

## Çocuk ve adölesan döneminde bütünleştirici nöromusküler antrenman

### *Integrative neuromuscular training during children and adolescent period*

Yeliz Kahraman

Akdeniz Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antalya. yeliz.kahraman1221@gmail.com, Orcid: 0000-0001-5297-0445

#### ÖZET

Bu tanımlayıcı derlemede öncelikle çocuk ve adölesanlarda bütünleştirici nöromusküler antrenman konusunda genel yapıda inceleme sonuçları açıklanmakta, özellikle bütünleştirici nöromusküler antrenmanın işlevsel, fiziksel ve performans etkileri yansıtılmaktadır. Daha sonrasında çocuk ve adölesanlar için gelişim boyutu ele alınmış antrenman periyodu ve uygulama sonuçlarına ilişkin çalışmalar irdelenmektedir. Bütünleştirici nöromusküler antrenmanın çocuklar ve adölesanlarda ayrı bileşenleri değerlendirilmiş ve performansı arttırmak için uygulama önerileri verilmiştir. Bu nedende antrenman içerikleri söz konusu olunca çocuk ve adölesanlarda daha dikkate değer uygulama ve deneyim kazanmak bütünleştirici nöromusküler antrenmanı bilmenin doğru olacağı kanısındayız.

#### ABSTRACT

Primarily definitions regarding of integrative neuromuscular training particularly was explained to reflected especially functional movement in children and adolescents this descriptive review. Subsequently, considered training period related to the development dimension and results of the application that studies was examined. Separate components of integrative neuromuscular training have been evaluated and application recommendations are given to improve performance in children and adolescents. For this reason, we think that it would be correct to know integrative neuromuscular training in order to gain more remarkable practice and experience in children and adolescents when it comes to training contents.

#### MAKALE BİLGİSİ/ARTICLE INFO

**Anahtar Kelimeler:** Bütünleştirici nöromusküler antrenman (BNA), çocuk, adölesan

**Key Words:** Integrative neuromuscular training, children, adolescent.

**Gönderme Tarihi/Received Date:** 25.05.2020

**Kabul Tarihi/Accepted Date:** 08.06.2020

**Yayımlanma Tarihi/Published Online:** 28.06.2020

### 1. Giriş

Günümüz gençlerinin günden güne spor aktivitelerine ve yarışma ortamlarına katılımı artmaktadır. Buna rağmen, sportif aktivitelere katılan kız ve erkeklerin sayısı, kızlarda %66 ve erkeklerde %34 gibi bir değerlerde gözükmektedir. Ayrıca, artan sayıda çocuk ve adölesanların, günde en az 60 dakika orta şiddetli fiziksel aktivite yapmadığı gerçeği vardır. (NCYS, 2008; Telford ve ark., 2016). Bu nedenlerden dolayı, çocuk ve adölesan dönemi boyunca hareketsizlik takımıydızı olarak bilinen kardiyolojik, metabolik, kas-iskelet sistemi ve psikososyal risk faktörlerinin erkenden ortaya çıkmasına neden olmuştur (Faigenbaum, Rial Rebullido ve McDonald, 2018). Nüfus olarak dünyanın en kalabalık ülkelerinden biri olan ABD’li erkeklerin yaklaşık %42’si ve kızların %21’i hareketsiz yaşamda ve her iki yaşta da 6 yaşından sonra devamlı olarak fiziksel aktivitenin alt sınırlarda olduğu bildirilmiştir (Tudor-Locke, Johnson ve Katzmarzyk, 2010). Basterfield ve ark (2011), 7 yaş kız ve erkeklerin hareket yeteneklerinin iki yıllık bir izlemde sonra düşük olduğu sonucuna vardı. Bu sorunların gelişim döneminde beliren hareketsizliğin önlenmesini gerekli kılmıştır. Özellikle, çocuk ve adölesanlar düzenli fiziksel aktiviteye katıldıklarında sağlık ve performans bileşenleri olan kas-iskelet kuvveti, artmış kardiyovasküler fonksiyon ve aktivitelere bağlı yaralanma

riskinde azalma görecektir. Böylelikle, çocuk ve adölesanlar egzersiz ve spor boyutunu güçlendirebilecektir (Rowland, 2007; Wiiium ve Safvenbom, 2019).

Gençlerin hareket yetenekleri doğrudan olgunlaşma durumuna bağlıdır. Bazı yazarlar gelişim yıllarının kritik olduğunu öne sürmektedir. Bu nedenle, çocuk ve adölesanlar onlar için uyarlanmış antrenman uyumuna daha duyarlı olacaktır (Barnett ve ark., 2008). Merkezi sinir sistemi, yaşının ilk 2-5 yılında miyelinizasyon da büyük bir artışa neden olur ve bu süreç seksüel olgunlaşma yetişkinliğe kadar devam eder (Virus ve ark., 1999). Bu nöral adaptasyonu destekleyen antrenmanlar özellikle adölesan öncesi (puberte) ve devamında adölesan yıllarında faydalı olmaktadır. Bu nedenle, çocuk ve adölesanların kuvvet ve kondisyon antrenmanlarına katılımı onların ilerdeki spor yapma durumlarını etkileyecektir (Faigenbaum ve Myer, 2010; Llyod ve ark., 2016). Ayrıca, olağan bir şekilde birçok aile çocuklarının yapılandırılmamış “ağırlık kaldırma” antrenmanlarına hangi yaşta katılacağını ve nasıl gerçekleştiğini merak etmekte ve endişelenmektedir. Temelde çocukların yeterli düzeyde geliştirilmesini ve doğru teknikle uygulamalara katılmasının planlandığı spor salonlarında, özel spor ve kondisyon kulüplerinde çocuk ve adölesanların nöromusküler fonksiyonu, kas kuvveti, denge, çeviklik ve

kondisyon özelliklerini arttırma üzerine tasarlanan bütünleyici uygulamaların yaşa uygun bir şekilde programlanması ve yürütülmesi gerekli ve önemli görülmektedir (Myer ve ark., 2011; Zemkova ve Hamar, 2018). Çocuk ve adölesanların direnç ve bütünleştirici türdeki antrenman protokollerine katılması, performans ölçümlerini anlamlı bir şekilde etkiler (DiStefano, 2010; Drenowatz ve Greier, 2018). Bu tür yararlar, sadece normal büyüme ve gelişmeye katkı sağlayan antrenmanlardan daha büyüktür. Adölesan öncesindeki bahsedilen kazanımların büyük çoğunluğu nöromüsküler uyumlardandır. Buna karşın, antrenman sonucu adölesan dönemde testosteron sayesinde artan yağsız kütlemin gözlenmesi çocukluk sırasında ve sonrasında diğer hormonlara bağlı kas hipertrofisini etkilemektedir (Mersmann ve ark., 2017).

