This method has been used previously to compare results between subjects.¹³ Mean peak hip abductor strength obtained *via* Cybex will represent as the maximal achievable force and 50% of this moment value was calculated to conduct fatigue protocol.

M-L sway, A-P sway and CoP readings from RSscan software were recorded for each individual. The mean change between pre- and post- fatigue protocol were calculated for each parameter. The percentage of increase on M-L, A-P sways and CoP also separately analyzed to provide comparative data between parameters.

Statistical analysis

The data obtained as a result of this study were analyzed using SPSS 24.0 statistics software. The mean values and standard deviation of data were calculated. The level of significance in statistical analyses was set at 0.05. The Wilcoxon signed rank test was used to compare the mean M-L sway, A-P sway and CoP values between before and after fatigue protocol.

Results

HHD strength measurement

Table II represent hip abductor moments torque (Nm) of each individual and the normalized val-

TABLE II.—*Hip abductor muscle torque HHD.*

Subject #	HHD first run	HHD second run	Mean torque (Nm)	Normalized data (Nm/kg)
1	91.19	100.25	95.72	1.57
2	18.88	31.93	25.41	0.62
3	97.94	86.08	92.01	0.86
4	95.35	76.28	85.82	1.02
5	32.98	52.71	42.85	0.44
6	32.43	31.69	32.06	0.46
7	106.22	90.89	98.56	1.75

HHD: hand-held dynamometer.

TABLE III.—*Peak hip abductor moments Cybex.*

Subject #	Cybex hip abductor strength (Nm)	Normalized torque (Nm/kg)
1	72	1.18
2	37	0.91
3	135	1.27
4	134	1.60
5	129	1.34
6	91	1.31
7	42	0.75

ues (Nm/kg). Although mean abductor muscle torque of male participants (subjects 3, 4, 5) is higher than female group (male: 73.56 > female: 62.93), mean normalized muscle torque of female participants (subjects; 1, 2, 6, 7) is higher when compared with male group (female: 1.1 > male: 0.77). Subject 7 has highest value both for abductor moment torque and normative muscle strength parameters.

Isokinetic dynamometer

Table III presents the peak hip abductor moment (Nm) of each subject and the normalized values (Nm/kg). Mean absolute and normalized peak hip abductor strength are greater for the male group (subject 3, 4, and 5) (absolute moment; 132.66 Nm, normalized moment; 1.40 Nm/kg) when compared to female group (subject 1, 2, 6, and 7) (absolute moment; 60.5 Nm, normalized moment; 1.04 Nm/kg). Only subject 6 (female) of normalized muscle torque is higher than subject 3 (male). Except from this finding, each male participant has greater results when individually compared with female subjects for both of absolute and normalized values.

TABLE IV.—*RSscan outcomes M-L sway, and A-P sway (mm), CoP (mm2).*

Subject #	RSscan readings					
	Before fatigue protocol			After fatigue protocol		
	M-L	A-P	CoP	M-L	A-P	CoP
1	23	29	717	23	26	779
2	25	25	705	24	35	876
3	21	21	746	25	49	939
4	25	19	640	30	40	558
5	42	37	763	58	49	1096
6	16	24	510	23	47	844
7	14	25	497	52	66	1266

A-P: anterior-posterior sway; M-L: medial-lateral sway; CoP: center of pressure.

RSscan outcome

Table IV shows M-L sway (mm), A-P sway (mm) and CoP (mm²) values of each individual obtained from RScan foot pressure system in before and after fatigue protocol.

M-L sway of five subjects (3, 4, 5, 6, and 7) increased between pre and post fatigue protocol, however, two subjects had different characteristic of M-L sway change (1, and 2). Subject 1 had 23-mm M-L sway in single leg balance test before protocol, and contrary to general, there was no change after protocol (post-fatigue M-L sway; 23 mm). Additionally, subject 2 of M-L sway decreased 4% after fatigue protocol. The greatest increase of M-L sway was observed from subject 7 with 271.42% and the smallest increase was observed from subject 3 with 19.05%.

Majority of subjects (except for subject 1) had higher post measurement of A-P sway value when compared to baseline measurement. Only subject 1 of A-P sway decreased in the ratio of 10.34%. The greatest change was observed from subject 7 (ratio; 164%), and subject 5 had the smallest increase in the ratio of 32.43%. Only subject 4 had a decrease on Cop reading in ratio of 12.81%. Apart from this finding, CoP value (mm²) of all subjects increased in post protocol measurement compared to baseline measurement. The greatest change was identified from subject 7 with 154.73%.

Table V represents pre and post measurement of the mean change values for all parameters. According to baseline measurement, the mean M-L sway was calculated as 23.71 mm, A-P sway was 25.71 mm, and CoP was 654 mm². After hip abductor muscle fatigue protocol, the mean M-L sway (P=0.046), A-P sway (P=0.028) and CoP values (P=0.043) increased significantly when compared to pre-fatigue measurements.

TABLE V. RSscan outcomes for before and after fatigue protocol.

Parameter	Before protocol	After protocol	P value
M-L sway, mm	23.71±9.12	33.57±14.93	0.046*
A-P sway, mm	25.71±5.90	44.57±12.66	0.028*
CoP, mm ²	654.0±109.92	908.28±226.83	0.043*

A-P: anterior-posterior; M-L: medial-lateral; CoP: center of pressure. *P<0.05.

Discussion

This case series examined the effect of acute fatigue of the hip abductors on the control of balance in young adults. The hypothesis of this study was that the fatigue in hip abductor muscles will increase the CoP value on single leg balance test in healthy participants and results of the current case series study supported this hypothesis. The baseline measurement of CoP was 654 mm² and after fatigue protocol CoP was 908.28 mm² (increase ratio; 38.88%). Previous authors have reported similar findings of altered postural control following fatigue in the lower extremity muscles.^{7,14,15} In this context, our results demonstrated the comparative data for previous studies. The changes we observed in this study indicated the importance of the hip abductor muscle in lower extremity stabilization and postural control.¹¹ Additionally, the researchers indicated that balance and functional task performance were impaired with fatigue which might increase risk of fall in older adults.¹⁶ Lee *et al.*¹³ were associated that individuals with fatigue in hip abductor muscles exhibited a shift toward utilizing an ankle strategy to maintain balance. Theoretically, this strategy might increase risk for musculoskeletal injury.^{7,16}

The secondary aim this study was to evaluate whether fatigue in hip abductor muscle has greater change in frontal plane (M-L sway) than sagittal plane (A-P). In this context, the dynamic postural sway in frontal plane increased in the ratio of 73.36%, and the anteroposterior sway increased in the ratio of 98.55% when compared to baseline measurement. Therefore, the results of current study show a greater change in sagittal plane contrary to secondary hypothesis of the study. Salavati *et al.*⁶ conducted a study on 20 participants to evaluate the association between the frontal mover muscles and postural stability and they stated that fatigue of the frontal movers is greatly associated with postural instability in the frontal plane (P=0.04). However, this conclusion was made taking account of the proximal and distal of limb muscles, therefore; local muscle fatigue on postural stability need to be assessed in health and disease. In other study, Lee and Powers¹⁷ concluded that individuals with fatigue of hip abductor muscle showed in-

creased medial-lateral postural sway (in the ratio of 19.4%). The different findings may have occurred due to the use of different measurement protocols and small sample size of our study.

There are some limitations in the current study. The major limitation of our case series was small sample size ($N=7$), which might affect validity and reliability of the study. Addition to this, using external belt-fixation might improve inter-tester reliability of a hand-held dynamometer.¹⁸ In this study, however; goniometric measurements and isometric muscle tests are performed hand hold method by qualified physiotherapists which might be another limitation of our study. Due to set of data collection section, the muscle strength test and baseline measurement of single leg balance test performed in the same day which might influence the muscle fatigue on the balance test.¹³

Conclusions

This study showed that fatigue in hip abductor might increase the CoP on single leg balance in young adult healthy participants. The results of the current study also identified significant postural sway increase in sagittal plane when compared to frontal plane. However, due to the small sample size, anomalous data and the limitations of the methods, no firm conclusion can be drawn from the current study. Further studies are needed to evaluate the association the hip abductor muscle fatigue on postural stability.

References

1. Daubney ME, Culham EG. Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Phys Ther* 1999;79:1177-85.
2. Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in the elderly: a review. *Neurobiol Aging* 1989;10:727-38.
3. Cameron MH, Lord S. Postural control in multiple sclerosis: implications for fall prevention. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2010;10:407-12.
4. Geuze RH. Postural control in children with developmental coordination disorder. *Neural Plast* 2005;12:183-96.
5. Wikstrom EA, Fournier KA, McKeon PO. Postural control differs between those with and without chronic ankle instability. *Gait Posture* 2010;32:82-6.
6. Salavati M, Moghadam M, Ebrahimi I, Arab AM. Changes in postural stability with fatigue of lower extremity frontal and sagittal plane movers. *Gait Posture* 2007;26:214-8.
7. Gribble PA, Hertel J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:589-92.
8. Gribble PA, Hertel J. Effect of hip and ankle muscle fatigue on unipedal postural control. *J Electromyogr Kinesiol* 2004;14:641-6.
9. Patrek MF, Kermozeck TW, Willson JD, Wright GA, Doberstein ST. Hip-abductor fatigue and single-leg landing mechanics in women athletes. *J Athl Train* 2011;46:31-42.
10. Springer BK, Pincivero DM. The effects of localized muscle and whole-body fatigue on single-leg balance between healthy men and women. *Gait Posture* 2009;30:50-4.
11. McMullen KL, Cosby NL, Hertel J, Ingersoll CD, Hart JM. Lower extremity neuromuscular control immediately after fatiguing hip-abduction exercise. *J Athl Train* 2011;46:607-14.
12. Clarkson HM. *Musculoskeletal assessment: joint motion and muscle testing*. Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2013.
13. Lee SP, Souza RB, Powers CM. The influence of hip abductor muscle performance on dynamic postural stability in females with patellofemoral pain. *Gait Posture* 2012;36:425-9.
14. Lee SP, Powers C. Fatigue of the hip abductors results in increased medial-lateral center of pressure excursion and altered peroneus longus activation during a unipedal landing task. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2013;28:524-9.
15. Negahban H, Etemadi M, Naghibi S, Emrani A, Shaterzadeh Yazdi MJ, Salehi R, *et al*. The effects of muscle fatigue on dynamic standing balance in people with and without patellofemoral pain syndrome. *Gait Posture* 2013;37:336-9.
16. Helbostad JL, Sturnieks DL, Menant J, Delbaere K, Lord SR, Pijnappels M. Consequences of lower extremity and trunk muscle fatigue on balance and functional tasks in older people: a systematic literature review. *BMC Geriatr* 2010;10:56.
17. Lee SP, Powers CM. Individuals with diminished hip abductor muscle strength exhibit altered ankle biomechanics and neuromuscular activation during unipedal balance tasks. *Gait Posture* 2014;39:933-8.
18. Thorborg K, Bandholm T, Hölmich P. Hip- and knee-strength assessments using a hand-held dynamometer with external belt-fixation are inter-tester reliable. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21:550-5.

Conflicts of interest.—The authors certify that there is no conflict of interest with any financial organization regarding the material discussed in the manuscript.

Manuscript accepted: December 4, 2017. - Manuscript received: October 30, 2017.

Review Article

The efficacy of botulinum toxin a lower limb injections in addition to physiotherapy approaches in children with cerebral palsy: A systematic review

Metehan Yana^a, Fadodun Tutuola^b, Sarah Westwater-Wood^c and Erdoğan Kavlak^{d,*}

^aUniversity of Karabük, Faculty of Health Science Karabük, Turkey

^bQueens Medical Centre, Nottingham University Hospital NHS, Nottingham, UK

^cUniversity of Nottingham, Faculty of Medicine & Health Sciences, Nottingham, UK

^dPamukkale University, School of Physical Therapy and Rehabilitation, Denizli, Turkey

Abstract.

BACKGROUND: To assess treatment effect of lower limb botulinum toxin type A (BTX-A) in combination with physiotherapy approaches on gross motor functions in children with cerebral palsy compared with only physiotherapy treatment.

OBJECTIVE: The purpose of this review was to analyze the efficacy botulinum toxin a lower limb injections in addition to physiotherapy approaches in children with cerebral palsy.

METHODS: A literature search was conducted in the following databases: Cochrane, PEDro, PubMed, MEDLINE, AMED and EMBASE. The searches were limited to the period from July 2009 to July 2015. The intervention had to contain BTX-A into the lower limb plus physiotherapy approaches and be compared with only physiotherapy. The methodological quality and clinical relevance were independently assessed by the authors.

RESULTS: The database search resulted in a total of 1521 studies, of which 4 (Level II of evidence) trials were included in this review. The population represented by were age between from 11 month to 15 years. Overall there were 153 children all diagnosed with CP (87 Male, 66 Female).

CONCLUSIONS: The use of BTX-A injections in addition to physiotherapy approaches seems to have positive effect on spasticity and ROM. However, the question of whether the treatment of BTX-A plus physiotherapy has a greater improvement on functional capacity, such as gross motor function or gait parameter than only physiotherapy treatments, was inconclusive. Further investigation by rigorous studies is required.

