



Artistik Cimnastikçilerde Büyüme ve Olgunlaşma



Erhan KARA [Sorumlu Yazar]

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, ekara@nku.edu.tr

Makale Geliş Tarihi: 15.04.2021

Makale Kabul Tarihi: 14.06.2021

Makale Yayın Tarihi: 30.06.2021

ÖZET

Amaç: Artistik cimnastik erken yaşta özelleşmeyi gerektiren estetik sporlar arasında yer almaktadır. Cimnastiğin doğası gereği erken çocukluk döneminden itibaren yapılan mekanik yüklenmeler tüm dünyada yaygın bir uygulamadır. Ancak kadın ve erkek cimnastikçiler her ne kadar benzer antrenman yüküne maruz kalsalar da antrenman yoğunluğu ve algılanan zorlanma düzeyi cinsiyete göre farklılık gösterebilir. Bu farklılıklar cimnastikçilerin biyolojik büyüme ve olgunlaşma sürecini etkileyip etkilemediğine dair tartışmalar yaratmıştır. Bu nedenle bu derlemenin amacı, özellikle artistik cimnastik antrenmanlarının büyüme ve olgunlaşma üzerine olası etkilerini özetlemektir. **Materyal & Metot:** Bu derleme araştırılırken PubMed, Google Scholar ve Elsevier veri tabanı kullanıldı. Anahtar kelimeler “artistik cimnastik” “cimnastik” “büyüme” “gelişme” “olgunlaşma” “kadın cimnastikçiler” erkek cimnastikçiler” “ergen cimnastikçiler” “ağırlık antrenmanı” “ergenlik ve cimnastik” “cimnastik ve boy uzunluğu” “cimnastikçilerde hormonal düzenleme” “cimnastik ve diyet” “kadın cimnastiği ve menarş” “cimnastik ve iskelet sistemi” terimlerinin varyasyonları kombine olarak yazılarak, toplam 75 bilimsel makale incelendi. **Sonuç:** Yapılan incelemelerin sonuçlarına dayanarak cimnastik antrenmanlarının cimnastikçilerde büyüme ve olgunlaşmayı etkilediğine dair kesin bir kanıt olmadığı sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Artistik cimnastik, Büyüme, Cimnastik antrenmanı, İskelet sistemi, Olgunlaşma

Growth and Maturation of Artistic Gymnasts

ABSTRACT

Purpose: Artistic Gymnastics is among the aesthetic sports that require specialization at an early age. Due to the nature of gymnastics, mechanical loading from early childhood is a common practice all over the world. However, although female and male gymnasts are exposed to similar training load, training intensity and rating of perceived exertion differ by gender. These differences have created debate as to whether gymnasts influence the process of biological growth and maturation. Therefore, the purpose of this review is to summarize existing research on the possible effects of artistic gymnastics training on growth and maturation, in particular, and identify possible factors. **Material & Method:** PubMed, Google Scholar and Elsevier databases were used to investigate this review article. "Artistic gymnastics" "gymnastics" "growth" "development" "maturation" "female gymnasts" male gymnasts" "adolescent gymnasts" "adolescence and gymnastics" "gymnastics and height" "hormonal regulation in gymnasts" "combining variations of the terms "gymnastics and diet", "female gymnast and menarche" "gymnastics and skeletal system" has been written with the combination of the variations of the terms as keywords and a total of 75 scientific articles were reviewed. **Result:** According to the results of the research, it was concluded that there is no conclusive evidence that gymnastics training affects growth and maturation in gymnasts.

Keywords: Artistic Gymnastics, Growth, Gymnastics training, Maturation, Skeletal system

GİRİŞ

Artistik cimnastik (AC) son zamanlarda kayda değer bir şekilde popüleritesi artan spor dalları arasında yer almaktadır (Vladimir, 2014). Aynı zamanda 1896 yılında eski Atina olimpiyatlarından günümüz modern olimpiyat programına dahil edilen (Molinari, Costa, Monteiro, 2018), ve erken yaşta özelleşmeyi gerektiren (Norris,2010) geleneksel bir yarışma sporudur. Dolayısıyla cimnastikçiler yoğun bir şekilde antrenman yükü ile karşı karşıya kalırlar (Kunjesic, 2012). Böylece karmaşık becerileri olağanüstü yaratıcılık ve özgünlükte sergileyebilmektedirler (Culjak, Kalinski, Kezic ve ark, 2014).

Büyüme, çocukların ve ergenlerin evrensel bir sürecidir. Bebeklikten yetişkinliğe kadar geçen bu süreç, üç aşamadan oluşur. Bunlar; büyüme, olgunlaşma ve gelişmedir. Bu terimler genellikle eşanlamli olarak kabul edilse de aralarında birtakım farklılıklar vardır (Malina, 2012). Büyüme; vücut parçalarının büyüklüğünü veya ölçülebilen değişikliklerini ifade ederken, olgunlaşma ise vücudun olgun bir duruma doğru ilerlemesi sırasında hem fonksiyonel hem yapısal hem de niteliksel değişiklikleri ifade eder (Beunen ve Malina, 2005). Tüm dokular, organlar ve sistemler zamanla olgunluğa erişir, ancak olgunluğun tanımı her biri için farklılık göstermektedir (Malina, 2012). Çocuklar büyüdükçe, boy ve kilo, yağsız kas kütlesi ve yağ dokularında, organların büyüklüğünde artış meydana gelir. Vücudun farklı segmentleri, farklı oranlarda ve farklı zamanlarda büyüyerek değişime uğrar. Örneğin bacaklar, çocukluk döneminde gövdeden daha hızlı büyür, bu nedenle çocuk nispeten daha uzun bacaklı hale gelir (Malina, 2012).

Biyolojik olgunlaşma süreci tempo (hız) ve zamanlamaya göre değişir (Malina, 2012). Büyüme zamanlaması ve temposundaki bireysel değişiklikler, aynı kronolojik yaş ve cinsiyetteki gençler arasında büyük olgunlaşma farklılıklarına yol açabilir (Baxter-Jones, Eisenmann, Sherar, 2005). Bu süreç, bir olgunluğun meydana geldiği zaman dilimini ifade ederken, tempo ise her olgunluğun meydana gelişinde elde edilen hızı ifade eder (Malina, Bouchard, Bar-Or, 2004). Artistik cimnastikçilerin, olgunlaşma ve büyüme hızı yavaş ilerleyen kısa boylu sporcu oldukları varsayılır (Malina, Baxter-Jones, Armstrong, 2013). Yarışmacı sporların büyümeyi engelleyici etkileri araştırmacılar arasında uzun zamandır tartışma konusudur (Baxter-Jones, Maffulli, Mirwald, 2003). Bu nedenle, antrenmanın büyüme üzerindeki zararlı etkileri ile ilgili araştırmalar özellikle kadın cimnastikçiler üzerinde yoğunlaşmıştır (Malina, Woynarowska, Bielicki ve ark, 1997). Bu anlamda büyüme döneminde gerçekleştirilen fiziksel aktiviteler sağlık açısından faydalı olmasına rağmen, ağır antrenman programına sahip cimnastikçilerin büyüme ve olgunlaşmalarının riskli olabileceği