1 yıllık izlenim sonucu, önceden direnç antrenmanına katılan puberte kadın sporcuların (12 yaş) alt ekstremite kontrolünde %13,4 gelişim ve puberte sonrası (14 yaş) diğer kadınlarda alt ekstremite kontrolünde %21,7 düşüş gösterilmiştir. Direnç antrenmanına katılan puberte ve puberte sonrası her iki grupta da hamstring kuvvetinde büyük anlamlılık vardı. Erken gelişim döneminde (12 yaş öncesi) direnç antrenmanlarına katılan sporcular, azalan alt ekstremite eksikliğini kanıtı olarak direnç antrenmanlarına katılanlardan daha büyük gelişim gördü (Ford, Myer ve Hewett, 2011).

Genç popülasyonda nöromüsküler antrenmanın yaralanmayı önlemede ve performansı arttırmada birden fazla bileşenin olduğunu (denge, güç, plyometrik, çeviklik, sürat ve koordinasyon) belirtmek gerekir (Emery ve ark., 2015; Myer ve ark., 2013). Bütünleştirici nöromüsküler antrenmanın (BNA) ayrıca her bir bileşenin ne kadar etkisi olduğunu değerlendirmek zordur. Bu tanımlayıcı derlemede, çocuk ve adölesanlarda BNA bileşenlerinin etkisi, gelişim dönemindeki

farklılıklar ve riskler üzerinde kapsamlı bir tanımlamayı amaçlamaktadır.

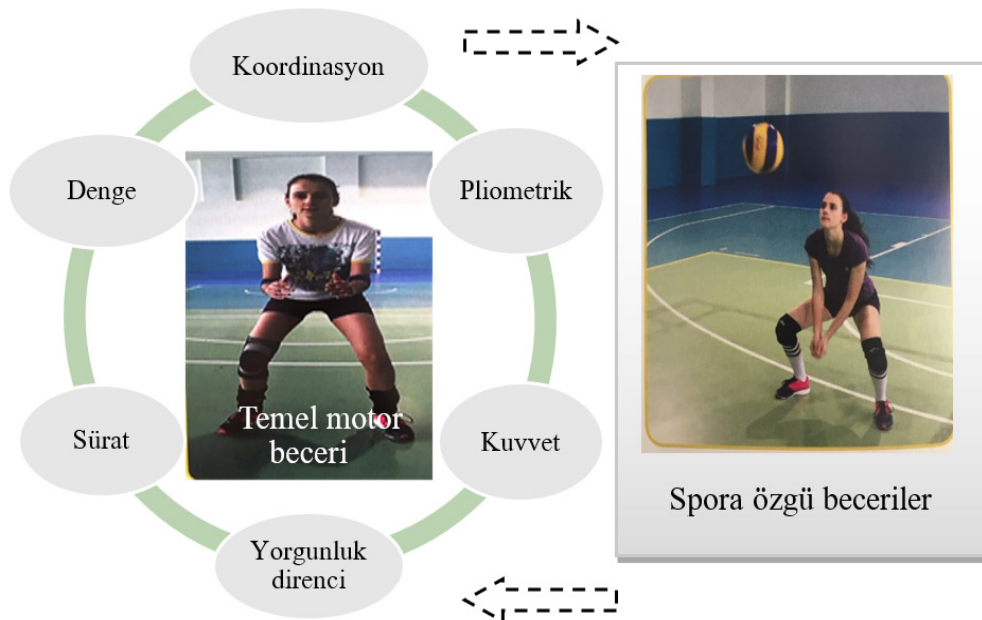
## 2. Genel tanımlar

Basit anlamda ifade edilecek olursa “gençler” terimi çocukları ve adölesanları kapsar. Çocuklar, cinsel olgunlaşmanın yani ergenliğin 1. ve 2. evresi; kızlar yaklaşık 11 yaşına kadar ve erkekler 13 yaşına kadardır. Adölesanlar, ergenlik öncesi 13–18 yaş arası ikincil cinsiyet özelliklerini geliştirmemiş kız ve erkek çocukları ifade eder (Myer ve ark., 2013).

“Direnç antrenmanı” ve “halter” terimleri bazen eş anlamlı olarak kullanılsa da direnç antrenman terimi çok çeşitli dirençli yüklerin ve çeşitli antrenman yöntemlerinin aşamalı kullanımını içeren özel bir kondisyon türü anlamına gelir; halter “ağırlık kaldırma” terimi yarışmada maksimal ağırlıkların kaldırılmasını içeren bir sporu ifade etmektedir.

Bütünleştirici nöromüsküler antrenman (BNA), fiziksel uygunluğun sağlık ve performans ile ilişkili bileşenlerini geliştirmek üzere tasarlanmış; temel hareketler ve motor kontrol eksikliğine yönelik özel hareketler ile kuvvet, koordinasyon, direnç, dinamik stabilite, plyometrik, çevikliğin bütünleştiği tamamlayıcı antrenman programıdır. Uzun vadede sporcu yetiştirmek üzere kombine edilmiş kavramsal bir antrenman modelidir (Şekil 1).

BNA temelde, pediatrik egzersiz biliminin temel prensiplerini anlayan, çocukların ve adölesanların fiziksel ve psikososyal benzersizliğini gerçek anlamda değerlendirebilen nitelikli profesyoneller tarafından yaşa uygun doğru ve pratik bir eğitim süreci olmaktadır. Çeşitli ilerlemeler ile uygun dinlenme aralıkları içeren bir programdır (Myer ve ark., 2011).



Şekil 1. BNA bileşenleri temel motor becerilerin ve spora özgü becerilerin kombinasyonudur.