Keywords: Physiotherapy, cerebral palsy, botulinum toxin type A, GMFCS, GMFM

1. Introduction

Cerebral Palsy (CP) was defined as a number of permanent disorders pertaining to movement and posture development, which induces a number

of restrictions attributed to non-progressive disturbances arising in the brain of the foetus or infant (Bax, Goldstein, Rosenbaum, Leviton, Paneth, Dan, & et al., 2005; Rosenbaum, Paneth, Leviton, Goldstein, Bax, Damiano, & et al., 2007). CP-related motor disorders are commonly seen to go hand-in-hand with disturbances in various other areas, including behaviour, cognition, communication, perception and sensation, for example epilepsy, as well

*Address for correspondence: E. Kavlak, Pamukkale University, School of Physical Therapy and Rehabilitation, Kimikl Kampüsü, 20070 Denizli, Turkey. Tel.: +90 258 2964257; Fax: +90 258 2964246; E-mail: kavlake@hotmail.com.

as secondary musculoskeletal issues (Bax, Goldstein, Rosenbaum, Leviton, Paneth, Dan, & et al., 2005; Rosenbaum, Paneth, Leviton, Goldstein, Bax, Damiano, & et al., 2007). One of the most common causes of physical disability in children is recognised as CP, with prevalence on a global scale amounting to 2-3 per 1000 live births (Oskoui, Coutinho, Dykeman, Jetté, & Pringsheim, 2013; Himmelmann, Ahlin, Jacobsson, Cans, & Thorsen, 2011). CP classifications are commonly based on functional topographical distribution, types of muscle tone, and, motor abilities (Cans, De-la-Cruz, & Mermet, 2008).

When considering topographical classification, this may be explained as the distribution of those body parts affected, which can include, but are not limited to, diplegia (usually the lower extremities more affected), hemiplegia (unilateral distribution) and quadriplegia (involvement of all four limbs) (Sankar, & Mundkur, 2005). Such a classification is widely implemented, regardless of the fact that validity and overall reliability are queried (Bax, Goldstein, Rosenbaum, Leviton, Paneth, Dan, & et al., 2005; Howard, Soo, Graham, Boyd, Reid, Lanigan, & et al., 2005).

The expanded and revised Gross Motor Function Classification System (GMFCS-E&R) is recognised as valuable and reliable in categorising CP children in line with age-centred (0–18 age) gross motor function (Palisano, Rosenbaum, Bartlett, & Livingston, 2008; Russell, Rosenbaum, Avery, & Lane, 2002). The GMFCS-E&R may be defined as an ordinal grading system, comprising five distinct levels spanning I–V, in which there is the description of various self-initiated movement in relation to age group; movements include sitting, standing and walking, for example. Between-level distinctions are made on the basis of an evaluation concerning functional restrictions and capacities, along dependence on assistive technology, such as wheeled mobility and walking aids. Those children assigned to Level I and Level II are usually able to walk without the use of an aid, whilst those of Level III are able to walk with the use of aids but only for a short distance, and therefore commonly opt for wheeled mobility. Children at Level IV are recognised as having restricted motor ability when considering assisted stepping, standing and transfers, whilst those at Level V are entirely dependent on others for transportation, and therefore do not demonstrate antigravity postural control (Russell, Rosenbaum, Avery, & Lane, 2002; Rosenbaum, Palisano, Bartlett, Galuppi, & Russell, 2008).

There is the general categorisation of muscle tone types as ataxic, dystonic/dyskinetic, spastic or mixed (Cans, 2000). In specific regard to spasticity, this may be defined as a velocity-dependent increase in muscle resistance at a time at which there is the stretching or passive movement of the muscle (Sanger, Delgado, Gaebler-Spira, Hallett, & Mink, 2003; Pandyan, Gregoric, Barnes, Wood, Wijck, Burridge, & et al., 2005). This is the most common motor type, and is identified in as much as 80% of CP-diagnosed individuals (Cans, De-la-Cruz, & Mermet, 2008). Those with spastic CP are known to experience a degree of limb stiffness as a result of focal muscular hyperactivity, which subsequently causes awkward or altogether restricted movement. Dystonia/dyskinesia is prevalent amongst 10%–20% of CP individuals, and is recognised by fluctuating muscle tone, which induces slow twisting, and writhing movements, abnormal posture and/or repetitive movement. The least common of CP types is ataxic, where individuals are seen to show poor levels of balance and coordination as a result of low levels of muscle tone (Cans, De-la-Cruz, & Mermet, 2008).

The management of CP spasticity requires a variety of interventions aimed at improving functionality, quality of life, and sustained health, with such methods including physiotherapy, occupational therapy, pharmacological agents, and surgical interventions (Ward, 2002). In regard to the pharmacological approach, botulinum toxin type A (BTX-A) is defined as a serotype of botulinum toxin, created by the Gram-positive bacterium *Clostridium botulinum* (Erbguth, 2008). This potent neurotoxin restricts acetylcholine release from peripheral nerve terminals through synaptic vesicle binding (Tilton, 2009). Neuromuscular conduction interruption through BTX-A causes muscle weakness to be experienced temporarily, which subsequently might cause a reduction in focal spasticity. BTX-A effects are seen to have a duration of an estimated 3 months, with the muscle recovering through the creation of new neuromuscular junctions, referred to as proximal axonal sprouting, along with the regeneration of the original neuromuscular junctions (Tilton, 2009).

BTX-A efficiency in terms of spasticity management in CP is widely recognised in the literature (Garcia Salazar, dos Santos, Pavao, Rocha, & de Russo, 2015; de Souza, Duarte, Franco, Secco, Politti, & Oliveira, 2014). Additionally, a number of past studies providing support for its effectiveness in CP children at levels IV–V (Pin, Elmasry, & Lewis, 2013). Previously there has been a lack of

145 literature considering lower limb BTX-A injections
 146 on gross motor functions in ambulant CP however,
 147 more recently a number of studies have emerged
 148 exploring this area. Ryll et al. 2011 did undertake
 149 a SR including low quality and small sample size of
 150 studies compared the BTX-A injection plus physio-
 151 therapy care versus usual care or physiotherapy (Ryll,
 152 Bastiaenen, De Bie, & Staal, 2011). Therefore this
 153 current study is required to provide current evidence
 154 in the light of the new literature and make recom-
 155 mendation for the clinical use of BTX-A injections in
 156 children with CP. Accordingly, this systematic review
 157 aims at completing an evaluation pertaining to the
 158 effectiveness of the evidence in direct consideration
 159 to the following question: When injected into the
 160 lower limb muscles, does BTX-A, combined with
 161 physiotherapy approaches, achieve a greater degree
 162 of efficiency than physiotherapy care alone in regard
 163 to gross motor functions in CP children at levels
 164 equivalent to GMFCS I–III?

165 2. Methods

166 This systematic review (SR) was conducted
 167 according to principles of Preferred Reporting
 168 Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
 169 (PRISMA) guidelines (Moher, Liberati, Tetzlaff, &
 170 Altman, 2009; Liberati, Altman, Tetzlaff, Mulrow,
 171 Gøtzsche, Ioannidis, & et al., 2009). In combina-
 172 tion with American Academy of Cerebral Palsy and
 173 Developmental Medicine (AACPDm) methodology
 174 for developing systematic reviews of treatment inter-
 175 ventions (Darrah, Hickman, O'Donnell, Vogtle, &
 176 Wiart, 2008).

177 2.1. Search strategy

178 The literature search was performed by two inde-
 179 pendent researchers for studies published in English.
 180 The literature search used the following databases:
 181 The Cochrane Database of Systematic Reviews
 182 and Cochrane Central Register of Controlled Trials
 183 (CENTRAL, The Cochrane Library), the Physiother-
 184 apy Evidence Database (PEDro), PubMed, OVID
 185 MEDLINE, AMED and EMBASE (via OVID).
 186 Search terms were designed to include the popu-
 187 lation of interest ('Cerebral palsy' OR 'CP' OR
 188 'Children with cerebral palsy' OR 'Hemiplegic type
 189 cerebral palsy' OR 'Diplegic cerebral palsy' OR
 190 'Quadriplegic cerebral palsy' OR 'Monoplegia cere-
 191 bral palsy' OR 'Spastic type cerebral palsy') AND
 192 type of intervention ('Botulinum Toxin Type A'

193 OR 'Botulinum Toxin' OR 'Botox' OR 'Dysport'
 194 OR 'Clostridium botulinum Toxin' OR 'Botulinum
 195 Neurotoxin A' OR 'Clostridium Botulinum Toxin
 196 Type A'). In 2011, Ryll et al. (Ryll, Bastiaenen,
 197 De Bie, & Staal, 2011). investigated the comparison
 198 between BTX-A injection with physiotherapy care
 199 and physiotherapy alone in children with CP. There-
 200 fore, the database searched is limited for a period
 201 from July 2009 until July 2015 due to the period
 202 of their database search. Then, the duplication cita-
 203 tions are excluded from initial search. The titles and
 204 abstracts of articles identified in the initial search
 205 were screened against inclusion and exclusion crite-
 206 ria separately by the authors. Additionally, the authors
 207 also reviewed the references of all retrieved articles
 208 for additional relevant literature. When in doubt, the
 209 full text of an article was read to determine its suit-
 210 ability. Any disagreement between the authors was
 211 resolved by the other authors.

212 2.2. Inclusion and exclusion criteria

213 The articles were included based on the following
 214 inclusion criteria:

- Study design was a randomized controlled trial;
- The studies were full text available in English;
- The participants were children aged 0 to 18 years;
- All participants were diagnosed with CP equiv-
 alent to GMFCS level of I, II, or III
- The studies were structured as the interven-
 tion group(s); Botulinum toxin type A applied
 to lower limb muscle(s) in addition to physio-
 therapy approaches, whereas the participants in
 comparison group only received the physiother-
 apy treatment(s)
- They reported the efficacy or effectiveness of the
 intervention, for improving gross motor func-
 tion, using at least one outcome measure of
 motor function by GMFM.

231 The studies were excluded based on the following
 232 inclusion criteria:

- They were non-randomised studies or non-
 controlled studies
- The participants were adult or the data for chil-
 dren participants did not separately calculated
- They reported medical or surgical interventions
- They investigated or compared the effectiveness
 of different doses or type of Botulinum toxin
 injection.

- Participants were not classified according to their GMFCS level and if it was not possible to classify the participants accurately by the authors of this review with information provided in the studies.

2.3. Data extraction and quality appraisal

The AACPDMSR data extraction summary form was used to compile for research design, participants, intervention(s), outcome (categorized relative to ICF-CY domains), results and potential adverse effect. The level of evidence of included studies was graded according to the American Academy for Cerebral Palsy and Developmental Medicine Treatment Outcome Committee (AACPDMTOC) guidelines for the development of systematic reviews. According to this guideline, the quality of each included article was assessed in two steps:

1. Assignment of the level of evidence; the studies was rated from I to V according to the rating system (Table 1). In this context, Level I studies produce results from which definitive conclusions can be made. Level II through Level IV studies report progressively less credible evidence from which only cautious conclusions can be drawn. No definite conclusion can be made from Level V evidence.
2. Evaluation of conduct; studies with the level of I, II, or III were also given a quality assessment score based on the scoring system of the AACPDMTOC guidelines. The evaluation of conduct for included studies was rated using a 7-item questionnaire, with studies scoring 'yes' on between 6 or 7 items rated as strong, on 4 or 5 items rated as moderate, and on three or less items rated as weak (Table 3).

3. Results

The search strategy was applied with limitation of date and language and this initial electronic search resulted in 1521 relevant studies. After duplicates were removed, the titles and abstracts of 851 articles were screened. Of these, 16 full-text articles met initial criteria and were retrieved for review, with 4 studies meeting final inclusion criteria. The flow of studies, and reasons for exclusion at final stage, is summarized in a PRISMA diagram (Fig. 1).

The summary of the included studies were tabulated based on AACPDMSR guidelines in Table 2, including citation, design, evidence level and conduct rating, participants, experimental and control groups intervention. The population represented by were age between from 11 month to 15 years. Overall there were 153 children all diagnosed with CP (87 Male, 66 Female). Diagnosis of CP generally was not detailed; however, MRI was the most common diagnostic procedure in the included studies. In accordance with the inclusion/exclusion criteria there were no children equivalent to GMFCS levels IV and V included in the studies. Two (Kaishou, Tiebin, & Jianning, 2009; Tedroff, Lowing, Haglund-Akerlind, Gutierrez-Farewik, & Forssberg, 2010) of included studies specially classified the participants according to GMFCS levels (number of participants level I; 32, level II; 47, level III; 1). However, two (Liu, Ji, Wu, Zhang, Zeng, & Li, 2014; Chaturvedi, Rai, Chourasia, Goel, Paliwal, Garg, & et al., 2013) of studies do not provide information detail about GMFCS level of participants. One (Chaturvedi, Rai, Chourasia, Goel, Paliwal, Garg, & et al., 2013) of this studies stated that the participants' GMFM score was ranging from 50 to 60. In accordance with this information, the participants are equivalent to GMFCS levels II or III (Russell, Rosenbaum, Avery, & Lane, 2002). Another study's inclusion criteria (Liu, Ji, Wu, Zhang, Zeng, & Li, 2014) defined as the participant who can walk over 10 steps independently (i.e. GMFCS levels I or II) (Russell, Rosenbaum, Avery, & Lane, 2002). The further information was asked via email from co-authors, however, they did not reply.