belirtmiştir (Malina, Woynarowska, Bielicki ve ark, 1997). Boy kısalığının genetik yatkınlık ve gecikmiş olgunlaşmadan kaynaklandığı ayırımındaki güçlükler ile beslenme, çevresel faktörler gibi büyüme ve olgunlaşmayı etkileyebilecek diğer unsurlar arasında karmaşa vardır (Caine, Bass ve Daly, 2003). Ancak birkaç prospektif çalışmada, elit düzeyde cimnastik antrenmanları ve buna eşlik eden düşük enerjili diyetler, bazı genç kadın cimnastikçilerin büyüme ve olgunlaşma zamanlamasını ve temposunu değiştirebileceği bildirilmiştir (Daly, Caine, Bass ve ark, 2005; Bass, Bradney, Pearce, 2000; Lindholm, Hagenfeldt ve Ringertz 1994; Theintz, Howald, Weiss ve ark, 1993). Elit kadın cimnastikçiler 5 veya 6 yaşından itibaren, özellikle ergenlik döneminde, haftada 20-30 saate kadar varan antrenman yüküne maruz kalırlar (Caine, Bass ve Daly, 2003). Erken yaşta bu tür yoğun antrenmanların, genç kadın sporcuların büyümesini ve biyolojik olgunlaşmasını olumsuz etkileyebileceği öne sürülmüştür (Bass, Bradney, Pearce ve ark, 2000; Weimann, Blum, Witzel ve ark, 1999).

Cimnastik Antrenmanları

Uluslararası spor yarışmalarında başarı elde etmenin ön koşulu olarak, ergenlik öncesi dönemde yoğun antrenman programlarının uygulanması gerektiği inancıdır. Normal koşullarda elit AC kadın sporcular 16 yaş civarında performansta zirve yaparlar ve 20'li yaşlarında hala uluslararası düzeyde yarışabilmeleri durumunda ise olağanüstü kabul edilirler. Bu nedenle elit düzeydeki kadın cimnastikçiler erken yaştan itibaren aşamalı olarak artan yoğunlukta ve hacimde antrenman programı uygulamalıdır (Erlandson, Sherar, Mirwald ve ark, 2008).

Cimnastiğin tüm disiplinleri kuvvet, dayanıklılık, esneklik ve alet çalışmasını içeren bir takım fiziksel hazırlık gerektirir. Aslında, haftada 15 saat cimnastik antrenmanlarının cimnastikçilerde büyüme riski eşiği olabileceği ileri sürülmüştür (Daly, Rich, Klein ve ark, 2000). Böyle bir eşiği keşfetmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmasına rağmen, haftada 15 saatten daha az antrenman yapan elit cimnastikçilerdeki veriler, büyümenin etkilenmediğini göstermektedir (Baxter-Jones ve Maffuli, 2002). Büyümenin azaldığına dair kanıt sağlayan çalışmalar ise düşük enerji diyet uygulayan, yoğun antrenman programlarından kaynaklanan, psikolojik stresle ilişkili olduğu düşünülen, yarışmacı elit cimnastikçilerin kohort çalışmalarıdır. Haftada 18 saate varan yoğun ve kapsamlı antrenmanlar büyümeyi azaltırken, orta düzeyde uygulanan antrenmanlar ise kardiyovasküler sistem üzerinde ve vücut kompozisyonundaki olumlu değişiklikler nedeniyle büyüme üzerinde yararlı etkileri vardır (Georgopoulos, Markou, Theodoropoulou ve ark, 2004). Cimnastik antrenmanlarının genç sporcuların büyüme ve olgunlaşmasında belirgin bir etkisi olmadığı, ancak tipik olarak vakaların, cimnastiğe başlamadan önce nispeten küçük yapılı

olduğu, cimmastiğe devam edenlerin ise cimmastiği bırakanlardan daha kck ve hafif olma eğiliminde oldukları rapor edilmiştir (Caine, Bass ve Daly, 2003). Buna rağmen cimmastikilerin kısa boylu ve cimmastiğin genellikle olgunlaşmayı geciktirdiği ve idyopatik gecikmiş ergenlik ile karakterize olduğu bazı kaynaklarda ifade edilmiştir (Caine, Bass ve Daly, 2003).

Erken Büyümede Aile Faktörü

Her iki cinsiyetteki cimmastikilerin genel popülasyondan veya diğer yarışma sporcularından daha kısa ebeveynleri olmasına rağmen, istisnalarında olduğu da bilinmektedir (Malina, Baxter-Jones, Armstrong ve ark, 2013). Tıpkı boy uzunluğunun ailesel bir özellik olduğu gibi boy kısalığında muhtemelen ailesel bir özellik olduğu düşünülmektedir.

Malina ve ark, 2013 sporcuların kalıtsal fenotip özelliklerine ek olarak, antrenmanın büyüme ve olgunlaşmaya olası etkilerinin göz önünde bulundurulması gerektiğini ifade etmişlerdir. Örneğin, kadın cimmastikilerin doğum boyu uzunluğu ve vücut ağırlığı yüzücülerden farklı olmadığı bilinmektedir (Peltenburg, Erich, Bernink ve ark, 1984). Cinsiyet fark etmeksizin amatör ve elit cimmastikiler yoğun antrenman dönemi öncesinde boy uzunluğu ortalaması olarak daha kısa olduğu (Laing, Wilson, Modlesky ve ark, 2005; Erlandson, Kontulainen, Chilibeck ve ark, 2011; Damsgaard, Bencke, Matthiesen ve ark, 2000). Ancak kendi aralarında boy uzunluğu ortalamasının ise normal aralıkta olduğu tespit edilmiştir. İstisnalar olmakla birlikte her iki cinsiyetteki cimmastikiler, genel popülasyona ve farklı branş sorucularına kıyasla daha kısa ebeveynlere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Sonuç olarak boy kısalığı ile ebeveyn ilişkisi göz önüne alındığında, bu durumun ailesel bir özellik taşıdığı anlaşılmaktadır.

Vücut Segmentlerinin Büyümesi

Cimmastiğe katılımda özellikle bacak boyu kısa (Jahreis, Kauf, Frohner ve ark, 1991; Theintz ve ark, 1993) ve gelişmişimi henüz tamamlanmamış bacaklara sahip bireyler cimmastiğe seçilmektedir (Theintz ve ark, 1993). Ayrıca kadın artistik cimmastikiler kısa boy, düşük kütle, geniş omuzlar ve dar kalçalı vücut yapısına sahiptir. Bu durum cimmastiğin karakteristik özelliği olarak kabul edilmektedir (Siatras, Skaperda, ve Mameletzi, 2009; Georgopoulos ve ark, 2002).