### 3. Çocuk ve adölesanlarda bütünleştirici nöromüsküler antrenman (BNA)

BNA ilk olarak temel hareketleri; lokomotif (koşma, zıplama, atlama), nesne kontrol (yakalama ve atma) ve stabilite (denge, dengeleme ve bükülme) geliştiren ve sonrasında spora özgü (voleybolda smaç, blok) hareketlerin eklendiği kompleks hareketleri oluşturur (Gallahue ve Ozmun, 2006). Temel ilkesi, spora özgü hareketleri gerçekleştirmeden önce temel hareketlerin kazanılmasıdır. Hareketlerde uzmanlaşma olmadan nöromüsküler antrenmana katılmak ve karmaşık spor hareketleri yapmak doğru olmamaktadır (Myer ve ark., 2016). Genellikle, temel hareketler çocukluk döneminde gelişmeli ardından spora özgü hareketler adölesan döneminde düzenlenmelidir (Morgan ve ark., 2013; Jukic ve ark., 2019). Çocuk ve adölesanlarda yaralanma riskini azaltmada ve performansı geliştirmede dikkat edilecek uygulama yöntemleri, spor geçmişi, kronolojik ve biyolojik yaş, antrenman yaşı, önceki antrenman düzeyi ve yetenek düzeylerine göre uygun bir şekilde planlaması gerekmektedir. Yoğun antrenmanlara geçmeden önce hareket tekniklerinde yeterlilik sağlanmalıdır. Başka bir ifadeyle, sporcunun antrenman programı zamana ve akranlarının performanslarına bağlı olarak yoğun egzersizlere doğru ilerleme kaydederken kendi teknik becerilerine bağlı ilerlemektedir (Myer ve ark., 2011). Bu yüzden, sporcunun ilk olarak doğru ve güçlü hareketleri gösterme becerisi oluşturulmalıdır. Buna örnek, drop sıçrama gibi nöromüsküler sisteme büyük etkisi olan hareketleri gerçekleştirmeden önce, temel atlama, squat, sıçrama, sekme, diz çekme temel hareketler gerekir. Nedeni, yaralanma riskini azaltmak ve iyi performans göstermesini sağlamaktır (Noyes ve ark., 2013).

BNA antrenman programı yapılırken önce düşük seviyeli hareketler ile başlanıp, daha sonra yüksek yoğunluklu hareketlere gidilmelidir. Bu programlar 6 ile 8 hafta ve her bölüm ayrı çalışılacaksa 30 dakika olmalıdır (Chaabene ve ark., 2018). Bireyselleştirilmiş ve önceki antrenman deneyimine bağlı programlarda, yorgunluğun giderilmesi ve toparlamanın sağlanması için hafta 2-3 kez olacak şekilde 30 ile 90 dakika arasında ve aralarda dinlenmelerin verildiği ardışık günlerin seçilmesi doğru olacaktır (Myer ve Faigenbaum, 2010; Faigenbaum ve ark., 2015).

### 4. BNA gelişim boyutu

Kronolojik yaş bilindiği üzere, spor takımlarına katılma ve gruplandırılma için kullanır. Biyolojik olgunlaşma ise

adölesanların hızlı büyümeleri olarak tanımlanır. Yetişkin bireylerde boy uzunluğunun belirlenmesi ayrıca doğal bir olgunluğun göstergesidir (Corso, 2018) ve erkek ve kızların boy, yaş, kütle ve ailelerin ortalama boyu kullanılarak hesaplanır. Bireylerin zirve boy uzunluğu hızı adölesanların maksimum büyüme oranını göstermektedir; kızlarda 12 yaş ve erkeklerde 14 yaş olarak belirtilir (Sailors ve Berg, 1987). Adölesan döneminde en hızlı büyümenin görülmesi zirve boy uzunluğunu etkilediğinden adölesan öncesinde bütünleştirici nöromüsküler antrenmanların başlatılması bu yüzden önemli ve yararlı görülür (Portas ve ark., 2016). Ayrıca, bu antrenmanlara katılmada minimum yaş ortalaması olmadığı gibi, bu yararları ortaya koyacak antrenmanlar gerekli görülür. Genellikle, 7 ile 8 yaşta çocuklar temel hareketleri kazanmalı ve gerekli gördüğü spora katılabildiklerinden dolayı doğru bir yönlendirme ile direnç ve türevleri ve diğer bütünleştirici antrenmanlara hazır gibi görülmektedir (Paoli ve Bianco, 2015). Bu bilgiye dayanarak, çocuk ve adölesanlarda gelişimin devam ettiği tüm yıllarda bütünleştirici antrenmanların ilerleyen performanslarına katkısı olacağından bu dönemlerde katılma olmadığında performansta düşüş olacaktır (Davids ve Baker, 2007). Genel olarak adölesan döneminde nöromüsküler plastisite yaşa bağlı bir şekilde uyum verir ve hareket yeteneğini destekler (Hands, 2008). Lubans ve ark (2010), bütünleştirici nöromüsküler antrenmanların temel hareketlerin gelişimini sağlamak ve devam ettirmek hatta daha sonraki spor ortamlarına uyum sağlamak ve performansı arttırmak gibi dikkate değer sonuçlar elde etmiştir. Öneri olarak 7 ile 10 yaşta bütünleştirici nöromüsküler antrenmana başlamak uygun görülmektedir.

### 5. Çocuk ve adölesanlarda bütünleştirici nöromüsküler antrenman bileşenleri

BNA temel olarak 6 bileşene; kuvvet, pliometrik, yorgunluk direnci, çeviklik, koordinasyon ve dengeye odaklanır (Tablo 1).

#### 5.1. Kuvvet bileşeni

Çocuk ve adölesanlarda direnç antrenmanları spor uzmanları tarafından uygulanmalıdır. Uzmanlar tarafından doğru planlanmış direnç antrenmanları yaralanma riskini azaltır ve böylelikle kas gücü, dayanıklılık ve koordinasyon ile vücut kompozisyonu geliştirilmektedir (Myer ve ark., 2017). Öncelikle, kuvvetin kazanılmasında her iki cinsiyetin büyüme evreleri göz önüne alınmalıdır. Çocuk ve adölesanlara göre