Researchers investigated the efficacy of BTX-A looked for changes in looked for changes in functional performance, muscle spasticity, ROM, and gait. The outcomes are commonly represented by the ICF-CY components of Functioning and Disability, which is provided in Table 4. For spasticity the Modified Ashworth scale (MAS) was most frequently used, additionally, one study (Kaishou, Tiebin, & Jianning, 2009) is also used Composite spasticity scale (CSS). Range of motion (ROM) outcome of choice in two studies (Kaishou, Tiebin, & Jianning, 2009; Tedroff, Lowing, Haglund-Akerlind, Gutierrez-Farewik, & Forssberg, 2010) was the goniometer; however, one study (Liu, Ji, Wu, Zhang, Zeng, & Li, 2014) is assessed extension angle of hip joints via video and digital imaging technology. Walking ability was evaluated with two outcomes; one study (Tedorff, Lowing, Haglund-Akerlind, Gutierrez-Farewik, & Forssberg, 2010) used Gillette Gait Index (GGI),

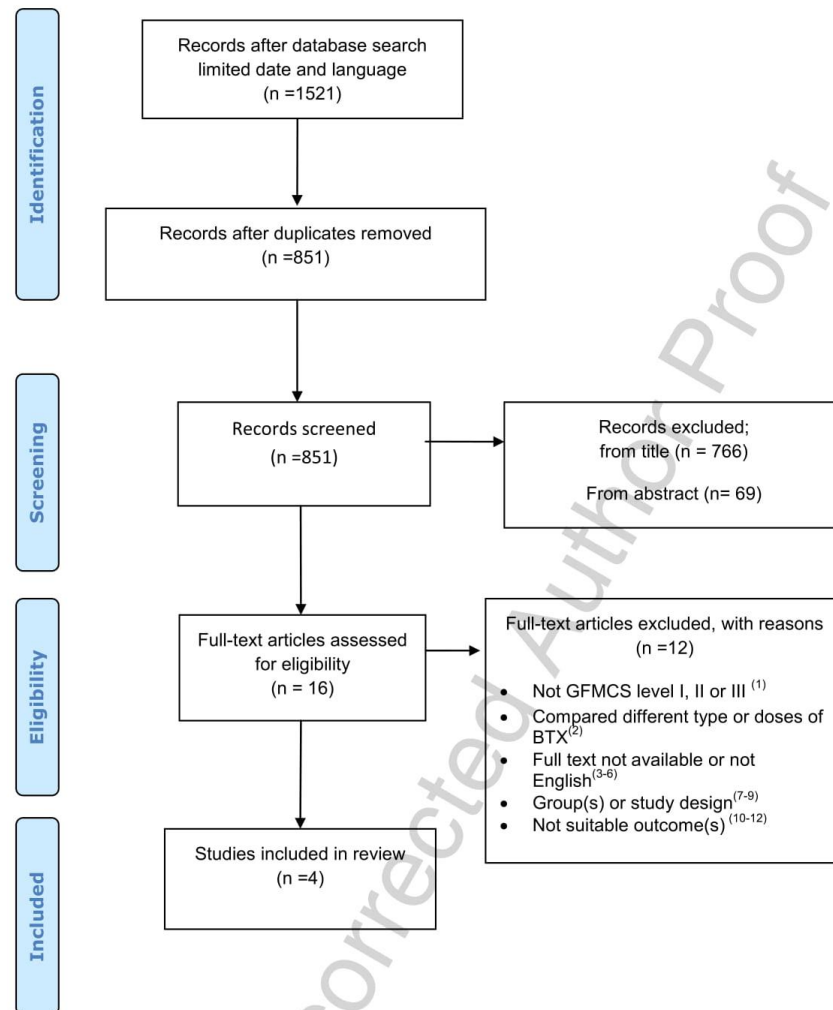


Fig. 1. PRISMA flow diagram.

338 another study (Kaishou, Tiebin, & Jianning, 2009)
 339 assessed the waling velocity with 3 m walking test.
 340 All included studies investigated the functional per-
 341 formance as measured with GMFM; however, due to
 342 variety of GMFM versions, the Meta-analysis was
 343 not suitable from provided data.

3.1. Changes in ROM

344
 345 Of the three studies (Kaishou, Tiebin, & Jianning,
 346 2009; Liu, Ji, Wu, Zhang, Zeng, & Li, 2014) inves-
 347 tigating the effect of BTX-A on ROM (n = 117 in
 348 total). Two studies (Kaishou, Tiebin, & Jianning,

Table 1
AACPDM levels of evidence: hierarchy of research designs

Level	Intervention (Group) studies
I	Systematic review of randomized controlled trials (RCTs) Large RCT (with narrow confidence intervals) ($n > 100$)
II	Smaller RCT's (with wider confidence intervals) ($n < 100$) Systematic reviews of cohort studies "Outcomes research" (very large ecologic studies)
III	Cohort studies (must have concurrent control group) Systematic reviews of case control studies
IV	Case series Cohort study without concurrent control group (e.g. with historical control group) Case-control Study
V	Expert Opinion Case study or report Bench research Expert opinion based on theory or physiologic research Common sense/anecdotes

2009; Liu, Ji, Wu, Zhang, Zeng, & Li, 2014) reported that participants treated with BTX-A injection plus physiotherapy have showed statistically significant improvement than participants treated with only physiotherapy approaches ($N = 102$). On the other hand, one study (Tedroff, Lowing, Haglund-Akerlind, Gutierrez-Farewik, & Forsberg, 2010) evaluated the ROM at two joints and they found that there were no significant changes at ankle joint in participants either treated BTX-A plus physiotherapy or physiotherapy alone, while there were significant different at knee joint in two groups Table 4.

3.2. Changes in spasticity

Three studies (Kaishou, Tiebin, & Jianning, 2009; Liu, Ji, Wu, Zhang, Zeng, & Li, 2014) investigated the efficacy of BTX-A on the muscle spasticity ($N = 117$), of two (Kaishou, Tiebin, & Jianning, 2009; Liu, Ji, Wu, Zhang, Zeng, & Li, 2014) reported significant difference when compared the reduction of muscle spasticity between intervention and control groups, with a greater reduction in the participant treated BTX-A in addition to physiotherapy ($N = 102$). One study (Tedroff, Lowing, Haglund-Akerlind, Gutierrez-Farewik, & Forsberg, 2010) ($N = 15$) showed no statistically significant changes between groups in plantar flexor muscles; however, significant difference was reported in knee flexor tone changes between groups (Table 4).

3.3. Changes in walking

Of the two studies (Kaishou, Tiebin, & Jianning, 2009; Tedroff, Lowing, Haglund-Akerlind,

Gutierrez-Farewik, & Forsberg, 2010) investigating the effects of BTX-A injections on gait parameters with two different outcomes ($N = 80$). The results of studies showed a non-significant difference on gait parameters between intervention and control groups' participants (Table 4).

3.4. Changes in gross motor functions

There are four studies (Kaishou, Tiebin, & Jianning, 2009; Chaturvedi, Rai, Chourasia, Goel, Paliwal, Garg, & et al., 2013) evaluated efficacy of lower limb BTX-A injections on gross motor function in children with CP ($N = 153$). Two studies (Tedroff, Lowing, Haglund-Akerlind, Gutierrez-Farewik, & Forsberg, 2010; Chaturvedi, Rai, Chourasia, Goel, Paliwal, Garg, & et al., 2013) found insignificant difference of GMFM score changes between BTX-A injection plus physiotherapy and physiotherapy alone groups. Liu et al. (2014) stated that the GMFM of all participants either treated with BTX-A plus physiotherapy or physiotherapy alone have shown significant difference compared with baseline and the increase of GMFM in BTX-A group was higher than physiotherapy group (Table 4). Xu et al. (2009) compared two different injection techniques and conventional physiotherapy approaches. The D and E dimensions of the GMFM scores increased more significantly in the BTX injection group guided by electrical stimulation (BTX-E) than in the physiotherapy group at two and three months. However, no significant difference in GMFM scores was found between the BTX injection group guided by palpation (BTX-P) and the physiotherapy only group after treatment (Table 4).

Table 2
Summary of studies- interventions and participants

References	Research Design, evidence level, and conduct rating	Participants	Total N	Ages	Intervention group[s]	Comparison group
Kaishou, Xn., Tiebin, Yn., & Jianning, Mn. 2009	Randomized controlled trials (RCT), Group design, level II, strong (5/7)	CP, spastic diplegic, and mild diplegic type, able to walk independently, GMFMCS level I and II	N = 65 (44M, 21F) BTX via E; N = 25 (16m, 9F) BTX via P; N = 22 (15m, 7F) PT; N = 20 (13M, 7F)	30 to 106 months Mean = 56 months BTX via E; 55.3 months BTX via P; 59.4 months PT; 51.7 months	The dosages were 3–10 U/kg body weight limited to no more than 12 U/kg body weight. Total dose not exceeding at any one site was 10 U. The number of injection sites ranged from 6 to 8. Two type of method used to determine injection location; 1) electric stimulation, 2) palpation applied to plantar flexors	Neurodevelopment therapy, stretching, strength and coordination training and task-specific training, and neuromuscular electrical stimulation. Five days a week (60–90 min) for 2 week with a PT then taught to caregivers. Duration; 3 months
Tedroff et al., 2010	Randomized controlled trials (RCT), Group design, level II, weak (3/7)	CP, uni- or bilateral type, GMFCS level I, II and III	N = 15 (7M, 8F) BTX group n;6 (3M, 3F) PT group;9 (4m, 5F)	11 to 22 months Mean = 16 months BTX group; 16.7 months Physio group; 15.6 months	In addition to stretching programme, Two BTX-A injection at a 6month interval applied to gastrocnemius muscle via palpation methods. Six units of Botox/kg body weight, diluted to 50 U/mL, Duration; 12 months	15 min daily stretching programmes focusing on gastrocnemius and soleus muscles. Duration: 12 months
Chaturvedi et al., 2013	Randomized controlled trials (RCT), Group design, level II, weak (3/7)	CP, spastic diplegic type GMFM score ranging from 50 to 60. i.e. GMFM I, II or III	N = 36 (23M, 13F) BTX group n;18 (11M, 7F) PT group;18 (12M, 7F)	2 to 8 years Mean age; 4.35 years BTX group; 4.4 years Physio group; 4.3 years	Addition to PT treatment, 100–500 units/muscle with total dose not exceeding 30 units/kg body weight BTX-A toxin Injection applied. Duration; 6 months Muscles: (medial hamstring hip abductors, gastrocnemius muscle and soleus)	Physiotherapy treatment including; 30 minutes of stretching program, 30 minutes of strengthening and 30 minutes gait training Duration; 6 months
Liu et al., 2014	Randomized controlled trials (RCT), Group design, level II, weak (3/7)	Cp, spastic diplegic type, able to walk over 10 steps independently i.e. GMFM I or II	N = 37 (23M, 14F) BTX group n;17(11M, 6F) Physio group;20 (12M, 8F)	3 to 15 years Mean; 5.92 BTX group; 6.02 years Physio group; 5.86 years	Besides conventional PT training, they were injected BTX-A in iliopsoas muscle. The dose of BTX-A was according to the weight and the (MAS). Dose of injection ranged from 15 IU to 45 IU with average dose 31.2 ± 13.9 IU.	Conventional physiotherapy rehabilitation training. Duration; 8 weeks

Table 3
Conduct of Group Design Studies

Study	Design, evidence level, and conduct rating	1. Were inclusion and exclusion criteria of the study population well described and followed?	2. Was the intervention well described and was there adherence to the intervention assignment?	3. Were the measures used clearly described, valid and reliable for measuring the outcomes of interest?	4. Was the outcome assessor unaware of the intervention status of the participants?	5. Did the authors conduct and report appropriate statistical evaluation including power calculations?	6. Were dropout/loss to follow-up reported and less than 20%? For 2-group designs, was dropout balanced?	7. Considering the potential within the study design, were appropriate methods for controlling confounding variables and limiting potential biases used?	Total
Kaishou, Xn., Tiebin, Yn., & Jianning, Mn. 2009	Group, level II, strong (5/7)	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	5
Tedroff et al., 2010	Group, level II, Moderate (4/7)	Y	N	Y	Y	N	N	Y	4
Chaturvedi et al., 2013	Group, level II, weak (2/7)	Y	N	N	N	Y	N	N	2
Liu et al., 2014	Group, level II, weak (2/7)	N	Y	N	N	Y	N	N	2