AC antrenmanlarının dört yaşından itibaren başlaması ve büyüme döneminde fiziksel olarak son derece zorlu ve tekrarlayıcı antrenmanlara maruz kalınması, cimmastik sporunda yaygın bir uygulamadır (Wyatt, Gittoes ve Irwin, 2020). Bu nedenle büyüme sürecinin zaman içinde doğrusal olmadığı (Lloyd ve Oliver, 2012) ve farklı vücut segmentlerinin farklı oranlarda

büyüdüğü kanıtlanmıştır (Williams, Wood, ve De Ste Croix, 2012). Artistik cimnastikçiler de vücut seğmenlerinin büyümesini inceleyen araştırmaların sınırlı olduğu, mevcut olanların ise üst ekstremite (oturma boyu-büst yüksekliği) ve alt ekstremiteye (bacak uzunluğu) odaklandığı anlaşılmaktadır. Oturma boyundaki artışlar bebeklik ve pubertal dönemle ilişkililiken, bacak uzunluğundaki artışlar ise çocukluk dönemiyle ilişkililik olduğu belirtilmiştir (Baxter-Jones, 2003). Bu sebepten dolayı ergenlik sırasında bacaklar, üst ekstremiteden daha erken büyümeyle durdurur (Baxter-Jones, 2003). Böylece, bacakların daha kısa olması normal olarak kabul edilmektedir (Baxter-Jones, 2003). Oturma boyu/boy uzunluğu oranı, büyüme ve olgunlaşmayı inceleyen çalışmalarda bacak uzunluğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Malina, Bouchard ve Bar-Or, 2004). Bu oran bebeklikten çocukluk dönemine kadar azalmakta, kızlarda yaklaşık 10-12 yıl erkeklerde ise 12-14 yıl arasında belirli bir seviyeye ulaşmaktadır. Cleassens ve ark. 1991 tarafından elit düzey cimnastikçilerin somatik özelliklerinin, elit olmayan cimnastikçilere kıyasla daha kısa boy, daha düşük vücut ağırlığı ve daha kısa önkollara sahip olduğu tespit edilmiştir.

Pubertal Büyüme ve Olgunlaşma

Pubertal olgunlaşmanın zamanlaması ve temposu genel popülasyonda normal dağılım göstermesine rağmen beslenme, özellikle çevresel ve genetik faktörler olgunlaşmanın zamanlanmasını ve temposunu yüksek düzeyde etkilemektedir. Fizyolojik pubertal zamanlamadaki varyansın %50 ila %80'i genetik faktörlerle açıklanabileceği ifade edilmektedir (Malina, Bouchard ve Bar-Or, 2004). Kemik yaşı, çocukluk ve ergenlik dönemini kapsayan olgunluğun tek göstergesidir. Ayrıca ergenlikte boy hız eğrisi ve ikincil cinsiyet özelliklerine ait bazı belirtiler pubertal dönem ile sınırlıdır (Malina ve ark, 2013) Literatürde birkaç çalışmada cimnastikçilerin kemik yaşı incelendiği gözlenmiştir.

Bu çalışmaların bazılarında prepubertal dönemdeki cimnastikçiler dahil edilirken, bazılarında dışlandığı tespit edildi. Bazılarında ise ortalama kemik yaşı ve kronolojik yaşı birbirine eşit olan 5-10 yaşındaki kadın cimnastikçiler gibi küçük örneklem gruplarına yer verilmiştir. Ergenlik sırasında artan kronolojik yaş ile birlikte kemik yaşı, çoğu örneklem gurubunda kronolojik yaşın gerisinde kalmıştır. Ancak standart sapmaların oldukça büyük olduğu gözlenmiştir. Aynı zamanda kronolojik yaşa göre kemik yaşıdaki gecikme, ergenliğin ilerleyen dönemlerinde en büyük seviyeye ulaşmıştır (Bass, ve ark, 2000). Erkekler cimnastikçiler için ilgili veriler daha az kapsamlı ve sınırlı sayıdadır. Tıpkı kadın sporcularda olduğu gibi, ortalama kemik yaşı ve kronolojik yaş çocukluk dönemde benzer seyrederken,

ergenlik döneminde kemik yaşı bazı katılımcılarda kronolojik yaşı gerisinde kaldığı bildirilmiştir (Caldarone, Leglise, Giampietro ve ark, 1986).

Daly ve ark, 2000; Buckler ve ark. 1977; Rich ve ark. 1992 prepubertal ve pubertal dönemdeki erkek cimnastikçilerin vücut uzunluğunu kontrol grubu ile kıyaslamışlardır. Sonuç olarak daha kısa alt ekstremiteye sahip cimnastikçilerin boy uzunluğunun da daha kısa olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada cimnastikçiler de humerus, radius, femur ve tibia kemiklerinin uzunlukları kontrol grubuna göre daha kısa olduğu gözlenmiştir (Bass, ve ark, 2000). Benzer bir şekilde (Siatras, Skaperda ve Mameletzi 2009 tarafından cimnastikçilerin kol ve bacakları yüzücülere göre daha kısa olduğu raporlanmıştır. Özellikle cimnastikçilerin toplam vücut segmentlerinin birbirinden farklı olması, farklı yüklenme yoğunlukları ile ilişkili olabileceği ön görülmüştür (Kalichová, Hedbávný, Pyrochtová ve ark, 2019). Yer aleti ve atlama masasında icra edilen manevralar sırasında kas-iskelet sistemi basınç yüküne maruz kalır. Bu nedenle özellikle alt ekstremite uzunluğu genellikle yoğun mekanik yüklenmeler ile ilişkilendirilir (Kalichová, Hedbávný, Pyrochtová ve ark, 2019).

Çevresel Faktörler: Antrenman Ortamı

Antrenman ortamı cimnastikçileri etkileyen birçok çevresel faktörden sadece bir tanesidir. Bir ya da birkaç faktör cimnastikçilerin büyüme ve olgunlaşmasını olumsuz olarak etkileyebilir. Örneğin stres ve yoğun antrenmanların büyüme üzerindeki etkisi, egzersizin yoğunluğu, sıklığı ve süresi ile ilgilidir (Georgopoulos ve ark, 2004). Bunun yanı sıra büyümeyi ve olgunlaşmayı etkileyebilecek unsurlar arasında yıl boyunca tekrarlanan yoğun antrenmanlar, rekabet ortamı, beslenme gibi faktörler düşünülebilir. Buna ilave olarak büyüme plağı yaralanması da kemik uzunluğunu ve boyunu etkileyebilir (Caine ve ark, 2003). Bu faktörlerden biri veya daha fazlası antrenmanın fiziksel yanıtları ile olumsuz yönde etkileşime girebilir (Caine ve ark, 2003). Büyüme ve olgunlaşma ile ilişkili çocuk ve ergenlerin antrenman ortamındaki çok sayıda faktör göz önüne alındığında (Irurtia, (Busquets, Evrard ve ark, 2009; Ellis, 2004) antrenman ve yarışma ortamının eleştirel olarak değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Yarışma ortamının, özellikle kadın cimnastikçiler için büyüme ve olgunlaşma açısından stres kaynağı olabileceği unutulmamalıdır. Özellikle elit ya da elit düzeye aday olan genç kadın cimnastikçiler, vücut segmentleri ile ilgili zorluklarla karşı karşıya kalabilirler (Tofler, Stryer, Micheli ve ark, 1996). Büyüme ve olgunlaşma dönemi sırasında vücut boyutunda meydana gelen değişimler performansı etkileyebilir. Bu değişimler ağırlıklı olarak kadın cimnastikçilerin performansında görülmektedir (Patel, McGregor, Fawcett ve ark, 2020).