**Tablo 1.** Bütünleştirici nöromüsküler antrenman (BNA) bileşenleri

<b>Kuvvet</b>	Nöromüsküler uyumdan maksimal güç ve hipertrofiye doğru ilerleme 10-12 yaş temel hareketler (squat, lunge, şınav, mekik) 1-2 set, ardından 13-18 yaş 3-5 set direnç antrenmanı sonra karma hareketler
<b>Pliometrik</b>	Gerilme kısalma döngüsünün gelişimi ile elastik enerji ve refleks kas aktivitelerinin gelişimi
<b>Yorgunluk direnci</b>	Yorgunluk koşullarında hareket gelişimi ile kardiyovasküler ve metabolik uyumlar
<b>Çeviklik</b>	Maksimum süratte hareket gelişimi
<b>Koordinasyon</b>	Temel ve özel spora özgü hareketler
<b>Denge</b>	Dinamik ve core stabilite; statik dengeden sonra dinamik hareketler

yapılan direnç antrenman programlarında öncelik koruma ve gözetim olmalıdır (Faigenbaum ve ark., 2009, Llyod ve ark., 2013; Zwolski, Quatman-Yates ve Paterno, 2017). Ardından kas kuvveti, koşu hızı, yön değişim hızı, gerilme kısılma döngüsü yeteneği (pliometrik) ve dayanıklılık kombine edilerek uygulanmalıdır (Markovic ve Mikulic, 2010; Myer ve Faigenbaum, 2010; Lloyd ve Oliver, 2012). Kuvvet antrenmanında öncelikle bilinmesi gereken prensipler doğru yüklenim araçları, nefes alma ve verme tekniğinin yapılabilmesidir (Faigenbaum ve ark., 2009). Kuvvet antrenmanında dış yüklerden dolayı her zaman postüral kontrol sağlanmalı ve kaldırma, itme tekniklerine önem verilmelidir. Tüm egzersiz bölümleri ayrıca dinamik bir germe egzersizleri (düşük seviye) ile başlamalıdır (Hoper ve ark., 2017). Antrenman bölümlerinde değişkenlik esas alınıp aşamalı olarak ilerleme sağlanmalıdır. Ayrıca, sporcuların ihtiyaç ve yeteneklerine göre yeniden düzenlenmelidir (Bompa, 2000). Antrenman bölümlerinde ilerleme yöntemi, önceden belirlenen tekrarlar istikrarlı ve doğru bir şekilde ağırlıkça 2, 3 ve 5 kg veya 1 TM' nin %5 ile %10 arasında eklemelerle yapılmalıdır (Faigenbaum ve ark., 2015). Faigenbaum ve ark (2009), çocuklarda nöral plastisitenin artmasından dolayı öncelikle düşük yoğunluklarla sonrasında hareket hızında ilerlenmenin gerekliliğini belirtmektedir. Bununla birlikte, maksimum tekrar yaklaşık %30 ile %60, hacim 1 ile 6 set ve sıklık haftada 2 ile 3 kez çoklu eklem hareketleri olmalıdır. Sporla ilgili hareketleri bir dirence karşı üretmek ne yazık ki zordur. Fakat bu BNA antrenmanı performansı geliştirme ve yaralanmayı önlemek için doğru ve önemli bir temel olacaktır.

## 5.2. Pliometrik bileşeni

Çocuk ve adölesanlarda pliometrik antrenman kas kuvvetini, nöromüsküler uyumları ve yaralanmayı azaltır (Markovic ve Mikulic, 2010; Buranarugsa, Oliveira, Maia, 2012). Pliometrik antrenmanın temelinde, hızlı bir gerdirmeye hareketi (eksantrik kasılma) ve ardından hızlı bir kısılma (konsantrik kasılma) içeren gerilme kısılma döngülü bir kasılmaya dayanmaktadır (Malisoux ve ark., 2006; Davies, Riemann ve Manske, 2015). Bu döngü gençlerde var olan elastik enerji ve refleks kas aktivitesi ve bazı mekanizmalara bağlı olmaktadır (Barbieri ve Zaccagni, 2013; Wang ve Zang, 2016). Komi ve Gollhofer (1997). Gerilme kısılma döngüsü şu şekilde açıklamıştır; eksantrik evreden önce kasların bir ön aktivasyonu, ardından kısa ve hızlı eksantrik evre ve hemen kısılmaya bağlı kasılma (konsantrik kasılma) eylemine geçiştir. Çocuk ve adölesanlarda, etki mekanizması yüksektir ve yağsız vücut kütlelerini ve kemik gelişimini desteklemektedir. Uygun programlarda bu etki düşük yoğunluktan yüksek yoğunluğa doğru hareketler (örneğin; çoklu yönlere sıçrama, atlama ve sekme şeklinde) ile geliştirilmelidir (Barbieri ve Zaccagni, 2013). Dahası, planlamada hem düşük hem de yüksek pliometrik hareketler farklılaştırılmalıdır. Yüksek yoğunlukta düşey düşme, dizleri çekme ve kasa atlamalarını içermelidir. Buna ek, ip atlama ve sıçrama hareketleri yararlı olabilecektir. Çocuk ve adölesanların yaralanma riski oluşabileceğinden kas-tendon sertliğini vurgulamak ve dikkatli planlanmayı önermekteyiz. Lloyd ve ark (2011), antrenmanların çok sert, pürüzlü ve kaygan zeminlerde yapılmamasını vurgulamaktadır. Antrenman için gelişim önerisi; antrenman yoğunluğu düşükten yüksek yoğunluklu egzersizlere doğru, hacim 5-10 tekrardan

oluşan setler, sıklık hafta 2 kez ve ardışık olmayan günlerde en az 1 saat ve ayrıca direnç hareketleri veya antrenmanları ile birleştirilmesi gerekli görülmektedir (Hopper ve ark., 2017).

## 5.3. Yorgunluk direnci bileşeni

Yorgunluk direnci, BNA' nın bir diğer önemli bileşeni olarak bilinmektedir (Fernandez-Fernandez ve ark., 2015; Richmand ve ark., 2016). Bilindiği üzere yaralanma riskini oluşturabilecek spor senaryolarında her bir hareketin yorgunluk koşullarında yapılmasını önerilir (Steffen ve ark., 2013). Yorgunluk direnci ile ilgili çalışmalar gelişimle beraber çocuk ve adölesanların tekniklerinin gelişmesi amacıyla aerobik kapasitelerinin desteklenmesi yönündedir (Faigenbaum ve ark., 2014). Yeni başlayan sporcularda yorgunluk direnci, antrenman içinde eğlenceli görevlerle ve aralıklı aerobik şekildeki oyunlara yer verilecek şekilde teknik becerileri geliştirme üzerine odaklanmalıdır (Harrison ve ark., 2015). Daha sonra sporcu olgunlaştıkça yüksek yoğunluk içeren yüksek yoğunluklu aerobik uygulamalara katılması daha doğrudur (Costigan ve ark., 2015). Bununla birlikte, BNA içeriğinde kardiyovasküler uyumun sağlanması antrenmanda aralıklı sağlık topu ve halat egzersizlerinin kullanması gibi güçlü bir uyarıcı olabilir (Faigenbaum ve ark., 2018, Faigenbaum ve ark., 2018). Faigenbaum ve ark (2019), 10 yaş çocuklarda BNA antrenman protokolünde denge tahtasında squat, sağlık topu ile atma-yakalama, BOSU ile yana adımlar, sağlık topu ile lunge, çift kol halat egzersizlerini içeren antrenmanda 30 sn dinlenme aralığı vermiştir. Sonuç olarak, performans ve yorgunluk direnci olumlu şekilde etkilenmiş ve çalışmaların çok yönlü olması vurgulanmıştır. BNA uygun zamanda ve uygun egzersiz ve dinlenmelerle çocuk ve adölesanların yaralanma riskini azaltabilecek yorgunluğa karşı bir dayanma gücü ortaya koyabileceği gibi çalışmalarda vurgulanmalıdır (Steffen ve ark., 2006).