Table 4
Summary of studies: outcomes, measures, results, and adverse events

Study	Outcome of interest	Outcome measure	Component of health (ICF-CY)	Results/Comparison	Adverse events
Kaishou, Xn., Tiebin, Yn., & Jianning, Mn. 2009	ROM at ankle joint	Goniometer	BF(b710)	Three group showed groups showed significant improvement in passive ROM at ankle joint ($p < 0.01$), however, the two botulinum toxin injection groups showed greater improvement than PT alone group at each follow-up session ($p < 0.05$) and the greatest chance was observed from BTX-E group in BTX groups end of follow-up ($p = 0.039$)	Pain at injection side and fall lasted up to one week. Then, no adverse event is reported ($p > 0.05$).
	Muscle tone	MAS, and CSS	BF(b735)	All children showed significant decreases in spasticity according to MAS and CSS score ($p < 0.01$), however, The two botulinum toxin injection groups showed greater improvement in both outcome measure than PT alone group ($p < 0.05$) and greatest decrease was identified in BTX-E group between injection groups at three months ($p = 0.043$ for MAS, $p = 0.043$ for CSS)	
	Gait (Walking velocity)	3 m walking test	BF(b770)	Significantly increase after two weeks of treatment for the three groups, and the results were maintained for three months ($p < 0.01$) but No significant differences in walking velocity were detected among the three groups ($p > 0.05$)	
	Functional performance	GMFM D&E dimensions	A&P (d410–d429, d455)	D and E dimensions score increased in three groups after two weeks and maintained for three months ($p < 0.01$).The D and E dimensions of the GMFM scores increased more significantly in the BTX-E group than in the PT alone group at two and three months ($p = 0.041$, $p = 0.043$ respectively), however, No significant difference in Gross Motor Function Measure scores was found between the BTX-P and the physiotherapy only group after treatment ($p > 0.05$).	
Tedroff et al., 2010	ROM at knee, and ankle joints	Goniometer	BF(b710)	Ankle joint; no significant difference between the changes in the two groups at any time, but the ES was 0.52 at 1 year and 0.47 at 3.5 years Knee joint; significant differences between two groups in popliteal angle change from baseline, both at 1 year ($p = 0.017$, ES = 1.86) and at 3.5 years ($p = 0.016$, ES = 0.88)	Weakness, dysesthesia, skin and pain at the injection side (N = 3)
	Muscle tone	MAS	BF(b735)	Plantar flexors; reduction in muscle tone after 1 and 3,5 years that was significantly different from baseline at 3.5 years (mean Ashworth score -1.0; 95% CI: -1.4 to -0.6, $p = 0.04$). However, no significant differences in the changes of tone between the groups at any time	

	Gait	Gillette Gait Index (GGI)	BF(b770)	Knee flexor; significant difference in knee flexor tone changes between groups ($p=0.05$) at 3.5 years, with a larger reduction of tone in the BoNT-A group	
	Mobility, self-care and social function	PEDI	A&P (various)	Gait pattern at 5 years; No significant difference between GGI in the two groups ($p=0.31$)	
	Functional performance	GMFM-66	A&P (d410–d429, d455)	Both groups had a significant increase in all six scales after 1 and 3.5 years. However, no significant differences between two groups at any time.	
				BTX group; increased a mean of 13.6 points ($p<0.0001$) at first year, 23.6 points ($p=0.0002$) at 3.5 years, and PT group; increased a mean of 10.1 points ($p=0.0001$) and 20.9 points ($p<0.0001$) respectively	
				No significant differences between two groups in any assessment at any time. ES at 1 year approached a high ES (0.76) and a moderate ES at 3.5 years (0.6)	
Chaturvedi et al., 2013	fractional anisotropy(FA) values of motor and sensory fiber bundles	DTI	BS(s110–s199)	Significant change in FA value in motor and sensory fiber bundle at 6 months compared to baseline study in both the groups ($p<0.001$); however, delta change (motor; $p=0.89$, and sensory; $p=0.95$) and relative delta change (motor; $p=0.98$, and sensory; $p=0.83$) in FA values of sensory and motor fiber between PT and BTX groups were statistically insignificant.	NS
	Functional performance	GMFM	A&P (d410–d429, d455)	Significant increase as compared to baseline study in PT group ($p<0.001$) and BTX group ($p<0.001$); however, delta change ($p=0.53$) and relative delta change ($p=0.48$) between two groups were statistically insignificant.	
Liu et al., 2014	extension angle of hip joints	Video and digital imaging technology	BF(b710,b770)	The range of hip joint decreased in both PT group and BTX group, but the change in PT group was insignificant ($p=0.239$), whereas the change in BTX group was statically significant ($p=0.021$). The decrease of range between the two groups has significant difference ($p=0.001$)	NS
	Muscle tone	MAS	BF(b770)	No significant difference in PT group ($p=0.094$), but significant decrease in BTX group ($p=0.004$). significant difference between PT and BTX groups ($p<0.05$)	
	Functional performance	GMFM	A&P (d410–d429, d455)	Significant increase in PT group ($p=0.038$) and BTX group ($p=0.013$) compared with baseline; however, the increase in BTX group higher than PT group ($p=0.002$)	

4. Discussion

The use of BTX-A injection in children with CP has been scrutinized to treat the children with CP (de Souza, Duarte, Franco, Secco, Politti, & Oliveira, 2014; Ade-Hall, & Moore, 2000). The efficacy of BTX-A injection has been currently evaluated in CP as classified GMFCS levels IV and V for pain reduction and improvement in positioning or ease of hygiene (Pin, Elmasry, & Lewis, 2013). However, the use BTX-A injection in children with CP has variety of aim in different functional capacity levels (Nolan, Cole, & Liptak, 2006; Boyd, & Hays, 2001). For example, BTX-A is primarily aimed to use on the improvement of pain reduction, ease of hygiene in GMFCS level IV and V, whereas BTX-A is commonly used to improve gait parameters, gross motor functional capacity in ambulant children with CP (Novak, McIntyre, Morgan, Campbell, Dark, Morton, & et al., 2013; Lundy, Doherty, & Fairhurst, 2009). Therefore, this review is aimed towards critically appraising the available evidence and fill in the gap on the effectiveness of BTX-A lower limb muscles injection in addition to physiotherapy approaches on gross motor functions amongst children with CP (GMFCS levels from I to III). In this context, we found 4 studies that examined the use of BTX-A in children with CP equivalent to GMFCS Levels I, II, and III, which is investigated the outcomes of gross motor function, spasticity, ROM, and gait. All of the studies had high level of evidence (Level II); however, the quality of the included studies has showed variation; two (Liu, Ji, Wu, Zhang, Zeng, & Li, 2014; Chaturvedi, Rai, Chourasia, Goel, Paliwal, Garg, & et al., 2013). study; weak, one (Tedroff, Lowing, Haglund-Akerlind, Gutierrez-Farewik, & Forsberg, 2010) study; moderate, and one (Kaishou, Tiebin, & Jianning, 2009) study; strong of methodological quality (Table 3). All included studies reported the positive change on gross motor function, muscle tone, gait, and joint range in children with CP (GMFCS levels I, II and III) treated with BTX-A in combination with physiotherapy approaches when compared the baseline results of the participants. The results of current study was confirmed by the previous studies investigated the efficacy if BTX-A injections in children with CP (Garcia Salazar, dos Santos, Pavao, Rocha, & de Russo, 2015; de Souza, Duarte, Franco, Secco, Politti, & Oliveira, 2014; Novak, McIntyre, Morgan, Campbell, Dark, Morton, & et al., 2013; Druschel, Althuiizes, Funk, & Placzek, 2013).

On the other hand, the studies that compared the effectiveness of BTX-A plus physiotherapy and physiotherapy alone on functionality as measured by GMFM showed different results in children with CP classified as GMFCS levels I to III. Xu et al. (Kaishou, Tiebin, & Jianning, 2009) investigated the two different injection technique of BTX-A and physiotherapy approaches. The different injection technique showed different results when compared the physiotherapy approaches. The participants treated with BTX-A injection guided by electrical stimulation has greater improvement on D and E dimensions of GMFM when compared the physiotherapy approaches included programmes based on principles neurodevelopment therapy, stretching, strength and coordination training and task-specific, and electric stimulation. However, the results of the participants treated with BTX-A injection guided by palpation did not showed greater improvement on GMFM than physiotherapy alone group (Table 4). In accordance with this study results, the firm conclusion cannot be drawn about the general efficacy of BTX-A injection in children with CP. In another study, Liu et al. (Liu, Ji, Wu, Zhang, Zeng, & Li, 2014) reported the similar finding as the study of Xu et al. In this study, the children (N = 37) with spastic iliopsoas muscle in the age ranged from 3 to 15 years. The results demonstrated that the participants were treated with BTX-A injections in combination with physiotherapy has statistically significant improvement on GMFM when compared the physiotherapy alone group participants. However, in this study, the context of rehabilitation program has not been stated, which may make their results questioned (Franki, Desloovere, De Cat, Feys, Molenaers, Calders, & et al., 2012). Despite the fact that two (Tedroff, Lowing, Haglund-Akerlind, Gutierrez-Farewik, & Forsberg, 2010; Chaturvedi, Rai, Chourasia, Goel, Paliwal, Garg, & et al., 2013). Included studies reported the statistically significant improvement on gross motor functions the participants either treated with BTX-A plus PT or PT alone, the difference between intervention and comparison groups results were not statistically significant. This difference results from included studies may cause the included age range and study design. Additionally, the difference physiotherapy programmes in included studies might show difference results on the effectiveness of physiotherapy on gross motor function in children with CP (Franki, Desloovere, De Cat, Feys, Molenaers, Calders, & et al., 2012). Overall, it seems that additional use of BTX-A injections are unlikely significant improve gross motor function

516 compared to traditional physiotherapy approaches.
517 Similar results has been reported in previous SR
518 investigated the efficacy of BTX-A injection in ambu-
519 lant children with CP. In this SR including 4 RCTs,
520 Ryll et al. (Ryll, Bastiaenen, De Bie, & Staal, 2011)
521 did not make a clear recommendation for the use
522 BTX-A in combination with physiotherapy.

523 Spasticity is a common problem among the chil-
524 dren with CP, which is identified in as much as 80%
525 of CP population. Three (Kaishou, Tiebin, & Jian-
526 ning, 2009; Liu, Ji, Wu, Zhang, Zeng, & Li, 2014)
527 of included studies were found to investigate the
528 effect of BTX-A on muscle tone changes which is
529 commonly reported with MAS outcome measure.
530 Xu et al. (Kaishou, Tiebin, & Jianning, 2009) used
531 two different objective outcome measures (MAS and
532 CSS) to assess the spasticity changes between two
533 BTX-A injection techniques and physiotherapy. They
534 detected a statistically significant reduction in all
535 these outcome measures for both injection techniques
536 when compared the physiotherapy group (Table 4).
537 In another study, Liu et al. (Liu, Ji, Wu, Zhang,
538 Zeng, & Li, 2014) compared MAS score between the
539 BTX-A plus physiotherapy and physiotherapy alone
540 groups results at the end of 8 weeks of follow-up
541 period (level II of evidence). With the weak method-
542 ological rigour, this study reported the significant
543 change on MAS score in participants treated BTX-A
544 muscle injection in combination with physiotherapy
545 ($p < 0.05$). However, this study's post treatment was
546 only assessed at 8 weeks after therapy but the long
547 term effectiveness was not clearly showed in this
548 study. Additionally, there were not reported CI and
549 whether their results in the range of CI. Tedroff et
550 al. (Tedorff, Lowing, Haglund-Akerlind, Gutierrez-
551 Farewik, & Forssberg, 2010) investigated the efficacy
552 of BTX-A injection in toddlers and reported signif-
553 icant different from baseline at 3.5 years for plantar
554 flexor muscle (mean Ashworth score -1.0 ; 95% CI:
555 -1.4 to -0.6 , $p = 0.04$), despite the spasticity score
556 change in group of BTX-A plus physiotherapy at
557 knee flexor was a non-significant spasticity reduc-
558 tion at both 1 and 3.5 years after treatment start in
559 relation to baseline level, there was a significant dif-
560 ference in knee flexor tone changes between BTX-A
561 plus physiotherapy and physiotherapy alone group at
562 3.5 years ($p = 0.05$). Consequently, the BTX-A injec-
563 tion in combination with physiotherapy approaches
564 may provide better spasticity reduction in children
565 with CP than only physiotherapy treatment.

566 Two (Kaishou, Tiebin, & Jianning, 2009; Tedroff,
567 Lowing, Haglund-Akerlind, Gutierrez-Farewik, &

568 Forssberg, 2010) of the included studies were
569 investigated the efficacy of BTX-A injections in
570 combination with physiotherapy on passive ROM
571 measured with goniometer. Xu et al. (Kaishou,
572 Tiebin, & Jianning, 2009) evaluated the passive
573 ROM at dorsiflexion and ankle joints measured by a
574 blinded physiotherapist while the participants main-
575 tained the knee extended position. The participants
576 treated with BTX-A injection combined with phys-
577 iotherapy showed greater improvement in PROM at
578 ankle joint than the participants only treated with
579 physiotherapy at the end of 3 month follow-up period.
580 However, the researchers did not make justification
581 whether this improvement of ankle joint PROM clin-
582 ically meaningful, or not. Tedroff et al. (Tedorff,
583 Lowing, Haglund-Akerlind, Gutierrez-Farewik, &
584 Forssberg, 2010) reported the effectiveness of BTX-
585 A injection in toddlers with CP on ROM at two joint
586 (ankle, knee) and they reported significant increase
587 at knee joint in participants with treated with BTX-
588 A and physiotherapy from baseline at 1 year (mean
589 -12° 95% CI -22° to -4° , $p = 0.009$). Their results
590 also reported significant difference between interven-
591 tion and comparison groups in popliteal angle from
592 baseline, both at 1 year ($p = 0.017$, ES = 1.82) and at
593 3.5 years ($p = 0.016$, ES = 0.88). Addition to these two
594 studies, the study of Liu et al. (Liu, Ji, Wu, Zhang,
595 Zeng, & Li, 2014) was evaluated extension angle
596 of hip joints in gait cycle via digital imaging tech-
597 nology. Their results demonstrated that the flexion
598 posture at hip joint of two groups (BTX-A or PT) has
599 decreased compared before therapy (Table 4), and the
600 decrease of range in the BTX-A group was greater
601 than physiotherapy group ($p < 0.01$). To sum up, the
602 BTX-A injections in combination with physiother-
603 apy approaches may offer greater joint mobility in
604 children with CP (GMFCS levels I, II, and III) when
605 compared with the treatment including only physio-
606 therapy approaches.