Özellikle ergenlik döneminde kalça eklemi hizalanmasında erkeklere göre daha fazla kayma ve buna bağlı olarak ayak bileği hizalanmasında açısal sapmaların olduğu gözlenmiştir (Patel, McGregor, Fawcett ve ark, 2020). Bazı antrenörler tarafından cimnastikçilerin vücutlarının değişmesinden kaynaklı daha önce yapabildikleri hareket zamanlaması, koordinasyon, vücut farkındalığı, kütle merkezi ve rotasyon değişiklikleri gibi birtakım becerilerin kayba uğradığı ifade edilmiştir (John, Rahlf, Hamacher ve ark, 2019). Bunun yanı sıra boyu kısa ve daha düşük yer çekim merkezine sahip olan cimnastikçiler ise burğu içeren (burgulu hareketler) ve akrobatik hareketlere daha yatkın olduğu bildirilmiştir (Ackland, Elliott ve Richards, 2003).

Yaralanma ve Büyüme

İskelet-kas sistemi henüz olgunlaşmamış bir sporcunun özellikle hızlı büyüme döneminde ağır bir antrenman yüküne maruz kalması, aşırı kullanım yaralanmalarıyla sonuçlanabilir. Öte yandan cimnastik yaralanmalarının, biyomekanik yük mekanizmasıyla bağlantılı olduğu düşünüldüğünde, önceden belirlenen yaralanma önleme stratejileri sayesinde yaralanma sıklığı ve şiddeti azaltılabilir (Hume, Bradshaw ve Brueggemann, 2013). Ekstremiteler arasında görülen asimetrliler, yüksek kas tonusu ve eklem hareket genişliği, hareketin bitişi esnasında oluşabilecek yaralanmalara zemin hazırlayabilir. Böylesi bir durumda cimnastikçilerin büyüme plağı kıkırdağına zarar verme olasılığı (Hume ve ark, 2013) tıp doktorlarını ve cimnastik antrenörlerini endişelendirmektedir. Bu endişeler, büyüme plağının sınırlarını zorlayan, havadan sert bir şekilde yere doğru iniş sırasında ortaya çıkan mekanik gerilmelerden ve yıl boyunca tekrarlayan yoğun antrenman yüklenmelerinden kaynaklanmaktadır (Caine ve ark, 2003).

Ancak cimnastikçiler de meydana gelen travmatik (akut) yaralanmalarla ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. (Cavallerio, Wadey ve Wagstaff, 2016). Bu çalışmalar, hem üst hem de alt ekstremitelerde bulunan çeşitli kemikleri etkileyen akut fizeal yaralanmalarıdır (Cavallerio, Wadey ve Wagstaff, 2016). Her ne kadar bu araştırmalar bu tür yaralanmaların insidansı hakkında fazla bilgi vermese de yine de cimnastikçilerde akut yaralanmalarla ilişkili büyüme bozukluğu potansiyelini kanıtlar nitelikte olduğu düşünülmektedir (Cavallerio, Wadey ve Wagstaff, 2016).

Cimnastikçiler arasında diz ve ayak bileği yaralanmalarının görülme sıklığı göz önüne alındığında, özellikle alt ekstremitelerde büyüme plağının akut yaralanma potansiyeli daha ciddi bir sorun oluşturabilir (Caine, Lindner, Mandelbaum ve ark, 1996). Ancak bu kadar ciddi travmatik bir olay yaşanması düşük ihtimaller arasındadır (Caine, 2003). Böylesi bir yaralanma meydana gelmesi sonucu, ciddi alt ekstremitelerde fizeal yaralanmalarına sebep olabilir (Caine ve ark,

2003). Bu durum tek taraflı yaralanmadan kaynaklanan segmentler arası uzunluk farkına, yani asimetriye neden olabilir (Caine ve ark, 2003). İnsidans verileri yeterli olmasa da cimnastikçiler arasında aşırı kullanımdan kaynaklı yaralanmaları tanımlayan çok sayıda klinik ve kesitsel rapor vardır (Caine, 2003; DiFiori, Puffer, Aish ve ark, 2002). Bu kesitsel çalışmaların sonucunda cimnastikçilerin tahmini olarak %10-85’inde radyus kemiğinin distalinde yer alan büyüme plağı kırıkları olduğu bildirilmiştir (DiFiori, Puffer, Aish ve ark, 2002).

Buna ilaveten olekranon, proksimal humerus, distal ulna ve proksimal tibia ’yı içeren stres kırıkları da bildirilmiştir (DiFiori, 2006). Özellikle, kemik gelişimini henüz tamamlamamış kadın cimnastikçilerde vaktinden önce kısmi veya tam epifizeal kapanma son birkaç vakada ve kesitsel çalışmalarda kanıtlanmıştır (Caine, 2003; Caine, 1996). Bu kanıtlar, tekrarlanan radyografik ve röntgenografik değerlendirmeler ile ekstremitelerde distal-radyal büyüme plaklarının bilateral tutarsızlıklarını ortaya koyar niteliktedir (Caine ve ark, 2003). Çeşitli yüksekliklerden yere iniş yapıldığı sırada, gövde de tekrarlanan fleksiyon, torakolomber bölgeye (Th11/L3) ait vertebrallerin ön kısmına zarar verecek kadar mekanik basınç kuvveti oluşturabilir (Bruggemann, 1999). Estetik sporlarda aşırı kullanım yaralanmaları akut yaralanmalardan daha yüksek prevalansa sahip olduğu bilinmektedir (Kolokythas, Metsios Dinas ve ark, 2021). Daha spesifik olarak, cimnastikte %64,4 (Caine ve ark. 1989), artistik patinajda %44,1 (Dubravcic-Simunjak ve ark. 2003), ve profesyonel dansçılarda %72 olduğu raporlanmıştır (Ekegren, Quested ve Brodrick 2014). Tüm bunlara ek olarak olgunlaşmanın zamanlaması, ekstremiteler arası asimetriyi ve nöromüsküler kontrolü etkileyip potansiyel olarak yaralanma olasılığının artmasına neden olabilir (Read, Oliver, Myer ve ark, 2018)

Beslenme

Genç veya yaşlı tüm sporcuların, sporda başarı elde etmek için beslenmeye özel olarak önem vermeleri gerekebilir. Artan antrenman yüküyle birlikte büyümeye maruz kalan çocukların enerji ve besin ihtiyacı da artar. Örneğin, günde 4 saat antrenman yapan cimnastikçilerin, ortalama bir çocuktan yaklaşık sekiz kat daha uzun süre yüksek düzeyde fiziksel aktivite üstlendikleri tahmin edilmektedir (Davies, Feng, Crisp ve ark, 1997). Bu miktar günlük ek bir 400-700 kilokalori enerji alımını gerektirebilir (Lindholm ve ark, 1994). Kadın cimnastikçiler üzerinde yapılan beslenme çalışmalarında, 275-1200 kilokalori gibi düşük miktarda enerji alımını öneren çalışmalar varken (Caine, Lewi, Connor ve ark, 2001; Zonderland, Claessens, Lefevre ve ark, 1997), enerji alımının normal büyümeyi ve şiddetli antrenmanları

desteklemede yetersiz olduğunu gösteren çalışmalarda vardır (Bass ve ark, 2000; (Constantini, Brautber, Manny ve ark, 1997).