## 5.4. Çeviklik bileşeni

Çeviklik antrenmanları nöromüsküler antrenmanın bir diğer önemli bileşenidir ve yüksek hızda koordinasyon performansı olarak bilinmektedir (Sheppard ve Young, 2006). Sürat, hareketlerin zamana göre değişim hızı sonucunda adım frekansı ve uzunluğu ile ilişkilidir (Wheeler, Sayers, 2010). Ayrıca, sürat bir uyarıcıya cevap olarak yön değişim hızında hareketleri gerçekleştirme olan çeviklikle de bağlantılıdır (Chaabene ve ark., 2018). Popülasyonda çeviklik çalışmaları fiziksel yetenekler olan kuvvet ve güç performansı ile ilişkilendirilmiştir (Llyod ve ark., 2013; Milanovic ve ark., 2013). Özellikle, antrenman planlamasında spora özgü rakip, takım arkadaşı, top gibi tahmin yürütme gibi görsel teknikleri de içeren bileşenler mutlaka olmalıdır (Bloomfield ve ark., 2007). Antrenman protokollerinde, yön değişimlerinin yüksek hızda yapılması nedeniyle alt ekstremitelerin biyomekanikğine dikkat edilmelidir. Genellikle, dizde çapraz bağ yaralanmaları büyük bir risk olabileceği üzere hareket manevralarında diz eklemine biyomekanik kontrolü göz önünde bulundurulmalıdır (Myer ve ark., 2011). Yön değişiminde eklem ve bağlardaki yük, yorgunluğa ve hareketin sürecini etkileyebilmektedir. Beklenmeyen bu hareketin etkileri hareket sırasında erkeklerden daha çok kadın ergenlerde dinamik valgus nedeniyle daha fazla görülmektedir (Ford

ve ark., 2005). Dizin kontrolü ve dengesi etkin hamstring ve quadriceps kaslarının bükülme ve gerilme anındaki etkileşimi sonucunda görülür (Lloyd, Buchanan ve Besier, 2005). BNT antrenmanlarında öncelikle çevikliğin uygulanması fazla yükü önlemek ve hareketlerin kompleks bir şekilde yapılmasına odaklanmalıdır. Hatta bazı benzer koşullarda spor yapanların yaralanma riskini azaltmak için açık beceriler ve planlanmamış görevler ile alt ekstremiteler kuvvetlendirilmelidir (Keiner ve ark., 2014; Fernandez-Fernandez, 2015). Bu anlamda, çeviklik antrenmanlarında yapılan spor ve aktivitelere özgü olarak öncelikle kapalı beceriler ve planlı hareketlerle başlanıp, daha sonra açık beceri ve planlanmamış hareket stratejilerine yönelik çalışmalarla devam edilmelidir. Örneğin, çocuklar puberte öncesinde az beceriye sahiptir ve ilk önce yön değişim hızı ve reaksiyon zamanı geliştirilmeli ve ardından temel hareketler eklenerek birleştirilmeye gidilmesi doğru olacaktır. Bununla beraber, adölesan ve sonrasında yeterli tekniğe ulaşan sporcu yön değişimini korurken daha fazla reaksiyon zamanına odaklanması özellikle vurgulanabilir (Llyod ve ar., 2012; Llyod ve ark., 2013). Genel sonuçlara bakıldığında, yüksek sürat ve sprint yeteneğinde pliometrik ve kuvvet antrenmanlarının kombine edilerek çalışılması yöntemleri performansı önemli ölçüde geliştirmektedir (Keiner ve ark., 2014; Fernandez-Fernandez, 2015) Ayrıca, çocuk ve adölesanlarda gelişim açısından doğru sürat ve teknik öğretilmelidir. Bunlar atlama, zıplama ve sekme şeklinde dinamik hareketler şeklinde sonra fonksiyonel ayak ve kalça hareketlerinin birleştiği koşuya dönüştürülmesi gelişimi destekleyecektir. Bu aşamadan sonra, popülasyonda önerilen diğer BNT bileşenleri pliometrik ve kuvvet ile birleştirilmelidir (Llyod ve ark., 2013; Sanuda ve ark., 2019).

### 5.5. Koordinasyon bileşeni

Koordinasyon, merkezi sinir sistemi ve iskelet kas sisteminin etkileşim sonucu bir yeteneği olarak bilinir. BNT antrenmanında koordinasyon temel hareketlerden spora özgü hareketlere doğru kapsamlı geliştirilmelidir (Lyakh, Sadowski ve Witkowski, 2011). Temel hareketler kazanıldıktan sonra kompleks zıplama, yön değiştirme gibi koordinasyonlar ilgili sporun amacına göre kombine edilmelidir. Bu içerik düzenlenerek uygulamalara geçilmelidir. Koordinasyon egzersizleri çok değişik şekilde uygulanabilir. Çok fazla uyarının olduğu görsel, işitsel veya kinestetik türde olabilir (Radwan, 2014). Farklı temel hareketlerin koordinasyonu, zaman, mekân ve fazla araçla eş zamanlı yüklenmeleri içermelidir (Abernethy, 1988). Her bir istasyon doğru performansı sürdürme amacıyla olmalıdır (Bompa, 2000). Programlarda tüm koordinasyon özellikleri değişimli olarak 5 dakika şeklinde olabileceği belirtilmiştir. Bununla beraber, antrenman bölümünde dinamik ısınma olarak en az 20 en fazla 30 dakika antrenmana entegre edilmesi önemlidir (Zouhal ve ark., 2019). Antrenmanda ısınma koordinasyonun gelişimi için son derece iyi olacaktır. Çünkü merkezi sinir sisteminde yorgunluk olmadan motor hareketler koordineli gerçekleşecektir. Çalışmalarda, sporcunun motor hareketi gerçekleştirmek için hareketlerde optimal koordinasyona ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır (Faigenbaum ve ark., 2009; Myer ve ark., 2011). Bu anlamda, çocuklarda daha sonraki adölesan döneminde aşamalı doğru bir koordinasyon yetişkinlik yıllarında becerileri geliştirme uygun dönemlerdir.