607 Two (Kaishou, Tiebin, & Jianning, 2009; Tedroff,
608 Lowing, Haglund-Akerlind, Gutierrez-Farewik, &
609 Forssberg, 2010) of included studies were evaluated
610 the effectiveness of BTX-A lower limb injections
611 on gait parameters in children with CP. Xu et al.
612 stated that walking velocity as measured with 3 m
613 walking test significantly improved in all partici-
614 pants ($p = 0.01$); however, no significant difference
615 were detected among the BTX-A plus physiother-
616 apy and physiotherapy alone groups trough the three
617 months obtained with multiple analysis of variances
618 ($p > 0.05$). In another study, Tedroff et al. (Tedorff,
619 Lowing, Haglund-Akerlind, Gutierrez-Farewik, &

620 Forsberg, 2010) were evaluated the walking abil- 670
 621 ity as measured with GGI. They results of their study 671
 622 did not find any significant changes at 5 years. How- 672
 623 ever, there was some flaw in this study results. First, 673
 624 the study was stated the sample size as 15; how- 674
 625 ever, the final gait assessment was performed on 13 675
 626 participants which may cause performance bias. Sec- 676
 627 ond, some of the participants (N = 5) in the control 677
 628 group (only physiotherapy treatment) began receiv- 678
 629 ing BTX-A treatment before final assessment which 679
 630 may cause bias in their results. Therefore, studies with 680
 631 rigorous study design are needed to verify the effec- 681
 632 tiveness of BTX-A injection on gait parameters for 682
 633 children with CP (GMFCS levels I to III). 683

634 4.1. Limitation of this review and future research 684

635 A number of studies have investigated the effec- 685
 636 tiveness of BTX-A on a population of children with 686
 637 CP of mixed levels of GMFM. In the some of these 687
 638 studies, we were unable to classify the children 688
 639 according to GMFCS level, or to separate data on chil- 689
 640 dren in GMFCS levels I–III. Therefore, this review 690
 641 may not show a complete picture of clinical indica- 691
 642 tions for the use of BTX-A in this population, because 692
 643 relevant information in these studies about study par- 693
 644 ticipants in GMFCS levels I–III was not included, 694
 645 which may have cause a selection bias in this review. 695
 646 Additionally, this study included only trials published 696
 647 in the English language. There are some studies pub- 697
 648 lished in another language have been missed that may 698
 649 have influenced the results (Fig. 1). However, we 699
 650 are confident with what we believe to be a thorough 700
 651 literature search and careful classification of study 701
 652 participants according to the GMFCS levels with the 702
 653 information provided in the papers, and that we have 703
 654 included the majority of relevant studies that exam- 704
 655 ined the effect of BTX-A in this group. The another 705
 656 limitation of this review include the small number 706
 657 of studies that met inclusion criteria and the risk of 707
 658 bias in included studies, makes it difficult to draw 708
 659 clear conclusions regarding the effectiveness of BTX- 709
 660 A for this population. The findings of this review 710
 661 must, therefore, be interpreted with these limitations 711
 662 in mind. 712

663 The injection method of BTX-A were defined in 713
 664 three of included studies while one of them did not 714
 665 clearly describe the injection method. The further 715
 666 studies need to investigate the optimal BTX-A injec- 716
 667 tion methods for children with CP. This study also did 717
 668 not limited the BTX-A dosage, therefore, the dosages 718
 669 of injection have showed variation in included studies 719

670 (Table 2). The future study may investigate the effi- 671
 672 cacy of standard dosage of BTX-A in children with 673
 674 CP. This should be done by investigating based to 675
 676 specific ages, GMFM levels. Addition to this, further 677
 678 research is needed to evaluate the efficacy of BTX-A 679
 680 in combined with physiotherapy on specific muscles 681
 682 such as hamstring, gastrocnemius. 683

684 5. Conclusion 684

685 Four studies were included in this review compared 686
 687 the use of BTX-A in combination with physiother- 688
 689 apy approaches and physiotherapy alone in the terms 689
 690 of improvement in gross motor functions, spasticity, 690
 691 ROM and gait in children with CP equivalent to 691
 692 GMFM levels from I to III. Almost all of the included 692
 693 studies' results reported the positive improvement 693
 694 for BTX-A injections in addition to physiotherapy 694
 695 approaches on spasticity and ROM when compared 695
 696 the physiotherapy alone. However, the question of 696
 697 whether the treatment of BTX-A plus physiotherapy 697
 698 has greater improvement on functional capacity such 698
 699 as gross motor function or gait parameter than only 699
 700 physiotherapy treatments was inconclusive. There- 700
 701 fore, we cannot firmly recommend the use of BTX-A 701
 702 in combination with physiotherapy approaches in 702
 703 children in GMFCS levels I, II, and III. Future stud- 703
 704 ies with rigorous methodological quality are required 704
 705 to evaluate the evidence for the use of BTX-A in 705
 706 children with CP in GMFCS levels from I to III. 706

707 Conflict of interest 707

708 The authors declared no potential conflicts of inter- 709
 709 est with respect to the authorship and/or publication 710
 710 of this article. 711

712 References 712

- 713 Ade-Hall, R., & Moore, P. (2000). Botulinum toxin type A in 713
 714 the treatment of lower limb spasticity in cerebral palsy. The 714
 715 Cochrane Library. 715
 716 Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Paneth, N., 716
 717 Dan, B., . . . & Damiano, D. (2005). Proposed definition and 717
 718 classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine &* 718
 719 *Child Neurology*, *47*(08), 571-576. 719
 720 Boyd, R. N., & Hays, R. M. (2001). Current evidence for the 720
 721 use of botulinum toxin type A in the management of children 721
 722 with cerebral palsy: A systematic review. *European Journal of* 722
 723 *Neurology*, *8*(s5), 1-20. 723

- 714 Boyd, R. N., Edwards, P., Thorley, M., Donaghey, S., Copeland,
715 L., Gascoignepees, L., ... & McLennan, K. (2011). Double-
716 blind randomized trial of intramuscular Botulinum Toxin type
717 a and therapy compared to SHAM and therapy for care and
718 comfort goals in children with marked bilateral cerebral palsy.
719 *Developmental Medicine and Child Neurology*, 53(Suppl. 5),
720 3. doi: 10.1111/j.1469-8749.2011.04112.x
- 721 Cans, C. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe:
722 A collaboration of cerebral palsy surveys and registers.
723 *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42(12),
724 816-824.
- 725 Cans, C., De-la-Cruz, J., & Mermet, M. A. (2008). Epidemiology
726 of cerebral palsy. *Paediatrics and Child Health*, 18(9), 393-
727 398.
- 728 Carraro, E., Trevisi, E., De Conti, C., & Martinuzzi, A. (2015).
729 Efficacy and safety profile of incobotulinumtoxin A in children
730 with cerebral palsy: Randomized double-blind clinical trial.
731 *Toxicol*, 93, 14.
- 732 Chaturvedi, S. K., Rai, Y., Chourasia, A., Goel, P., Paliwal, V. K.,
733 Garg, R. K., ... & Rathore, R. K. (2013). Comparative assess-
734 ment of therapeutic response to physiotherapy with or without
735 botulinum toxin injection using diffusion tensor tractography
736 and clinical scores in term diplegic cerebral palsy children.
737 *Brain and Development*, 35(7), 647-653.
- 738 Colovic, H., Dimitrijevic, L., Lazic, L., & Marinkovic, O. (2010).
739 Effect of botulinum toxin treatment in children with spastic
740 cerebral palsy. *European Journal of Paediatric Neurology*,
741 14(6), 548-549.
- 742 Colovic, H., Dimitrijevic, L., Stankovic, I., Nikolic, D., & Radovic-
743 Janosevic, D. (2012). Estimation of botulinum toxin type A
744 efficacy on spasticity and functional outcome in children with
745 spastic cerebral palsy. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky
746 Olomouc Czech Repub.*, 156(1), 41-47.
- 747 Cucu, T., Nacu, A., & Siric, A. (2011). First experience of using
748 botulinum toxin in treatment of spastic cerebral palsy in the
749 republic of moldova. *European Journal of Neurology*, 18, 146.
- 750 Darrah, J., Hickman, R., O'Donnell, M., Vogtle, L., & Wiart, L.
751 (2008). AACPD methodology to develop systematic reviews
752 of treatment interventions (Revision 1.2). Milwaukee, WI,
753 USA: American Academy for Cerebral Palsy and Develop-
754 mental Medicine. 1-30.
- 755 de Souza, M. E., Duarte, N. A. C., Franco, R. C., Secco, M. F. M.,
756 Politti, F., & Oliveira, C. S. (2014). Effect of Botulinum Toxin
757 a on Spasticity and Function in Children with Cerebral Palsy:
758 A Systematic Review. *Medical Science and Technology*, 55,
759 11-15.
- 760 Druschel, C., Althuisz, H. C., Funk, J. F., & Placzek, R. (2013).
761 Off label use of botulinum toxin in children under two years
762 of age: A systematic review. *Toxins (Basel)*, 5(1), 60-72.
- 763 Erbguth, F. J. (2008). From poison to remedy: The chequered
764 history of botulinum toxin. *Journal of Neural Transmission*,
765 115(4), 559-565.
- 766 Franki, I., Desloovere, K., De Cat, J., Feys, H., Molenaers, G.,
767 Calders, P., ... & Vanderstraeten, G. (2012). The evidence-
768 base for basic physical therapy techniques targeting lower
769 limb function in children with cerebral palsy: A systematic
770 review using the International Classification of Functioning,
771 Disability and Health as a conceptual framework. *Journal of
772 Rehabilitation Medicine*, 44(5), 385-395.
- 773 Garcia, Salazar, L. F., dos Santos, G. L., Pavao, S. L., Rocha, N.
774 A., & de Russo, T. L. (2015). Intrinsic properties and func-
775 tional changes in spastic muscle after application of BTX-A in
776 children with cerebral palsy: Systematic review. *Dev Neurore-
777 habil*, 18(1), 1-14.
- 778 Heinen, F., Desloovere, K., Schroeder, A. S., Berweck, S.,
779 Borggraefe, I., van Campenhout, A., ... & Andersen, G. L.
780 (2010). The updated European Consensus 2009 on the use
781 of Botulinum toxin for children with cerebral palsy. *Eur J
782 Paediatr Neurol*, 14(1), 45-66.
- 783 Himmelmann, K., Ahlin, K., Jacobsson, B. O., Cans, C., &
784 Thorsen, P. (2011). Risk factors for cerebral palsy in children
785 born at term. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*,
786 90(10), 1070-1081.
- 787 Himpens, E., Van den Broeck, C., Oostra, A., Calders, P., &
788 Vanhaesebrouck, P. (2008). Prevalence, type, distribution, and
789 severity of cerebral palsy in relation to gestational age: A meta-
790 analytic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*,
791 50(5), 334-340.
- 792 Howard, J., Soo, B., Graham, H. K., Boyd, R. N., Reid, S., Lanigan,
793 A., ... & Reddihough, D. S. (2005). Cerebral palsy in Victoria:
794 Motor types, topography and gross motor function. *Journal of
795 paediatrics and child health*, 41(9-10), 479-483.
- 796 Kuzmina, N., Rafikova, Z., Yuldashev, I., & Sakhieva, L. (2011).
797 Treatment with botulinum toxin type-a injection in children
798 with cerebral palsy. *European Journal of Neurology*, 18, 147.
- 799 Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P.
800 C., Ioannidis, J. P. A., ... & Clarke, M. (2009). The PRISMA
801 statement for reporting systematic reviews and meta-analyses
802 of studies that evaluate health care interventions: Explanation
803 and elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7), 1-28.
- 804 Liu, J. J., Ji, S. R., Wu, W. H., Zhang, Y., Zeng, F. Y., & Li, N. L.
805 (2014). The relief effect of botulinum toxin-A for spastic iliop-
806 soas of cerebral palsy on children. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*,
807 18(21), 3223-3228.
- 808 Lundy, C. T., Doherty, G. M., & Fairhurst, C. B. (2009). Botulinum
809 toxin type A injections can be an effective treatment for pain
810 in children with hip spasms and cerebral palsy. *Dev Med Child
811 Neurol*, 51(9), 705-710.
- 812 Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009).
813 RESEARCH METHODS & REPORTING-Preferred report-
814 ing items for systematic reviews and meta-analyses: The
815 PRISMA statement-David Moher and colleagues introduce
816 PRISMA, an update of the QUOROM guidelines for report-
817 ing systematic reviews and meta-analyses. *BMJ (CR)-print*,
818 338(7716), 332.
- 819 Navarrete, A., Peters, D., & Ruz, S. (2010). Functional outcome of
820 multilevel botulinum toxin infiltration of the lower limbs and
821 comprehensive therapy in children with spastic cerebral palsy.
822 *Rehabilitation*, 44(3), 236-243.
- 823 Nolan, K. W., Cole, L. L., & Liptak, G. S. (2006). Use of botulinum
824 toxin type A in children with cerebral palsy. *Physical Therapy*,
825 86(4), 573-584.
- 826 Novak, I., McIntyre, S., Morgan, C., Campbell, L., Dark, L., Mor-
827 ton, N., ... & Stumbles, E. (2013). A systematic review of
828 interventions for children with cerebral palsy: State of the
829 evidence. *Dev Med Child Neurol*, 55(10), 885-910.
- 830 Oskoui, M., Coutinho, F., Dykeman, J., Jetté, N., & Pringsheim,
831 T. (2013). An update on the prevalence of cerebral palsy: A
832 systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine
833 & Child Neurology*, 55(6), 509-519.
- 834 Palisano, R. J., Rosenbaum, P., Bartlett, D., & Livingston, M.
835 H. (2008). Content validity of the expanded and revised
836 Gross Motor Function Classification System. *Developmental
837 Medicine & Child Neurology*, 50(10), 744-50.