Ayrıca kadın cimnastikçilerin, iskelet sisteminin gelişimi ve kemik büyümesini etkileyebilecek çinko, demir ve kalsiyum gibi gerekli elementlerin yetersiz olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Bass ve Inge, 2000). Kolimechkov ve ark. 2019 göre cimnastik yapan çocuklar, fiziksel yeteneklerini ve en uygun vücut kütlelerini korumaya ve geliştirmeye yardımcı olacak dengeli miktarda protein, karbonhidrat ve yağ tüketmeleri gerekmektedir. Ancak erkek cimnastikçilerin diyetiyle ilgili literatürde belirgin bir eksiklik olduğu göze çarpmaktadır. Bununla birlikte, kadın cimnastikçilerin diyeti daha karmaşık ve problemlili olmasına rağmen geniş kapsamlı bir şekilde araştırıldığı görülmektedir.

Menarş

Bu dönemde, üst düzey cimnastikçilerin haftada 20 saatten fazla antrenman yapmaları oldukça yaygındır. Ayrıca, antrenman ve kondüsyonun getirdiği yüksek stres seviyesinin menarş, kemik sağlığı, büyüme ve gelişme üzerine etkisi olduğu bazı çalışmalarda kanıtlanmıştır (Courteix ve ark, 2007; Sands, Hofman, ve Nattiv, 2002;Theodoropoulou ve ark, 2005). Bunun yanı sıra haftada 15 saatten daha az antrenman gerektiren sporlarla uğraşan genç kadınlar adet bozuklukları veya gecikmiş cinsel olgunlaşma ile karşılaşmaktadır (Claessens, Beunen ve Malina, 1999).

Kadınlar egzersiz sırasında, beklenmedik zamanlarda yumurtlama dönemine girip kısa süreli kısırılık yaşarlar. Bu dönem egzersiz bittikten sonra tam tersine döner ve meydana gelen yumurtlama bol miktarda kanamaya neden olabilir (Warren,1980).

Georgopoulos ve ark. 2001 tarafından Ritmik Cimnastik (RC) sporcularının anneleri ve antrenman yapmayan kız kardeşlerinin menarşına kıyasla, önemli ölçüde gecikme olduğu gözlenmiştir. Bu gözlem, menarşın genetik yatkınlık ile karşılıklı ilişkisi ile örtüşmemektedir. Özellikle sporcularda dikkate alınması gereken konu, menarş için minimum vücut ağırlığında bile yağ kütlelerinin gerekliliğidir (Georgopoulos ve ark. 2001).

Çünkü leptin ve östrojen hormonu yağ dokusu tarafından üretilip menarşın tetiklenmesinde, vücut ağırlığının düzenlenmesinde ve üremenin uyarılmasında önemli rol oynar (Moschos. Chen ve Mantzoros, 2002; Jemni, 2013). Ayrıca kadın yağ dokusu, androjenleri östrojenlere dönüştüren önemli bir kaynaktır (Jemni, 2013). Sporcularda yağ dokusunun azalmasından kaynaklanan bu dönüşümün azalması, meme ve menarş gelişiminin gecikmesine neden olabilir.

AC ve RC sporcularında, düşük vücut yağı, düşük vücut ağırlığı ve uzun süreli yoğun antrenmanlar menarşi etkileyen başlıca faktörler arasında olduğu ileri sürülmüştür (Georgopoulos ve ark. 2001). Claessens ve ark. 1999 tarafından Olimpiyat düzeyinde performans gösteren artistik cimnastikçilerin lise, kolej ve kulüp düzeyindeki cimnastikçilere kıyasla gecikmiş menarş ile karşı karşıya kaldıkları bildirilmiştir. Cimnastiğin büyüme ve olgunlaşma üzerindeki etkisi, antrenman yükü ve yoğunluğu, cimnastiğe başlama yaşı, antrenman şiddeti, sıklığı, süresi gibi parametrelerin kombine etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Malina ve ark, 2013).

Sonuç olarak, RC ve AC sporcularının yoğun antrenmanları ve yetersiz enerji tüketimi, prepubertal evrenin uzamasına ve pubertal gelişimin gecikmesine sebep olabilir. Literatüre göre pubertal gecikmeler hem AC hem de RC sporcularında gözlenmektedir (Muñoz ve ark 2004). Ancak AC sporcularında daha belirgin bir şekilde olduğu doğrulanmıştır. Muñoz ve ark 2004, ritmik cimnastikçilerin menarş yaşının (15 + 0,9 yıl) kontrol grubuna (12,5 + 1 yıl) göre geciktiğini ortaya koymuşlardır.

MATERYAL & METOT

Literatür Tarama Metodolojisi

Bu derleme araştırılırken erişim kolaylığı nedeniyle yalnızca PubMed, Google Scholar ve Elsevier veri tabanı kullanıldı. Anahtar kelimeler “artistik cimnastik” “cimnastik” “büyüme” “gelişme” “olgunlaşma” “kadın cimnastikçiler” erkek cimnastikçiler” “ergen cimnastikçiler” “ağırlık antrenmanı” “ergenlik ve cimnastik” “cimnastik ve boy uzunluğu” “cimnastikçilerde hormonal düzenleme” “cimnastik ve diyet” “kadın cimnastiği ve menarş” “cimnastik ve iskelet sistemi” terimlerinin varyasyonları kombine olarak yazılarak, toplam 75 bilimsel makale incelendi.

Dâhil Edilme Kriterleri

Bu derleme için incelenen tüm çalışmalarda yer alan örneklem ya da kontrollerinde herhangi bir yaş kısıtlaması yapılmadan her iki cinsiyet de dahil edildi. İncelenen tüm araştırmaların özellikle Ulusal, Uluslararası, yerel veya bölgesel kategoride tanımlanan örneklem grubundan ve bu örneklem grubunu oluşturan sporcuların iyi antrenmanlı, elit ya da elit altı düzeyde katılımcıları dahil eden araştırmaların incelenmesine özen gösterildi.

Dışlama Kriteri

Bu derleme için incelenen tüm çalışmalarda yer alan örneklem ya da kontrollerinin hastalığı olan veya düzenli olarak ilaç kullanan katılımcıları içeren araştırmalar hariç tutuldu. Ayrıca özet metni İngilizce olarak yazılmamış çalışmalar, dahil edilmedi.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu derlemede AC antrenmanlarının büyüme ve olgunlaşma üzerine olası etkilerini inceleyen mevcut araştırmalar özetlendi.