Benzer şekilde, çocuklar sporda uzmanlaşma döneminde önceki becerilerine ek koordinasyonla kas sinir sistemi uyumlarını üst düzeye çıkarabilecektir.

### 5.6. Denge bileşeni

Eklem stabilitesinde dinamik hareketlerin sergilenmesi sonucu kas gücü ve kuvveti etkilenmektedir. Bu bileşende alt ekstremitte ve core odaklı antrenmanlara odaklanması gerekmektedir. Alt ekstremitte hareketi, statik denge, dinamik denge ve dengeleme aşamaları sonucunda gelişir. Statik denge, sabit yüzeyde vücut kütlelerinin yeteneği olarak tanımlanır ve propriosepsiyonlardan etkilenmektedir (Lephart ve ark., 1997; Hewett ve ark., 2015). Doğru bir nöromüsküler antrenman bu duyu proprioseptifleri geliştirebilmektedir (Wang, 2016). Dinamik denge, vücut kütlelerini dinamik hareketlerde desteklemesidir. Dengeleme ise sportif becerilerde dinamik hareketlerin devamlı olarak kontrollü sürdürülmesi olarak bilinir (Matsuda ve ark., 2008). Yeni başlayan çocuk sporcularda öncelik statik denge tek bacak hareketler, planörler ve daha sonra BOSU gibi aletlerde çift bacak duruş, çömelme hareketleri ile başlanmalıdır (Behm ve Colado, 2012, Kim ve Park, 2016). Dengelemede (dinamik stabilite) ise yumuşak bir yüzeye inme olabilir. Aşama ilerlediğinde sporcular nöromüsküler zorlanmayı arttıracak BOSU vb. aletlerde topu yakalama, sekme veya sıçrama hareketleri eklemelidir (Filipa ve ark., 2010). Bu nedenle, kalça, gövde, diz, ayak dinamiklerini doğru bükülme ve gerilme ile gösterilmesi önemli görülür. Alt ekstremitteye güçlendiren squat, leg-pres, quadriceps, hamstrings kinetik ile daha fazla kasılmalar olmalıdır (Wang, 2016). Sporcu son olarak dönme, bükülme ve hızlanma ve ardından yavaşlamayı içeren uygulamalara katılmalıdır. Doğru biyomekanikle gelişen hareketlerde sporla ilgili hareketlere dönüşü otomatik hale getirebilir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, 8 ile 10 hafta, haftada 2-3 kez bütünleştirici antrenman programlarının değişik sportif becerilerde kontrol mekanizmalarının ve beklenmeyen hareketlerde dengelemeyi geliştirdiği görülmüştür (Sanudo ve ark., 2019). Buna ek olarak, performansı arttırmada direnç egzersizleri ve kuvvet antrenmanlarını kapsayan tamamlayıcı antrenmanların artık bir antrenmanda uygulanması nöromüsküler uyumları ve büyük kasılma kuvvetlerini arttırdığı yönündedir McLeod ve ark., 2009; Chaouachi ve ark., 2014; Fernandez-Fernandez ve ark., 2015).

### 6. Sonuç

Sonuç olarak, bütünleştirici nöromüsküler antrenman spor bilimlerinde tamamlayıcı olarak kullanılmamaktadır. Çocuk ve adölesanlarda performans bileşenlerinin ayrı olarak uygulanması ve pek çok problemle karşılaşılması sonucunda temel hareketlerin gelişimini düzenleyen ve doğru bilindiğinde çocuk ve adölesanlarda performansı tamamlayan bir tamamlayıcı antrenman olması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