- 838 Pandyan, A. D., Gregoric, M., Barnes, M. P., Wood, D., Wijck, Fv.,
839 BurrIDGE, J., ... & Johnson, G. R. (2005). Spasticity: Clinical
840 perceptions, neurological realities and meaningful measurement. *Disability & Rehabilitation*, 27(1-2), 2-6.
- 842 Pin, T. W., Elmasry, J., & Lewis, J. (2013). Efficacy of botulinum
843 toxin A in children with cerebral palsy in Gross Motor Function
844 Classification System levels IV and V: A systematic review. *Dev Med Child Neurol*, 55(4), 304-13.
- 846 Ponten, E. (2013). Botulinum toxin injections in lower extremities
847 increase physical activity in upper extremities in children with
848 cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*,
849 55, 10.
- 850 Rodrigues, D. B., Assis, T. S., & Santos, L. C. (2010). Comparison
851 between clinical evaluation and quality of life in a pediatric
852 population with cerebral palsy treated with botulinum toxin
853 type A. *Annals of Neurology*, 68, 120.
- 854 Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M.,
855 Damiano, D., ... & Jacobsson, B. (2007). A report: The defini-
856 tion and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med*
857 *Child Neurol* (Suppl, 109), 8-14.
- 858 Rosenbaum, P. L., Palisano, R. J., Bartlett, D. J., Galuppi, B. E., &
859 Russell, D. J. (2008). Development of the Gross Motor Function
860 Classification System for cerebral palsy. *Developmental*
861 *Medicine & Child Neurology*, 50(4), 249-253.
- 862 Russell, D. J., Rosenbaum, P. L., Avery, L. M., & Lane, M. (2002).
863 Gross motor function measure (GMFM-66 and GMFM-88)
864 user's manual: Cambridge University Press.
- 865 Ryll, U., Bastiaenen, C., De Bic, R., & Staal, B. (2011). Effects
866 of leg muscle botulinum toxin A injections on walking in
867 children with spasticity-related cerebral palsy: A systematic
868 review. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 53(3),
869 210-216.
- 870 Sanger, T. D., Delgado, M. R., Gaebler-Spira, D., Hallett, M., &
871 Mink, J. W. (2003). Classification and definition of disorders
872 causing hypertonia in childhood. *Pediatrics*, 111(1), e89-e97.
- Sankar, C., & Mundkur, N. (2005). Cerebral palsy-definition, clas-
873 sification, etiology and early diagnosis. *The Indian Journal of*
874 *Pediatrics*, 72(10), 865-868.
- Singhi, P., & Ray, M. (2004). Botulinum toxin in children with
875 cerebral palsy. *The Indian Journal of Pediatrics*, 71(12), 1087-
876 1091.
- Tedroff, K., Lowing, K., Haglund-Akerlind, Y., Gutierrez-Farewik,
877 E., & Forssberg, H. (2010). Botulinum toxin A treatment in
878 toddlers with cerebral palsy. *Acta Paediatr*, 99(8), 1156-1162.
- Tilton, A. (2009) Management of Spasticity in Children With Cere-
879 bral Palsy. *Seminars in Pediatric Neurology*, 16(2), 82-89.
- Tilton, A., Maciag-Tymecka, I., Jozwiak, M., Unlu, E., Velez, J.,
880 Tse, A., & Picaut, P. (2015). Baseline characteristics of patients
881 from a phase 3 program to assess abobotulinumtoxinA (Dys-
882 port) in the treatment of spasticity and functional impairments
883 in children with dynamic equinus foot deformity due to cere-
884 bral palsy. *Toxicon*, 93, 59-S60.
- Van der Houwen, L. E. E., Scholtes, V. A., Becher, J. G., & Harlaar,
885 J. (2011). Botulinum toxin A injections do not improve surface
886 EMG patterns during gait in children with cerebral palsy-A
887 randomized controlled study. *Gait and Posture*, 33(2), 147-
888 1451.
- Ward, A. B. (2002). A summary of spasticity management—a treat-
889 ment algorithm. *European Journal of Neurology*, 9(s1), 48-52.
- Xu, K., Yan, Y., & Mai, J. (2009). A randomized controlled trial
890 to compare two botulinum toxin injection techniques on the
891 functional improvement of the leg of children with cerebral
892 palsy. *Clin Rehabil*, 23, 800-811.
- Zonta, M. B., Bruck, I., Puppi, M., Muzzolon, S., Neto, Ade. C.,
893 & Coutinho dos Santos, L. H. (2013). Effects of early spas-
894 ticity treatment on children with hemiplegic cerebral palsy: A
895 preliminary study. *Arq Neuropsiquiatr*, 71(7), 453-461.

ORIGINAL ARTICLE
SECTIONEffect of core strength training on balance,
vertical jump height and throwing velocity
in adolescent male handball playersTarik OZMEN ¹ *, Mert AYDOGMUS ², Metehan YANA ¹, Ayse SIMSEK ¹¹Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Karabuk University, Karabuk, Turkey; ²School of Physical Education and Health, Karabuk University, Karabuk, Turkey*Corresponding author: Tarik Ozmen, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Karabuk University, 78050 Karabuk, Turkey. E-mail: tarikozmen@karabuk.edu.tr

ABSTRACT

BACKGROUND: The aim of this study was to examine the effects of core strength training (CST) on dynamic balance and vertical jump height, and throwing velocity in handball players.**METHODS:** Twenty male handball players (mean age 14.90±0.44 years) participated in this study. The players randomly divided into two groups as CST and control (CON) groups. Dynamic balance, vertical jump, and throwing velocity were measured before and after a six-week CST.**RESULTS:** Significant differences were found at anterior (P=0.009) and posteromedial (P=0.017) directions of the Star Excursion Balance Test (SEBT) in only CST group. There were significant improvement in vertical jump height of participants compared to pre-test scores in both CST (P=0.047) and CON group (P=0.013). No significant difference was found for throwing velocity compared with pre-test in both groups. There were no significant differences in all parameters when CST and CON groups were compared (P>0.05).**CONCLUSIONS:** The results of the present study indicated that a 6-week CST did not improve dynamic balance, vertical jump height and throwing velocity in adolescent male handball players. We believe that longer CST programs may provide significant benefits.*(Cite this article as: Ozmen T, Aydogmus M, Yana M, Simsek A. Effect of core strength training on balance, vertical jump height and throwing velocity in adolescent male handball players. The J of Sports Med and Phys Fitness 2020;60:000-000. DOI: 10.23736/S0022-4707.20.10382-7)***KEY WORDS:** Postural balance; Torso; Muscles; Athletic performance.

The core has been defined as a muscular box with the abdominals in the front, paraspinals and gluteals in the back, the diaphragm as the roof, and the pelvic floor and hip girdle musculature as the bottom. Core strength allows to stabilization and motion of the trunk over the pelvis, to transfer and control of force and motion to the distal segments during both daily living and athletic activities.¹ Core strength training (CST) has been widely used for strengthening and conditioning by coaches and rehabilitation of injuries by therapists in athletes.² Controversial results have been reported that core stability is associated with athletic performance tests. Nesser *et al.* (2008) re-

vealed a moderate correlation between core strength and sports-specific measures including sprint, vertical jump, agility in male soccer players.³ In contrast, Nesser and Lee (2009) did not found significant relationship between core stability and performance tests such as bench press, sprint, vertical jump, squat, shuttle run in female soccer players.⁴ Sharrock *et al.* (2011) revealed a significant negative correlation the core stability and medicine-ball throwing performance in basketball, volleyball, soccer, swimming and tennis athletes, but no agility, vertical jump, sprint performance.⁵ It is known that evaluation of athletic performance is very difficult due to sport-specific differences such as

points per game, assists per game, but it is considered that the higher scores may be related to increased athletic performance. There are variable results on the effects of the core strengthening studies on athletic performance.³⁻⁵ Sato and Mokha (2009) showed that a six week CST increased running performance, but did not influence lower-leg stability in recreational and competitive runners.⁶ Durall *et al.* (2009) documented that the preseason CST for ten weeks created significant improvements in isometric strength of the trunk extensor, flexor, and lateral flexor muscles in female gymnasts.⁷ Sandrey and Mitzel (2013) observed in significant gains after a 6-week CST at dynamic balance scores in high school track and field athletes.⁸

Handball is a popular team sport requiring physical skills such as agility, jumping, sprinting, throwing, passing, gripping the ball, pushing. It is essential to score goals in order to win the competition within 60 min on a court measuring 20 × 40 m in handball match.⁹ Anthropometric characteristics, high levels of muscle power, and throwing velocity are the most important factors to achieve success in handball.^{10, 11} Musculoskeletal injuries occur frequently in ankle, knee, and shoulder regions due to overuse and physical contact between handball players.¹² Some authors assert that CST has important role to prevent lower limb and low back injuries.^{7, 13, 14} Kelly and Terry (2001) suggested that handball training should involve shoulder strengthening combine core strengthening to enhance the throwing ability and prevent shoulder injuries.¹⁵ There are limited studies investigating the effect of the CST on performance in handball players.¹⁶⁻¹⁸ However, these studies focused only on the throwing velocity. Saeterbakken *et al.* (2011) investigated the effect of a 6-weeks CST on maximum throwing velocity in female handball players. The authors put forward that the stronger and more stable lumbopelvic complex may have contributed to throwing velocity.¹⁶ Machado *et al.* (2017) reported that the 10-weeks exercise of lumbopelvic muscles improved throwing velocity in male handball players.¹⁷ Kuhn *et al.* (2018) demonstrated that a six-week in-season CST improved strength and endurance of core muscles, but did not contribute to throwing velocity.¹⁸ It is believed that increasing core stabilization improves functions of the upper and lower kinetic chains of the body.² It was hypothesized that strengthening the core muscles would be improved dynamic balance, vertical jump height, and throwing velocity. Therefore, we aimed to examine the effects of CST on dynamic balance and vertical jump height, and throwing velocity in handball players.

Materials and methods

Participants

Twenty male athletes who played handball for at least 3 years (age, 14.90±0.44 years; height, 177.90±5.91 cm; weight, 69.00±7.45 kg) from a non-elite handball team were recruited for this study. Inclusion criteria were being healthy and having no history of upper and lower extremity, spine injuries or surgeries within the past 6 months. The study was carried out during the competitive handball season between April and June 2019. This study was approved by the University Institutional Review Committee for the ethical use of human subjects.

Procedures

All participants were assessed at before and after six weeks of training in randomized order on a test day by the same researchers. After initial assessment, the players randomly divided into two groups as CST and control (CON) groups. Descriptive characteristics of groups are presented in Table I. Both groups attended their routine in-season handball training twice a week (two hours each) for a 6-week period. The CST group completed core strengthening exercises in addition to handball training. These exercises included the abdominal, low-back, and pelvic muscles with progressively increasing difficulty (Table II).

The dynamic balance of the athletes was evaluated with the Star Excursion Balance Test (SEBT). Leg length was used to normalize excursion distances by dividing the distance reached by leg length and then multiplying the result by 100. Leg length was measured from the anterior superior iliac spine to the most prominent bony point of the ipsilateral medial malleolus with a standard tape measure while athlete lay supine. Three tape was fixed in anterior (A), posteromedial (PM) and posterolateral (PL) directions on the floor of the gymnasium. Each athlete was instructed to reach as far as with the non-dominant leg in each of the 3 directions while maintaining dominant-leg stance. The dominant leg was determined by as the leg used to kick

TABLE I.—Descriptive characteristics of participants.

Variables	CST (N=10)		CON (N=10)		P
	Mean	SD	Mean	SD	
Age (yrs)	14.9	0.31	14.90	0.56	0.97
Height (m)	175.2	2.48	180.6	7.16	0.10
Weight (kg)	66.1	5.54	71.9	8.23	0.10

TABLE II.—Core strength training program.