Yapılan incelemelerin sonuçlarına dayanarak, kadın artistik cimnastikçilerin büyüme ve olgunlaşmasıyla ilgili veriler erkeklere kıyasla daha fazla sayıda olduğu görülmektedir. Her ne kadar benzer antrenman yüküne maruz kalsalar da antrenman yoğunluğu ve algılanan zorlanma düzeyi cinsiyete göre farklılık gösterebilir. Pubertal gelişim ile ilgili olarak, cimnastikçilerin ortalamadan daha geç geliştiği ve gelişim temposunun yavaş olduğu anlaşılmaktadır. Ancak bu cimnastikçilerin karakteristik özelliği olduğundan dolayı normal kabul edilmektedir.

Mevcut veriler, genel olarak cimnastikçilerin aynı kronolojik yaştaki akranlarından daha kısa boylu olduğunu göstermektedir (Bacciotti, Baxter-Jones, Gaya ve ark, 2017). Fakat düzenli cimnastik antrenmanlarının kısa boya sebep olduğu sonucuna varılan bazı çalışmalarda, biyolojik olgunlaşmanın zamanlaması ve temposunda meydana gelen değişimlerin kontrol edilmediği anlaşılmaktadır. Bu nedenle, cimnastikçilerde sürekli olarak gözlenen kısa boy, muhtemelen cimnastikçilerin kısa ebeveynleri olmasından kaynaklı olabilir. Bazı çalışmalarda ise cimnastik antrenmanlarının gövde büyümesinde bir azalmaya yol açtığı sonucuna varılmıştır (Caine ve ark, 2001,2003 Bass ve ark, 2000). Cimnastikte, oturma yüksekliği / ayakta durma yüksekliği oranı (%) genellikle bacak uzunluğunun hesaplanmasında kullanılmaktadır. İskelet yaşı değerlendirmesi ise olgunlaşmayı değerlendirmede en doğru ve güvenilir yöntem olduğu bildirilmiştir (Jemni, 2013).

Bazı prospektif çalışmalarda, ileri seviye cimnastik antrenmanlarının düşük enerjili diyetlerle birleştirilmesi, genç kadın cimnastikçilerin büyüme ve olgunlaşma zamanlamasını ve temposunu değiştirebileceği anlaşılmaktadır. Araştırmalar yoğun antrenmanların özellikle kadın cimnastikçilerde, boy kısalığına, büyüme geriliğine ve pubertal gecikmeye neden olduğu hipotezine odaklanmıştır. Ancak, ele alınması gereken soru, cimnastikçilerin kısa boylu veya geç olgunlaşıp olgunlaşmadığından ziyade, cimnastikçilerin büyümeyi etkileyen bir dizi faktörlerden etkilenip etkilenmediğidir. Bu faktörler; olgunlaşmanın zamanlaması (Jackowski, Erlandson, Mirwald ve ark, 2011) vücut kompozisyonu (Ivuskans, Lätt, Mäestu ve ark, 2013) beslenme durumu (Maimoun, Georgopoulos ve Sultan, 2014) hormonal bezler (Pomerants, Tillmann, Jürimäe ve ark, 2007) alışılmış fiziksel aktivite ve antrenmanlardır (Vaitkeviciute, Lätt, Mäestu ve ark, 2016)

Bu sorunun yanıtını bulmak için kanıt düzeyi yüksek, iyi kontrol edilen ve büyümeyi etkileyebileceği düşünülen bir dizi faktörleri de inceleyen prospektif çalışmalara ihtiyaç

vardır. Bu çalışmalar, mümkün olabildiğince cimnastik antrenmanlarına başlamadan önce ve antrenmana dahil olmayan benzer yaştaki kontrollerini içermelidir. Bu tür çalışmaların sonucunda kanıtlanana kadar, cimnastik antrenmanlarının muhtemelen büyümeyi engellemediği, tipik olarak çocukların cimnastiğe başlamadan önce nispeten küçük yapılı olduğu sonucuna varılabilir.

Sonuç olarak cimnastik antrenmanlarının büyümeyi ve olgunlaşmayı etkilediğine dair kesin bir kanıt olmadığı anlaşılmaktadır.

Öneriler

Gelecekteki çalışmalar beslenme, ailenin antropometrik karakteristiği, antrenman süresi, yoğunluğu, çevresel faktörler, olgunlaşmanın zamanlaması, yaralanma öyküsü, hormonal sistem, bireyin kondisyon düzeyi gibi değişkenlerin ayrıntılı bir şekilde ele alınıp değerlendirilmesi daha net sonuçlar ortaya koyabilir. Gerek Ulusal gerek Uluslararası düzeyde düşünüldüğünde, farklı spor dallarının büyüme ve olgunlaşma üzerinde etkilerini belirleyebilmek için kapsamlı ve sistematik bir değerlendirmeye ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Böylece spordaki temel sorunlar farklı bakış açısı ile giderilebilir.

KAYNAKLAR

- Ackland, T., Elliott, B., Richards, R. (2003). Growth in body size affect rotational performance in women's gymnastics, *Sports Biomech*, 2(2), 163-176.
- Bacciotti, S., Baxter-Jones, A., Gaya, A., & Maia, J. (2017). The physique of elite female artistic gymnasts: a systematic review. *Journal of human kinetics*, 58(1), 247-259.
- Bass, S., Bradney, M., Pearce G. (2000). Short stature and delayed puberty in gymnasts: influence of selection bias on leg length and the duration of training on trunk length. *J Hypoleptinemia in female and male Pediatr*, 136(2), 149-55.
- Bass, S., Inge, K. (2006). Nutrition for special populations: Children and young athletes. In: *Clinical Sports Nutrition*, L. Burke and V. Deakin (Eds.). Australia: McGraw-Hill, pp. 554-601.
- Baxter-Jones ADG, Eisenmann JC, Sherar LB. (2005). Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatr Exercise Sciences*. 17(1), 18-30.
- Baxter-Jones, AD., Maffulli, N., Mirwald, RL. (2003). Does elite competition inhibit growth and delay maturation in some gymnasts? Probably not. *Pediatric Exercise Science*, 15(4), 373-382.
- Baxter-Jones, ADG., Maffulli, N. (2002). Intensive training in elite young female athletes. *British Journal of Sports Medicine*. 36(1), 13-15.
- Beunen, G., Malina. RM. (2008). Growth and Biologic Maturation: Relevance to Athletic Performance. In *The Child and Adolescent Athlete*, edited by O. Bar-Or and H. Hebestrein, Oxford: Blackwell Publishing, 3-17.