## 7. Kaynaklar

- Abernethy, B. (1988). The effects of age and expertise upon perceptual skill development in a racquet sport. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59(3), 210-221.
- Barbieri, D., & Zaccagni, L. (2013). Strength training for children and adolescents: benefits and risks. *Collegium Anthropologicum*, 37(29), 219-225.
- Barnett, L. M., Van Beurden, E., Morgan, P. J., Brooks, L. O., & Beard, J. R. (2008). Does childhood motor skill proficiency predict adolescent fitness? *Medicine Science in Sports Exercise*, 40(12), 2137-2144.
- Basterfield, L., Adamson, A. J., Frary, J. K., Parkinson, K. N., Pearce, M. S., & Reilly, J. J. (2011). Longitudinal Study of Physical Activity and Sedentary Behavior in Children. *Pediatrics*, 127(1), e24-30.
- Behm, D., & Colado, J. C. (2012). The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(2), 226-241.
- Bloomfield, J., Polman, R., O'donoghue, P., & Mcnaughton, L. (2007). Effective speed and agility conditioning methodology for random intermittent dynamic type sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1093-1100.
- Bompa, T. (2000). *Total Training for Young Champions*. Kinetics H, ed. Champaign, IL: Human Kinetics. s:389-396.
- Buranarugsa, R., Oliveira, J., & Maia, J. (2012). Strength training in youth (resistance, plyometrics, complex training): an evidence-based review. *RPCD*, 12(1), 87-115.
- Chaabene, H., Priesk, O., Negra, Y., & Granacher, U. (2018). Change of direction speed: toward a strength training approach with accentuated eccentric muscle actions. *Sports Medicine*, 48(8), 1773-1779.
- Chaouachi, A., Othman, A. B., Hammami, R., Drinkwater, E. J., & Behm, D. G. (2014). The combination of plyometric and balance training improves sprint and shuttle run performances more often than plyometric-only training with children. *Journal of Strength Conditioning Research*, 28(2), 401-412.
- Corso, M. (2018). Developmental changes in the youth athlete: implications for movement, skills, acquisition, performance and injuries. *The Journal of Canadian Chiropractic Association*, 62(3), 150-160.
- Costigan, S. A., Eather, N., Plotnikoff, R. C., Taaffe, D. R., & Lubans, D. R. (2015). High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1-9.
- Davids, K., & Baker, J. (2007). Genes, environment and sport performance: why the nature-nurture dualism is no longer relevant. *Sports Medicine*, 37(11), 961-980.
- Davies, G., Riemann, B. L., & Manske, R. (2015). Current concepts of plyometric exercise. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 760-786.
- DiStefano, L. J., Padua, D. A., Blackburn, J. T., Garrett, W. E., Guskiewicz, K. M., & Marshall SW. (2010). Integrated injury prevention program improves balance and vertical jump height in children. *Journal of Strength Conditioning Research*, 24(2), 332-342.
- Drenowatz C., & Greier K. (2018). Resistance training in youth-benefits and characteristics. *Journal of Biomed*, 3(1), 32-39.
- Emery, C. A., Roy, T. O., Whittaker, J. L., Nettel- Aguirre, A., & van Mechelen, W. (2015). Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 865-870.
- Faigenbaum, A. D., Kramer, W., & Blimkie, C. (2009). Risks and concerns related to youth resistance training. *Journal of Strength Conditioning Research*, 23(5), 60-79.
- Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2010). Pediatric resistance training: benefits, concerns, and program design considerations. *Current Sports Medicine Report*, 9(3), 161-168.
- Faigenbaum, A. D., Myer, G. D., Farrell, A., Radler, T., Fabiano, M., Kang, J., Ratamess, N., Khoury, J., & Hewett, T. E. (2014). Integrative neuromuscular training and sex-specific fitness performance in 7-year-old children: An exploratory investigation. *Journal of Athletic Training*, 49(2), 145-153.
- Faigenbaum, A. D., Bush, J. A., McLoone, R. P., Kreckel, M. C., Farrell, A., Ratamess, N. A., & Kang, J. (2015). Benefits of strength and skillbased training during primary school physical education. *Journal of Strength Conditioning Research*, 29(5), 1255-1262.
- Faigenbaum, A., Kang, J., Ratamess, N., Farrell, A., Ellis, N., Vought, L., & Bush, J. (2018). Acute cardiometabolic responses to medicine ball interval training in children. *International Journal of Exercise Science*, 11(4), 886-899.
- Faigenbaum, A., Kang, J., Ratamess, N., Farrell, A., Golda, S., Stranieri, A., Coe, J., & Bush, J. (2018). Acute cardiometabolic responses to battling rope exercise in children. *Journal of Strength Conditioning Research*, 32(5), 1197-1206.
- Faigenbaum, A. D., Kang, J., Ratamess, N. A., Farrell, A. C., Belfert, M., Duffy, S., Jenson, C., & Bush, J. (2019). Acute Cardiometabolic Responses to Multi-Modal Integrative Neuromuscular Training in Children. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 4(39), 2-13.
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Kovacs, M. S., & Moya, M. (2015). In-season effect of a combined repeated sprint and explosive strength training program on elite junior tennis players. *Journal of Strength Conditioning Research*, 29(1), 351-357.
- Filipa, A., Byrnes, R., Paterno, M. V., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2010). Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(9), 551-558.
- Ford, K. R., Myer, G. D., Toms, H. E., & Hewett, T. E. (2005). Gender differences in the kinematics of unanticipated cutting in young athletes. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 37(1), 124-129.
- Gallahue, D. L., & Ozmun, O. J. (2006). *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults*. Boston, MA: McGraw-Hill.
- Hands, B. (2008). Changes in motor skill and fitness measures among children with high and low motor competence: a five-year longitudinal study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(2), 155-162.
- Harrison, C. B., Gill, N. D., Kinugasa, T., & Kilding, A. E. (2015). Development of aerobic fitness in young team sport athletes. *Sports Medicine*, 45(7), 969-983.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Kiefer, A.W., & Ford, K. R. (2015). Longitudinal increases in knee abduction moments in females during adolescent growth. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(12), 2579-2585.
- Holm, I., Fosdack, M. A., Friis, A., Risberg, M. A., Mykleburst, G., & Steen, H. (2004) Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength and lower limb function in female team handball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 14(2), 88-93.
- Hopper, A., Haff, E. E., Barley, O. R., Joyce, C., Lloyd, R. S., & Haff, G. G. (2017). Neuromuscular training improves movement competency and physical performance measures in 11-13-year-old female netball athletes. *Journal of Strength Conditioning Research*, 31(5), 1165-1176.