Week	Exercises	Sets, reps, time
1	Abdominal bracing, hollowing	All exercises were held for 20 s before returning to starting position 20 reps
	Prone bridge	
	Supine bridge	
	Side bridge	
2	Quadruped alternate-arm leg raise	20 reps
	Supine bridge exercise with alternate leg extension	
	Seated marching on physioball Crossover crunch	
3	Dead bug	20 reps
	Supine bridge on physioball	Hold 20 s
	Prone bridge on physioball	Hold 20 s
	Superman	Hold 2 s/20 reps
4	Medicine-ball floor twist	20 reps
	Curly-up on physioball	20 reps
	Pelvic bridge alternating knee extension and shoulder flexion	20 reps
	Superman on physioball	Hold 2 s/20 reps
5	Lunge with medicine-ball twist	20 reps
	Abdominal rollout	20 reps
	Ball bridge with alternate knee extension	Hold 2 s/20 reps
6	Physioball lunge	10 reps on each leg
	Side bridge with shoulder abduction	15 reps each side
	Physioball alternate superman	Total of 20 reps

a ball. High inter-tester and intra-tester reliability of the SEBT were reported by previous studies.^{19, 20}

The vertical jump height was assessed by the squat jump test on the contact mat (Swift Performance Equipment, Lismore, NSW, Australia). The athletes were asked to jump from the 90-degree flexion position with bare feet and their hands on hips on the mat. The athletes were instructed to keep 90° knee flexion position for four seconds before jumping for maximum height. The best score of two jumping effort with a 30-second interval was recorded.²¹

The throwing ball velocities of the athletes were measured using sports radar (Bushnell Speedster, Overland Park, KS, USA) After a warm-up period of 15 min, players were asked to throw a ball at maximum velocity. The athletes carried out two different protocols of throw, with and

without a goalkeeper following positions; from the 7-m penalty mark, from the 9-m line, a 3-step running throw from the 9-m line, and a 3-step running throw from the 9-m line. In each position, the best of the three attempts with a 3 min rest interval was recorded for statistical analysis.^{17, 22}

Statistical analysis

Data was analyzed using SPSS (Version 16.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Descriptive statistics (Mean±SD) were calculated for all variables. Pre and post-test values were evaluated for the normality of sample distribution using Shapiro-Wilk Test due to small subject number. Because the data were not normally distributed, the data from pre-test and post-test were compared with the Wilcoxon Signed Rank Test within each group. The Mann-Whitney U Test was used to compare mean variations between pre-test and post-test for CST and CON groups. Sample size analysis was calculated based on previous study data for throwing velocity in handball players (17.9±0.5 m.s⁻¹). A sample size of 5 was required to achieve a 4.9% increase in throwing velocity with a statistical power (1-beta) of 80% and an alpha of 0.05. Statistical significance was set at P≤0.05.

Results

There were no significant differences between CST and CON groups based on age, height, and weight (P>0.05) (Table I). Significant differences were found at anterior (P=0.009) and posteromedial (P=0.017) directions of the SEBT in only CST group (Table III). There were significant improvements in vertical jump height of participants compared to pre-test scores in both CST (P= 0.047) and CON group (P= 0.013) (Table IV). No significant difference was found for throwing velocity compared with pre-test in both groups (Table V). There were no significant differences in all parameters when CST and CON groups were compared (P>0.05).

TABLE III.—SEBT scores of participants (% as a ratio of total reaching length/leg length).

Direction	CST (N.=10)		CON (N.=10)		P value
	Pre-Test	Post-test	Pre-test	Post-test	
A	71.73±8.34	79.98±9.02* P=0.009	73.35±9.93	79.74±5.61	0.762
PM	103.60±9.84	112.09±4.15* P=0.017	103.05±12.23	106.87±7.59	0.290
PL	110.54±5.32	106.48±6.51	100.68±17.73	101.05±5.98	0.705

A: anterior; PM: posteromedial; PL: posterolateral.
*Significant difference from pre-test (P<0.05).

TABLE IV.—Pre-test and post-test vertical jump height of participants.

Test	CST (N.=10)		CON (N.=10)		P value
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	
Vertical jump height (cm)	32.26±3.51	33.80±3.21* P=0.047	29.82±4.99	32.97±3.75* P=0.013	0.496

*Significant difference from pre-test (P<0.05).

TABLE V.—Pre-test and post-test throwing velocity of participants.

Test	CST (N.=10)		CON (N.=10)		P value
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	
7 m	70.50±7.47	67.00±4.89	61.20±7.55	64.60±4.22	0.070
7 m + GK	71.80±7.46	70.30±8.39	63.50±8.66	67.38±4.42	0.226
9 m	73.00±5.90	72.20±3.82	62.10±8.51	68.72±5.89	0.070
9 m + GK	71.40±6.70	71.20±7.87	65.60±6.86	66.52±6.33	0.850
9 m + 3 steps	74.50±8.01	75.20±6.98	67.30±7.67	71.42±6.35	0.212
9 m + 3 steps + GK	73.90±8.99	74.20±9.88	67.10±6.64	68.72±7.82	0.677
9 m jump	75.60±6.97	74.20±5.22	64.30±7.58	67.42±10.40	0.307
9 m jump + GK	77.40±7.60	74.50±6.05	64.50±7.04	66.80±7.62	0.129

GK: goalkeeper.

*Significant difference from pre-test (P<0.05).

Discussion

The results of this study showed that a 6-week CST did not improve dynamic balance, vertical jump and throwing velocity in adolescent male handball players when CST and CON groups were compared. However, the significant increase was observed for vertical jump height in both groups and dynamic balance performance in CST group compared to pre-test values.

Dynamic balance

Dynamic balance can be defined as the ability to perform a task while maintaining a static position or to keep equilibrium on an unstable surface.²³ It has been reported that insufficient balance is associated with injuries such as ankle sprain, anterior cruciate ligament injury, and low back injury in athletes²⁴⁻²⁶ and improvement of balance has an important role in reducing sport injuries.²⁷ The exercises including movements of the upper and lower limbs on a unipedal stance or unstable surfaces with eyes open and close have been used to improve balance.^{23,28} However, it is known that the CST contributes to improve balance by strengthening core muscles stabilizing the trunk during all extremity activities such as running, kicking and throwing.^{1,2} Tsukagoshi *et al.* (2011) revealed that dynamic balance was associated with core strength in handball players.²⁹ In the present study, dynamic balance was evaluated

in three directions of SEBT (A, PM, PL), widely used in both clinical and research settings. Two directions of SEBT significantly increased in the CST group compared with pre-test. But, this increase in CST group was not at a sufficient level in order to obtain significant improvement compared with CON group. Ozmen and Aydogmus (2016) observed a significant change between CST and control groups in dynamic balance performance measured by the SEBT in adolescent badminton players. Their training program consisted similar core exercises twice a week for six weeks.³⁰ Sandrey and Mitzel (2013) showed that dynamic balance and core endurance significantly improved after a 6-week CST in high school track and field athletes. The training program included three levels with six exercises for three times per week, but the study did not contain control group.⁸ Kahle and Gribble (2009) documented that dynamic balance measured by the SEBT increased in healthy young adults compared to the control group after a 6-week CST program.³¹ Granacher *et al.* (2014) noted that CST programs on stable and unstable surfaces generated significant gain in balance scores after 6 weeks in healthy adolescents.³² At the beginning of our study, core muscle strength and endurance of athletes was not measured. The CON group had higher core muscle strength and endurance, which may result in no significant difference in balance performance between the two groups after the CST program.

Vertical jump height

Jump height is a basic skill to throw ball at the goal and pass the ball over the block of the rival players in handball.⁹ There are conflicting results about the effect of CST on vertical jump height. Our finding is consistent with the studies conducted by previous researchers which have found no increase in vertical jump height. Parkhouse and Ball (2011) compared the effects of a 6 week CST program including exercises on an unstable and static surface. No significant difference was observed in vertical jump height.³³ Schilling *et al.* (2013) investigated effect of the core isometric endurance and isotonic strength training in ten untrained students. The training programs were applied two times per week for six weeks did not produce significant improvement in vertical jump height.³⁴ Tse *et al.* (2005) found no significant increase in vertical jump height after a 8 week CST in college-age rowers.³⁵ On the other hand, Imai *et al.* (2014) compared effects the trunk stabilization exercises and conventional trunk exercises on athletic performance in soccer players. Vertical jump height significantly increased after the 12-week training program in both exercise group.³⁶ Sharma *et al.* (2012) revealed that a nine-week core strengthening program improved vertical jump performance in volleyball players with trunk instability.³⁷ Butcher *et al.* (2007) documented that nine weeks of trunk stability training increased vertical jump performance in athletes.³⁸ To the best of our knowledge, vertical jump performance mainly requires the explosive strength of leg muscles, and strengthening exercises such as plyometrics for leg muscles will be more effective to achieve an significant improvement in vertical jump height.³⁹ According to the results of the previous studies, it may be considered that long-term CST programs produce significant increase in vertical jump height, contrary to our study.³⁶⁻³⁸

Throwing velocity

The throwing velocity in handball is an important factor to achieve success because the faster the ball is thrown at the goal, the rival players and the goalkeeper have to intervene the ball in a shorter time.⁹ In this study, we aimed to investigate the effect of the core strengthening exercises on throwing ball velocity in adolescent handball players. Our result is consistent with Kuhn *et al.* (2018), in which significant improvement was not found between core and control groups in throwing velocity in female handball players. The CST program consisted of specific core and rotational exercises on unstable surfaces twice

a week for six weeks.¹⁸ But, in another study, the throwing velocity significantly increased by 4.5% following the 10-weeks exercises of lumbopelvic muscles in male handball players. The CST program consisted of three sessions per week in addition to the regular handball training.¹⁷ Saeterbakken *et al.* (2011) reported that throwing velocity improved by 4.9% after a 6-week CST program on in female handball players. The researchers applied a progressive CST program consisting of six unstable closed kinetic chain exercises for twice a week.¹⁶ In the present study, the lack of a significant result in the throwing velocity of the players after CST may be attributed to inadequate frequency and period of training sessions. It is expected that the development of strength is the result of neural adaptations as the training period was shorter than eight weeks.⁴⁰ To the best of our knowledge, primer factor affecting throwing velocity is explosive strength of the shoulder girdle muscles. Wagner (2019) indicated that throwing velocity highly correlated with shoulder internal rotation torque in handball players.⁴¹ The routine handball training of athletes in this study may not have included sufficient exercises for shoulder girdle muscles. Also, the throwing velocity is influenced by technic, coordination, lower body explosive power, sport-specific training background.^{42, 43}

Limitations of this study

As a limitation of our study, it may be considered that the athletes in this study are non-elite adolescent handball players. The findings of the present study may not generalized to elite handball players. Another limitation is that the CST program may not be achieved a significant increase in the performance of the players due to the short duration. However, some studies produced significant improvements in the athletic performance following short-term CST.^{8, 16, 30-32} Two prior studies examined only throwing velocity after core strengthening exercise programs in handball players. In addition to throwing velocity, the effects of short-term core exercises were investigated on vertical jump and dynamic balance, which are important motor skills in handball in this study.

Conclusions

The results of the present study indicated that a 6-week CST did not improve dynamic balance, vertical jump height and throwing velocity in adolescent male handball players. We believe that longer CST programs may provide significant benefits.