- Bruggemann, GP. (1999). Mechanical load in artistic gymnastics and its relation to apparatus and performance. In: Symposium Medico-Technique, Leglise M (Ed.). Lyss, Switzerland: International Gymnastics Federation, pp. 17-27.
- Buckler, JMH., Brodie, DA. (1977). Growth and maturity characteristics of schoolboy gymnastics, *Annals of Human Biology*, 4(5), 455–463.
- Caine D., Lewis, T., O'Connor T., Howe, W., Bass, S. (2001). Does gymnastics training inhibit growth of females? *Clinical Journal of Sport Medicine*, 11(4), 260-70.
- Caine, DJ., Sands, B., Borms, J. (2003a). Scientific aspects of women's gymnastics (Vol. 45). Karger Medical and Scientific Publishers, pp. 46-71.
- Caine, D., B., Cochrane, C., Caine, C., and Zemper, E. (1989). An Epidemiologic Investigation of Injuries Affecting Young Competitive Female Gymnasts, *The American Journal of Sports Medicine*, 17(6), 811–820.
- Caine, D., Bass, S., Daly, R. (2003). Does elite competition inhibit growth and delay maturation in some gymnasts? Quite possibly. *Pediatric Exercise Science*, 15(4), 360-372.
- Caine, D., Lindner, K. Mandelbaum, BR., Sands. WA. (1996). Gymnastics. In: *Epidemiology of Sports Injuries*, D. Caine, C. Caine, and K. Lindner (Eds.). Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 213-246.
- Caldarone, G., Leglise, M., Giampietro, M. (1986). Anthropometric measurements, body composition, biological maturation and growth predictions in young male gymnasts of high agonistic level. *Journal of Sports Medicine and physical fitness*, 26(4), 406-415.
- Cavallerio, F., Wadey, R., Wagstaff, CR. (2016). Understanding overuse injuries in rhythmic gymnastics: A 12-month ethnographic study. *Psychology of sport and exercise*, 25, 100-109.
- Claessens, A., Lefevre, J., Beunen, G., Malina, RM., (1999). The contribution of anthropometric characteristics to performance scores in elite female gymnasts. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 39(4), 355-360.
- Constantini, NW., Brautber, C., Manny, N., Sh-Shalom, S. (1997). Ish-Shalom. Differences in growth and maturation in twin athletes. *Medicine Science in Sports Exercise* 29(5), 150.
- Courteix, D., Rieth, N., Thomas, T., Van Praagh, E., Benhamou, C., Collomp, K., (2007). Preserved bone health in adolescent elite rhythmic gymnasts despite hypoleptinemia. *Hormone Research*, 68(1) 20–27.
- Culjak, Z., Kalinski, SD., Kezic, A., Miletic, Đ. (2014). Influence of Fundamental Movement Skills On Basic Gymnastics Skills Acquisition. *Science of Gymnastics Journal*, 6(2), 73.
- Daly, RM., Caine, D., Bass, SL., Pieter, W., Broekhoff, J. (2005). Growth of highly versus moderately trained competitive female artistic gymnasts. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(6), 1053-1060.
- Daly, RM., Rich, PA., Klein, R., Bass, SL. (2000). Short stature in competitive prepubertal and early pubertal male gymnasts: The result of selection bias or intense training? *Journal of Pediatrics*, 137(4), 510-516.

- Damsgaard, R., Bencke, J., Matthiesen, G. (2000). Is prepubertal growth adversely affected by sport? *Medicine & Science in Sports Exercise*, 32(10), 1698-1703.
- Davies, PSW., Feng, JY., Crisp, JA., Day, JME., Laidlaw, A. Chen, J. Liu. XP. (1997). Total energy expenditure and physical activity in young Chinese gymnasts. *Pediatric Exercise Science*, 9(3), 243-252.
- DiFiori, JP. (2006). Overuse injury and the young athlete: the case of chronic wrist pain in gymnasts. *Current sports medicine reports*, 5(4), 165-167
- DiFiori, JP, Puffer, JC., Aish, B., Dorey, F. (2002). Wrist pain, distal radial physeal injury, and ulnar variance in young gymnasts: does a relationship exist?. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(6), 879-885.
- Dubravic-Simunjak, S., Pecina, M., Kuipers, H., Moran, J., Haspl. M. (2003). The Incidence of Injuries in Elite Junior Figure Skaters. *The American Journal of Sports Medicine* 31(4), 511–517.
- Ekegren, CL., Quedsted, R., Brodrick, A. (2014). Injuries in Pre-professional Ballet Dancers: Incidence, Characteristics and Consequences. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 17(3), 271–275.
- Ellis BJ. (2004). Timing of pubertal maturation in girls: an integrated life history approach. *Psychol Bull*, 130(6), 920–958.
- Erladson, MC., Sherar, LB., Milwald, RL. (2008). Growth and maturation of adolescent female gymnasts, swimmers, and tennis players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(1), 34-42.
- Erladson, MC. Kontulainen, SA. Chilibeck, PD. (2011). Bone mineral accrual in 4- to 10-year-old precompetitive, recreational gymnasts: a 4-year longitudinal study. *J Bone Miner Res.*26(6), 1313–20
- Georgopoulos, NA., Markou, KB., Theodoropoulou, A., Benardot, D., Leglise, M., Vagenakis, AG. (2002). Growth retardation in artistic compared with rhythmic elite female gymnasts. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 87(7), 3169–3173.
- Georgopoulos, NA., Markou, K., Theodoropoulou, A. (2001). Height velocity and skeletal maturation in elite female rhythmic gymnasts. *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, 86(11), 5159– 5164.
- Georgopoulos, NA., Markou, KB., Theodoropoulou, A., Vagenakis, GA., Mylonas, P., Vagenakis, AG. (2004). Growth, pubertal development, skeletal maturation and bone mass acquisition in athletes. *Hormones-Athens*, 3, 233-243.
- Hume, PA., Bradshaw, EJ., Brueggemann, GP. (2013) Biomechanics: injury mechanisms and risk factors. *Gymnastics*, 75-84.
- Irurtia Amigo, A., Busquets Faciabe'n, A., Evrard, MM. (2009). Height, weight, somatotype and body composition in elite Spanish gymnasts from childhood to adulthood. *Apunts Med Esport*. 161, 18–28.
- Ivuskans, A., Lätt, E., Mäestu, J., Saar, M., Purge, P., Maasalu, K, Jürimäe, T. and Jürimäe, J. (2013) Bone mineral density in 11- 13-year-old boys: relative importance of the weight status and body composition factors. *Rheumatology International* 33(7), 1681- 1687.