- Jukic I., Prnjak K., Zoellner, A., Tufano, J. J., Sekulic, D., & Salaj, S. (2019). The importance of fundamental motor skills in identifying differences in performance levels of U10 soccer players. *Sports (Basel, Switzerland)*, 7(7), 2-11.
- Keiner, M., Sander, A., Wirth, K., & Schmidtbleicher, D. (2014). Long-Term Strength Training Effects on Change-of-Direction Sprint Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 223-231.
- Kim, J. J., & Park, S. Y. (2016). Immediate effects of the trunk stabilizing exercise on static balance parameters in double-leg and one-leg stances. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(6), 1673-1675.
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., Callister, R., Shealy, M., Dudley, G. A., Maresh, C. M., et al., Falkel, J. E. (1989). Training responses of plasma beta-endorphin, adrenocorticotropin, and cortisol. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 21(2), 146-153.
- Komi, P., & Gollhofer, A. (1997). Stretch reflexes can have an important role in force enhancement during SSC exercise. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(4), 451-460.
- Lephart, S. M., Pincivero, D. M., Giraldo, J. L., & Fu, F. H. (1997) The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(1), 130-137.
- Lloyd D., Buchanan T., & Besier T. (2005). Neuromuscular biomechanical modeling to understand knee ligament loading. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11), 1939-1947.
- Lloyd, R., & Oliver, J. (2012). The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 61-72.
- Lloyd, R., Read, P., Oliver, J., Meyer, R., Meyers, R., et al. (2013). Considerations for the for the development of agility during childhood and adolescent. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(3), 2-11.
- Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff, D. P., Barnett, L. M., & Okely, A. D. (2010). Fundamental movement skills in children and adolescents: Review of associated health benefits. *Sport Medicine*, 40(12), 1019-1035.
- Lyakh, V., Sadowski, J., & Witkowski, Z. (2011). Development of coordination motor abilities (CMA) in the system of long-term preparation of athletes. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 18(3), 187-191.
- Malina, R. M., & Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation, and physical activity*. Human Kinetics; Champaign, IL. Timing and sequence of changes in growth, maturation, and performance during adolescence. s: 267-272.
- Malisoux, L., Francaux, M., Nielens, H., & Theisen, D. (2006). Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. *Journal of Applied Physiology*, 100(3), 771-779.
- Markovic, G., & Mikulic P. (2010). Neuro-Musculoskeletal and Performance Adaptations to Lower-Extremity Plyometric Training. *Sports Medicine*, 40(10), 859-895.
- Matsuda, S., Demura, S., & Uchiyama, M. (2008). Centre of pressure sway characteristics during static one legged stance of athletes from different sports. *Journal of Sport Sciences*, 26(7), 775-779.
- McLeod, T. C. V., Armstrong, T., Miller, M., & Sauers, J. L. (2009). Balance improvements in female high school basketball players after a 6-week neuromuscular-training program. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(4), 465-481.
- Mersmann, F., Charcharis, G., Bohm, S., & Arampatzis A. (2017). Muscle and Tendon Adaptation in Adolescence: Elite Volleyball Athletes Compared to Untrained Boys and Girls. *Frontiers in Physiology*, 8(1), 1-11.
- Milanović, Z., Sporiš, G., Trajković, N., James, N., & Samija, K. (2013). Effects of a 12 Week SAQ Training Programme on Agility with and without the Ball among Young Soccer Players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12(1), 97-103.
- Myer, G. D., Faigenbaum, A. D., Chu, D. A., Falkel, J., Ford, K. R., Best, T. M., & Hewett, T. E. (2011). Integrative Training for Children and Adolescents: Techniques and Practices for Reducing Sports-related Injuries and Enhancing Athletic Performance. *Physician and Sports Medicine*, 1(39), 74-84.
- Myer, G. D., Lloyd, R. S., Brent, J. L., & Faigenbaum, A. D. (2013). How young is too young to start training? *Acsms Health & Fitness Journal*, 17(5), 14-23.
- Myer, G. D., Neeru Jayanthi, M. D., John, P., DiFiori, M. D., Faigenbaum, A. D., Kiefer, A. W., Logerstedt D., & Micheli, L. J. (2016). Sport specialization, part II. Alternative solutions to early sport specialization in youth athletes. *Sports Health*, 8(1), 65-73.
- Morgan, P. J., Barnett, L. M., Cliff, D. P., Okely, A. D., Scott, H. A., Cohen, K. E., & Lubans, D. R. (2013). Fundamental movement skill interventions in youth: A systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*, 132(5), e1361-83.
- NCYS report on trends and participation in organized youth sports. Book NCYS report on trends and participation in organized youth sports. National Council on Youth Sports Web site; City: 2008.
- Noyes, F. R., Barber-Westin, S. D., Tutalo Smith, S. T., & Campbell, T. (2013). A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school soccer players. *Journal of Strength Conditioning Research*, 27(29), 340-351.
- Paoli, A., & Bianco, A. (2015). What is fitness training? Definitions and implications: a systematic review article. *Iranian Journal of Public Health*, 44(5): 602-614.
- Portas, M. D., Parkin, G., Roberts, J., & Batterham, A. M. (2016). Maturation effect on Functional Movement Screen™ score in adolescent soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(10), 854-8.
- Radwan, S. G. (2014). The impact of development of the special coordination abilities on the general skill ability for table tennis juniors under 12 years old. *International Journal of Science Culture and Sport*, 2(2), 30-42.
- Richmond, S. A., Kang, J., Doyle-Baker, P. K., Nettel-Aguirre, A., ve Emery, C. A. (2016). school-based injury prevention program to reduce sport injury risk and improve healthy outcomes in youth: A pilot cluster-randomized controlled trial. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 26(4), 291-298.
- Rowland, T. (2007). Promoting physical activity for children's health. *Sports Medicine*, 37(11), 929-936.
- Sailors, M., & Berg, K. (1987). Comparison of responses to weight training in pubescent boys and men. *Journal of Sports Medicine Physical Fitness*, 27(1), 30-37.
- Sanudo, B., Sanchez-Hernandez, J., Bernardo-Filho, M., Abdi, E., Taiar, R., & Nunez, J. (2019). Integrative Neuromuscular Training in Young Athletes, Injury Prevention, and Performance Optimization: A Systematic Review. *Applied Science*, 9(3839), 2-18.
- Sheppard, J., & Young, W. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
- Steffen, K., Myklebust, G., Olsen, O. E., Holme, I., Bahr, R. (2008). Preventing injuries in female youth football—A cluster randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(5), 605-614.

- Steffen, K., Emery, C. A., Romiti, M., Kang, J., Bizzini, M., Dvorak, J., Finch, C. F., & Meeuwisse, W. H. (2013). High adherence to a neuromuscular injury prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players: A cluster randomised trial. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 794-802.
- Telford, R. M., Telford, R. D., Olive, L. S., Cochrane, T., & Davey, R. (2016). Why Are Girls Less Physically Active than Boys? Findings from the LOOK Longitudinal Study. *PLoS ONE* 11(3), 1-11.
- Tudor-Locke, C., Johnson, W. D., Katzmarzyk, P. T. (2010). Accelerometer-determined steps per day in US children and youth. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(12), 2244-2250.
- Viru, A., Loko, J., Harro, M., Volver, A., Laaneots, L., & Viru, M. (1999). Critical periods in the development of performance capacity during childhood and adolescence. *European Journal Physical Education*, 4(1), 75-119.
- Zaricznyj, B., Shattuck, L., Mast, T., Robertson, R., D'Elia, G. (1980). Sports-related injuries in school-age children. *American Journal of Sports Medicine*, 8(1), 318-324.
- Zemkova, E., & Hamar, D. (2018). Sport-specific assessment of the effectiveness of neuromuscular training in young athletes. *Frontiers in Physiology*, 9(264), 1-27.
- Zouhal, H., Abderrahman, A. B., Dupont, G., Truptin, P., Le Bris, B., Le Postec, E., et al. (2019). Effects of Neuromuscular Training on Agility Performance in Elite Soccer Players. *Frontiers Physiology*, 10(947), 1-9.
- Zwolski, C., Quatman-Yates, C., & Paterno, M. V. (2017). Resistance Training in Youth: Laying the Foundation for Injury Prevention and Physical Literacy. *Sports Health*, 9(5), 436-443.
- Wang, Y. C., & Zhang, N. (2016). Effects of plyometric training on soccer players. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 12(2), 550-554.
- Wang, H., Ji, Z., Jiang, G., Liu, W., & Jiao, X. (2016). Correlation among proprioception, muscle strength, and balance. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(12), 3468-3472.
- Wheeler, K. W., & Sayers, M. G. L. (2010). Modification of agility running technique in reaction to a defender in rugby union. *Journal of Sports Science & Medicine*, 9(3), 445-451.
- Wiiium, N., & Safvenbom, R. (2019). Participation in Organized Sports and Self-Organized Physical Activity: Associations with Developmental Factors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(585), 2-16.