References

1. Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredericson M. Core stability exercise principles. *Curr Sports Med Rep* 2008;7:39-44.
2. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med* 2006;36:189-98.
3. Nesser TW, Huxel KC, Tincher JL, Okada T. The relationship between core stability and performance in division I football players. *J Strength Cond Res* 2008;22:1750-4.
4. Nesser TW, Lee WL. The relationship between core strength and performance in division I female soccer players. *J Exerc Physiol Online* 2009;12:21-8.
5. Sharrock C, Cropper J, Mostad J, Johnson M, Malone T. A pilot study of core stability and athletic performance: is there a relationship? *Int J Sports Phys Ther* 2011;6:63-74.
6. Sato K, Mokha M. Does core strength training influence running kinetics, lower-extremity stability, and 5000-M performance in runners? *J Strength Cond Res* 2009;23:133-40.
7. Durall CJ, Udermann BE, Johansen DR, Gibson B, Reineke DM, Reuteman P. The effects of preseason trunk muscle training on low-back pain occurrence in women collegiate gymnasts. *J Strength Cond Res* 2009;23:86-92.
8. Sandrey MA, Mitzel JG. Improvement in dynamic balance and core endurance after a 6-week core-stability-training program in high school track and field athletes. *J Sport Rehabil* 2013;22:264-71.
9. Wagner H, Finkenzeller T, Würth S, von Duvillard SP. Individual and team performance in team-handball: a review. *J Sports Sci Med* 2014;13:808-16.
10. Marques MC, van den Tilaar R, Vescovi JD, González-Badillo JJ. Relationship between throwing velocity, muscle power, and bar velocity during bench press in elite handball players. *Int J Sports Physiol Perform* 2007;2:414-22.
11. Vila H, Manchado C, Rodriguez N, Abrales JA, Alcaraz PE, Ferragut C. Anthropometric profile, vertical jump, and throwing velocity in elite female handball players by playing positions. *J Strength Cond Res* 2012;26:2146-55.
12. Giroto N, Hespagnol Junior LC, Gomes MR, Lopes AD. Incidence and risk factors of injuries in Brazilian elite handball players: A prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports* 2017;27:195-202.
13. Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:926-34.
14. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *J Am Acad Orthop Surg* 2005;13:316-25.
15. Kelly L, Terry GC. Team handball: shoulder injuries, rehabilitation, and training. *Sports Med Arthrosc Rev* 2001;9:115-23.
16. Saeterbakken AH, van den Tillaar R, Seiler S. Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *J Strength Cond Res* 2011;25:712-8.
17. Manchado C, Garcia-Ruiz J, Cortell-Torino JM, Tortosa-Martinez J. Effect of core training on male handball players' throwing velocity. *J Hum Kinet* 2017;56:177-85.
18. Kuhn L, Weberruß H, Horstmann T. Effects of core stability training on throwing velocity and core strength in female handball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2019;59:1479-86.
19. Hertel J, Miller SJ, Denegar CR. Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests. *J Sport Rehabil* 2000;9:104-16.
20. Munro AG, Herrington LC. Between-session reliability of the star excursion balance test. *Phys Ther Sport* 2010;11:128-32.
21. Markovic G, Dizdar D, Jukic I, Cardinale M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *J Strength Cond Res* 2004;18:551-5.
22. Haugen TA, Tønnessen E, Seiler S. Physical and physiological characteristics of male handball players: influence of playing position and competitive level. *J Sports Med Phys Fitness* 2016;56:19-26.
23. Hrysomallis C. Balance ability and athletic performance. *Sports Med* 2011;41:221-32.
24. Herrington L, Hatcher J, Hatcher A, McNicholas M. A comparison of Star Excursion Balance Test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls. *Knee* 2009;16:149-52.
25. McGuine TA, Greene JJ, Best T, Levenson G. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clin J Sport Med* 2000;10:239-44.
26. Olivier B, Stewart AV, Olorunju SA, McKinnon W. Static and dynamic balance ability, lumbo-pelvic movement control and injury incidence in cricket pace bowlers. *J Sci Med Sport* 2015;18:19-25.
27. Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuk RJ, Rowe BH. Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. *CMAJ* 2005;172:749-54.
28. Yana M, Saracoglu I, Emuk Y, Yenilmez OK. The effect of fatigue in hip abductor muscles on balance in healthy young adults: a preliminary case series. *Gazz Med Ital* 2018;177:671-6.
29. Tsukagoshi T, Shima Y, Nakase J, Goshima K, Takahashi R, Aiba T, et al. Relationship between core strength and balance ability in high school female handball and basketball players. *Br J Sports Med* 2011;45:378-378.
30. Ozmen T, Aydogmus M. Effect of core strength training on dynamic balance and agility in adolescent badminton players. *J Bodyw Mov Ther* 2016;20:565-70.
31. Kahle N, Gribble P. Core stability training in dynamic balance testing among young, healthy adults. *Athl Train Sports Health Care* 2009;1:65-73.
32. Granacher U, Schellbach J, Klein K, Prieske O, Baeyens JP, Muehlbauer T. Effects of core strength training using stable versus unstable surfaces on physical fitness in adolescents: a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2014;4:40.
33. Parkhouse KL, Ball N. Influence of dynamic versus static core exercises on performance in field based fitness tests. *J Bodyw Mov Ther* 2011;15:517-24.
34. Schilling JF, Murphy JC, Bonney JR, Thich JL. Effect of core strength and endurance training on performance in college students: randomized pilot study. *J Bodyw Mov Ther* 2013;17:278-90.
35. Tse MA, McManus AM, Masters RS. Development and validation of a core endurance intervention program: implications for performance in college-age rowers. *J Strength Cond Res* 2005;19:547-52.
36. Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, Shiraki H. Effects of two types of trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players. *Int J Sports Phys Ther* 2014;9:47-57.
37. Sharma A, Geovinson SG, Singh Sandhu J. Effects of a nine-week core strengthening exercise program on vertical jump performances and static balance in volleyball players with trunk instability. *J Sports Med Phys Fitness* 2012;52:606-15.
38. Butcher SJ, Craven BR, Chilibeck PD, Spink KS, Grona SL, Spriggins EJ. The effect of trunk stability training on vertical takeoff velocity. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;37:223-31.
39. Markovic G. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *Br J Sports Med* 2007;41:349-55, discussion 355.
40. Hakkinen K. Neuromuscular adaptation during strength training, ageing, detraining, and immobilization. *Crit Rev Phys Rehabil Med* 1994;14:161-98.
41. Wagner H, Fuchs P, Fusco A, Fuchs P, Bell WJ, Duvillard SP. Physical Performance in Elite Male and Female Team Handball Players. *Int J Sports Physiol Perform* 2018;14:1-24.
42. Battaglia G, Paoli A, Bellafiore M, Bianco A, Palma A. Influence of a

sport-specific training background on vertical jumping and throwing performance in young female basketball and volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2014;54:581–7.

43. Popadic Gacesa JZ, Barak OF, Grujic NG. Maximal anaerobic power test in athletes of different sport disciplines. *J Strength Cond Res* 2009;23:751–5.

Conflicts of interest.—The authors certify that there is no conflict of interest with any financial organization regarding the material discussed in the manuscript.
History.—Article first published online: March 11, 2020. - Manuscript accepted: January 27, 2020. - Manuscript revised: January 14, 2020. - Manuscript received: September 18, 2019.

PROOF
MINERVA MEDICA

Ek-4 Çalışma İzni

20.12.2018

İLGİLİ MAKAMLARA,

Yapılması planlanan "Down sendromlu çocuklarda duyu bütünleme eğitiminin dikkat ve motor beceriler üzerine etkisi" isimli çalışmanın Uzm. Fzt. Metehan YANA tarafından kurumumuzda yapılmasında bir sakınca olmadığı ve bilgimiz dahilinde olduğunu saygılarımla arz ederim.



Ek-5 Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 31/12/2018-E.90551



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

Sayı :60116787-020/90551
Konu :Başvurunuz hk.

31/12/2018

Sayın Doç. Dr. Erdoğan KAVLAK

İlgi :19.12.2018 tarihli dilekçeniz.

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "**Down sendromlu çocuklarda duyu bütünleme eğitiminin dikkat ve motor beceriler üzerine etkisi**" konulu çalışmanız **25.12.2018 tarih ve 24 sayılı** kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra, söz konusu çalışmasının yapılmasında **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA**, altı ayda bir çalışma hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Tahir TURAN
Başkan

Ek-6 Demografik ve Klinik Veri Formu

EK 1. - Demografik ve Klinik Veri Formu

Kişisel Bilgi Formu

Ad-soyad:

Tarih:...../...../.....

Yaş:

Cinsiyet: E / K

Boy:.....m

Kilo:.....kg

BMI:.....kg/m²

Ortez/yardımcı cihaz kullanımı: YOK ()

VAR:

Eğitim durumu:

- Gitmiyor ()
- Okul öncesi ()
- İlköğretim ()
- Ortaöğretim ()

Kardeş sayınız (kendiniz dahil) 1-Tek çocuk ()

2-İki kardeş ()

3-Üç kardeş ()

4-Dört kardeş ve daha fazla ()

Anne-babanızın yaşı

1- 25 yaş ve altı

2- 26-30 yaş

3- 31- 35 yaş

4- 46-40 yaş

5- 41 yaş ve üzeri

Anne

Baba

.....

.....

.....

.....

.....

Anne babanızın öğrenim durumu:

1- İlkokul

2- Ortaokul

3- Lise

4- Ön lisans (2-3 yıllık Y.O.)

5- Lisans (4-6 yıllık fakülte)

6- Lisans üstü (YL-doktora)

Anne

Baba

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Aile yapınız:

1- Anne baba ve çocuklardan oluşan çekirdek aile ()

2- Anne baba çocuklar ve aile büyüklerinden oluşan geniş aile ()

3- Anne çocuk veya baba çocuktan oluşan tek ebeveynli aile ()

Ek-7 Bruininks-Oseretsky motor yeterlik testi kısa formu

SHORT FORM																
Subtest 1: Fine Motor Precision		Raw Score									Point Score					
3 Drawing Lines through Paths—Crooked	errors	Raw	≥21	15-20	10-14	6-9	4-5	2-3	1	0						
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7						
6 Folding Paper	points	Raw	0	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11	12						
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7						
Subtest 2: Fine Motor Integration		Basic Shape	Closure	Edges	Orientation	Overlap	Overall Size	Raw Score*								
2 Copying a Square		0 1	0 1	0 1	0 1		0 1	points								
7 Copying a Star		0 1	0 1	0 1	0 1		0 1	points								
Subtest 3: Manual Dexterity		Raw Score														
2 Transferring Pennies	pennies	Trial 1	Trial 2	Raw	0-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20		
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
Subtest 4: Bilateral Coordination		Raw Score														
3 Jumping in Place—Same Sides Synchronized	jumps	Trial 1	Trial 2	Raw	0	1	2-4	5								
		Point	0	1	2	3										
6 Tapping Feet and Fingers—Same Sides Synchronized	taps	Trial 1	Trial 2	Raw	0	1	2-4	5-9	10							
		Point	0	1	2	3	4									
Subtest 5: Balance		Raw Score														
2 Walking Forward on a Line	steps	Trial 1	Trial 2	Raw	0	1-2	3-4	5	6							
		Point	0	1	2	3	4									
7 Standing on One Leg on a Balance Beam—Eyes Open	seconds	Trial 1	Trial 2	Raw	0.0-0.9	1.0-2.9	3.0-5.9	6.0-9.9	10							
		Point	0	1	2	3	4									
Subtest 6: Running Speed and Agility		Raw Score														
3 One-Legged Stationary Hop	hops	Trial 1	Trial 2	Raw	0	1-2	3-5	6-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-39	40-49	≥50	
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Subtest 7: Upper-Limb Coordination		Raw Score														
1 Dropping and Catching a Ball—Both Hands	catches	Trial 1	Trial 2	Raw	0	1	2	3	4	5						
		Point	0	1	2	3	4	5								
6 Dribbling a Ball—Alternating Hands	dribbles	Trial 1	Trial 2	Raw	0	1	2	3	4-5	6-7	8-9	10				
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7						
Subtest 8: Strength		Raw Score														
2a Knee Push-ups	push-ups	Raw	0	1-2	3-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	≥36				
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
2b Full Push-ups	push-ups	Raw	0	1-2	3-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	≥36				
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
3 Sit-ups	sit-ups	Raw	0	1-2	3-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	≥36				
		Point	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				

Notes & Observations



Total Point Score
Short Form
(max = 88)

* For Subtest 2: Fine Motor Integration, add the facet scores, record the sum in the Raw Score column, and transfer the raw score for each item directly to the corresponding oval in the Point Score column.

Ek-8 STROOP testi

STROOP TESTİ TBAG FORMU**KAYIT FORMU**

Adı Soyadı : Uygulayıcının Adı Soyadı :
 Doğum Tarihi :/...../..... Uygulama Tarihi :/...../.....
 Yaşı : Uygulama Yeri :
 Cinsiyeti :
 Eğitim Düzeyi :

Bölüm I: Siyah Basılmış Renk İsmi Okuma				Bölüm II: Renkli Basılmış Renk İsmi Okuma			
M	S	K	Y	M	S	K	Y
Y	M	S	K	Y	M	S	K
Y	K	M	S	Y	K	M	S
K	Y	S	M	K	Y	S	M
S	K	Y	M	S	K	Y	M
K	M	S	Y	K	M	S	Y
Bölüm III: Şekil Rengi Söyleme				Bölüm IV: Renk İsmi Olmayan Kelime Rengi Söyleme			
Y	M	S	K	Y	M	S	K
S	K	Y	M	S	K	Y	M
M	Y	S	K	M	Y	S	K
M	S	K	Y	M	S	K	Y
K	Y	M	S	K	Y	M	S
S	Y	M	K	S	Y	M	K
				Bölüm V: Renk İsmi Olan Kelime Rengi Söyleme			
				Y	M	S	K
				S	K	Y	M
				M	Y	S	K
				M	S	K	Y
				K	Y	M	S
				S	Y	M	K

	TOPLAM SÜRE	HATA SAYISI	DÜZELTME SAYISI
BÖLÜM I			
BÖLÜM II			
BÖLÜM III			
BÖLÜM IV			
BÖLÜM V			

Ek-9 Resim Çekimi ve Kullanımı Yayın Hakkı**Resim Çekimi ve Kullanımı Yayın Hakkı Devir Sözleşmesi Formu**

Çalışma sırasında çekilmiş fotoğraflarımın gereği halinde, kimlik bilgilerim verilmeyecek şekilde GÖZLERİ AÇIK/KAPALI olarak bilimsel çalışmalar, tezler, eğitim faaliyetleri ve bilimsel yayınlar için kullanılmasına İZİN VERDİĞİMİ beyan ederim.

Akademik çalışmalarda yayınlanacak resimlerimin yazım ve yayın kurallarına uygun olarak hazırlanıp sunulmasından Proje yürütücüsü sorumludur (27.1.2024).

Gönüllü / Hasta Adı Soyadı: *Hatice GİTİR*

İzni veren kişi (Gönüllü / Hasta ya da velisi / vasisi)* Adı Soyadı İMZA: *Sabire GİTİR*



PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ Adı Soyadı İMZA:

Metehan YANA