- Jackowski, SA., Erlandson, MC., Mirwald, RL., Faulkner, JA., Bailey, DA., Kontulainen, SA., Cooper, DM. and Baxter-Jones, AD. (2011). Effect of maturational timing on bone mineral content accrual from childhood to adulthood: evidence from 15 years of longitudinal data. *Bone* 48(5), 1178-1185.
- Jahreis, G., Kauf, E., Frohner, G. (1991). Influence of intensive exercise on insulin-like growth factor I, thyroid and steroid hormones in female gymnasts. *Growth Regul.* 95-99.
- Jemni, M. (Ed.). (2013). *The science of gymnastics*. Routledge. ISBN 9781138701939.
- John, C., Rahlf, A. L., Hamacher, D., Zech, A. (2019). Influence of biological maturity on static and dynamic postural control among male youth soccer players. *Gait & posture*, 68, 18-22.
- Kalichová, M., Hedbávný, P., Pyrochtová, B., & Příhonská, J. (2019). Comparison of Actual And Predicted Anthropometric Characteristics Of Czech Elite Gymnasts. *Science of Gymnastics Journal*, 11(2).
- Kolimechkov, S., Yanev, I., Kiuchukov, I., Petrov, L., Alexandrova, A., Zaykova, D., & Stoimenov, E. (2019). Nutritional status and body composition of young artistic gymnasts from Bulgaria. *Journal of Applied Sports Sciences*, (1), 39-52.
- Kolokythas, N., Metsios, GS., Dinas, PC., Galloway, SM., Allen, N., Wyon, MA. (2021). Growth, maturation, and overuse injuries in dance and aesthetic sports: a systematic review. *Research in Dance Education*, 1-23.
- Kunjescic, M. (2012). Parent's expectations towards children's artistic gymnastics exercise. *Science of gymnastics journal*, 4(2), 65
- Laing, EM., Wilson, AR., Modlesky, CM. (2005). Initial years of recreational artistic gymnastics training improves lumbar spine bone mineral accrual in 4- to 8-year-old females. *Journal of Bone and Mineral Research* 20(3), 509–519.
- Lindholm, C., Hagenfeldt, K., Ringertz, BM. (1994). Pubertal development in elite juvenile gymnasts. Effects of physical training. *Acta obstetricia et gynecologica Scandinavica*, 73(3), 269–273.
- Lloyd, RS., Oliver, JL. (2012). The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength and Conditioning Journal*, 34(3), 61-72.
- Maimoun, L., Georgopoulos, NA., Sultan, C. (2014) Endocrine disorders in adolescent and young female athletes: impact on growth, menstrual cycles, and bone mass acquisition. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 99(11), 4037-4050.
- Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. 2nd ed. Champaign (IL): Human Kinetics.
- Malina, R. M., Woynarowska, B., Bielicki, T., Beunen, G., Eweld, D., Geithner, C. A., Rogers, D. M. (1997). Prospective and retrospective longitudinal studies of the growth, maturation, and fitness of Polish youth active in sport. *International journal of sports medicine*, 18(3), 179-185.
- Malina, RM. (2012). Movement proficiency in childhood: implications for physical activity and youth sport. *Kinesiologia Slovenica*, 18(3).

- Malina, RM., Baxter-Jones, AD., Armstrong, N., Beunen, GP., Caine, D., Daly, RM., Russell, K. (2013). Role of intensive training in the growth and maturation of artistic gymnasts. *Sports Medicine*, 43(9), 783-802.
- Molinari, CI., Costa, VR., Monteiro, KOFF., Nunomura, M. (2018). Critical analysis of the performance of women's artistic gymnastics in brazil in the 2004-2016 olympic cycles. *Science of Gymnastics Journal*, 10(3), 453-515.
- Moschos, S., Chen, JL., Mantzoros, CS. (2002). Leptin and reproduction; a review. *Fertil. Steril.* 77(3), 433–444.
- Munoz, M. T., de la Piedra, C., Barrios, V., Garrido, G., Argente, J. (2004). Changes in bone density and bone markers in rhythmic gymnasts and ballet dancers: implications for puberty and leptin levels. *Eur J Endocrinol*, 151(4), 491–496.
- Norris SR. (2010). Long-term athlete development Canada: attempting system change and multi-agency cooperation. *Current Sports Medicine Reports*, 9(6):379-82.
- Patel, TS., McGregor, A., Fawcett, L., Bekker, S., Williams, S., Williams, K., Cumming, SP. (2020). Coach awareness, knowledge and practice in relation to growth and maturation and training load in competitive, young gymnasts. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 1747954120978486
- Peltenburg, AL., Erich, WBM., Bernink, MJE., (1984). Biological maturation, body composition, and growth of female gymnasts and control groups of schoolgirls and girl swimmers, aged 8 to 14 years: a cross-sectional survey of 1064 girls. *International Journal of Sports Medicine* 5(1), 36-42.
- Pomerants, T., Tillmann, V., Jürimäe, J., and Jürimäe T. (2007) The influence of serum ghrelin, IGF axis and testosterone on bone mineral density in boys at different stages of sexual maturity. *Journal of Bone and Mineral Metabolism* 25(3), 193-197.
- Read, PJ., Oliver JL., Myer, GD., De Ste Croix, MBA., Lloyd. RS., (2018). The Effects of Maturation on Measures of Asymmetry during Neuromuscular Control Tests in Elite Male Youth Soccer Players. *Pediatric Exercise Science*, 30(1), 168–175.
- Sands, WA., Hofman, MG., Nattiv, A. (2002). Menstruation, disordered eating behavior, and stature: a comparison of female gymnasts and their mothers. *International Sports Journal*, 6(1), 1–13.
- Siatras, T., Skaperda, M., Mameletzi, D. (2009). Anthropometric characteristics and delayed growth in young artistic gymnasts. *Medical Problems of Performing Artists*, 24(2), 91-96.
- Theintz GE, Howald H, Weiss U, Sizonenko PC. (1994). Evidence for a reduction of growth potential in adolescent female gymnasts. *J Pediatr.* 122(2), 306–13.
- Theodoropoulou, A., Markou, KB., Vagenakis, GA., Bernardot, D., Leglise, M., Kourounis, G., (2005). Delayed but normally progressed puberty is more pronounced in artistic compared with rhythmic elite gymnasts due to the intensity of training. *The journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, 90(11), 6022–6027.
- Tofler IR, Stryer BK, Micheli LJ, Herman LR. (1996). Physical and emotional problems of elite female gymnasts. *N Eng J Med.* 281-283.

- Vaitkeviciute, D., Läht, E., Mäestu, J., Jürimäe, T., Saar, M., Purge, P., Maasalu, K. and Jürimäe, J. (2016) Longitudinal associations between bone and adipose tissue biochemical markers with bone mineralization in boys during puberty. *BMC Pediatrics* 16(1), 1-7.
- Vladimir, P. (2014). Biomechanical Analysis of Sports Technique Key Elements in Back Double Somersault Dismount off Uneven Bars-Junior Gymnasts 12 to 14 Years Old. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 117, 203-209.
- Võsoberg, K., Tillmann, V., Tamm, A.L., Jürimäe, T., Maasalu, K. and Jürimäe, J. (2016). Adipocytokine and ghrelin levels in relation to bone mineral density in prepubertal rhythmic gymnasts entering puberty: a 3-year follow-up study. *European Journal of Applied Physiology* 116(4), 831-839.
- Warren, M.P. (1980). The effects of exercise and pubertal progression and reproductive function in girls. *J. Clin. Endocrinol. Meta.* 51(5), 1150-1157.
- Weimann E, Blum WF, Witzel C, Schwidergall S, Bohles HJ. (1999). Hypoleptinemia in female and male elite gymnasts. *European Journal of Clinical Investigation.* 29(10), 853–60
- Williams, C. A., Wood, L., & De Ste Croix, M. (2012). Growth and maturation during childhood. In M. De Ste Croix & T. Korff (Eds.), *Paediatric biomechanics and motor control: Theory and application* (pp. 15–17). Oxon: Routledge.
- Wyatt, HE., Gittoes, MJ., Irwin, G. (2020). Sport-specific musculoskeletal growth and postural control in female artistic gymnasts: a 12 month cohort study. *Sports biomechanics*, 19(2), 258-270.
- Zonderland, M.L., Claessens, AL., Lefevre, J., Philippaerts., R., Thomis, M. (1997). Delayed growth and decreased energy intake in female gymnasts. In: N. Armstrong, B.J. Kirby, and J. Welsman (Eds.), *Children and Exercise XIX*. London: E & FN Spon.