

PAPER DETAILS

TITLE: ANTRENMAN YÜKÜNÜN NÖROMÜSKÜLER YORGUNLUK VE SAĞLIK DURUMUYLA
İLİSKİSİ VAR MI?: GÜRESCİLERDE YENİ BİR PENCERE

AUTHORS: Zeki AKYILDIZ,Mehmet YILDIZ

PAGES: 57-71

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1619033>



SPORMETRE
The Journal of Physical Education and Sport Sciences
Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi

DOI: 10.33689/spormetre. 891471



Geliş Tarihi (Received): 04.03.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 26.11.2021

Online Yayın Tarihi (Published): 30.12.2021

ANTRENMAN YÜKÜNÜN NÖROMÜSKÜLER YORGUNLUK VE WELLNESS DURUMLARI İLE İLİŞKİSİ VAR MI?: GÜREŞÇİLERDE YENİ BİR PENCERE

Zeki Akyıldız^{1*} , Mehmet Yıldız² 

¹Gazi Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, ANKARA,

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, AFYONKARAHİSAR

Öz: Bu çalışmanın amacı, [1] elit genç güreşçilerin wellness, antrenman yükü ve nöromusküler yorgunluk değerlerini tanımlamak ve [2] antrenman yükü ölçütleri, nöromusküler yorgunluk ile haftalık wellness değerleri arasındaki ilişkileri analiz etmektir. Bu çalışmada on elit genç güreşçinin üç haftalık (21 antrenman seansı) wellness, antrenman monotonluğu, Akut kronik iş yükü oranı (AKİYO), nöromusküler yorgunluk, algılanan yükün antrenman gerginliğinin günlük varyasyonları tanımlanmıştır. Ayrıca, antrenman yükü ölçümleri ile günlük değişkenliklerin arasındaki ilişkileri analiz edilmiştir. En yüksek antrenman günlük ortalama yük değerleri (420 arbitrary unit (A.U.)) 11. günde gözlenmiştir. Günlük ortalama antrenman yükü değerlerinin (301.95 A.U.) en düşük olduğu gün üçüncü gün olarak tespit edilmiştir. Analiz sonucunda, AKİYO ile ortalama yük (AU) arasında pozitif yönde orta düzeyde ($r = 0.51$, $p = 0.003$), antrenman monotonluğu ile ortalama yük (AU) arasında pozitif yönde çok yüksek düzeyde ($r = 0.81$, $p < 0.001$) bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bunun dışında diğer tüm değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Sonuç olarak, antrenman yük değerleri, wellness ve nöromusküler yorgunluk arasında bir ilişki olmadığı görülmüştür. Bundan dolayı, aktif dinamik sıçramanın genç elit güreşçilerde nöromusküler yorgunluk düzeyinin belirlenmesinde bir izleme stratejisi olarak kullanılamayacağı görülmektedir. Buna göre genç elit güreşçilerin nöromusküler yorgunluğunun belirlenmesinde üst ekstremité kaslarının baskın olduğu nöromusküler testlerin geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antrenman yükü, nöromusküler yorgunluk, wellness, AKİYO

IS TRAINING LOAD CORRELATED TO NEUROMUSCULAR FATIGUE AND WELL BEING STATUS?: A NEW WINDOW IN WRESTLERS

Abstract: The aim of this study is to define [1] the health status, training load and neuromuscular fatigue values of elite young wrestlers and [2] analyze the relationships between training load measures, neuromuscular fatigue and weekly health status values. In this study, three weeks (21 training sessions) of ten elite young wrestlers, health status, training monotony, acute chronic workload ratio (ACWR), neuromuscular fatigue, daily variations of perceived load and training load were defined. In addition, the relationships between training load measurements and daily variability were analyzed. The highest training daily average load values (420 arbitrary units (A.U.)) were observed on the 11th day. The day with the lowest average daily training load values (301.95 A.U.) was determined as the third day. As a result of the analysis, there is a moderate positive correlation ($r = 0.51$, $p = 0.003$) between ACWR and average load (AU), and a very high positive correlation ($r = 0.81$, $p < 0.001$) between training monotony and average load (AU). has been found to be. Apart from this, no statistically significant relationship was found between all other variables. As a result, it was seen that there was no relationship between training load values, health status and neuromuscular fatigue. Therefore, it seems that counter movement jump cannot be used as a monitoring strategy in determining the level of neuromuscular fatigue in young elite wrestlers. Accordingly, it is recommended to develop neuromuscular tests in which upper extremity muscles are dominant in determining the neuromuscular fatigue of young elite wrestlers.

Key Words: Training load, neuromuscular fatigue, well being status, ACWR

GİRİŞ

Güreş, dünyadaki en eski rekabet sporlarından biridir ve tarihi eski Yunan Olimpiyat Oyunlarında M.Ö. 708 yılına kadar uzanır (Chaabene ve ark., 2017). Güreşçilerin fizyolojik talepleri karmaşıktır ve sporcuların son derece gelişmiş maksimum güç, kas dayanıklılığı, maksimum aerobik güç ve anaerobik yeteneklere sahip olmalarını gerektirir (Horswill, 1992; Yoon, 2002). Güreş antrenmanları genellikle bir antrenman haftası boyunca iki veya daha fazla gün boyunca günde iki veya daha fazla seans içerir (Demirkan ve ark., 2015). Antrenman seanslarının içerikleri genellikle müsabaka döneminden 3-4 ay öncesine kadar atletik performansa yöneliktir. Yarışma dönemi yaklaştıkça teknik ve taktik antrenman sayısı artmaktadır (Yoon, 2002). Dahası, güreşin savaşı teması ve yoğunluğu, antrenman ve yarışmadan sonra önemli kas hasarına neden olur (Chabene ve ark., 2017). Güreş sporcuları tarafından kısa sürede yapılan yoğun egzersizler sonucunda kaslarda bir miktar hasar oluşması olasıdır. Güreşin yapısı gereği ortaya koyulan yoğun eforlar kas hasarına neden olmaktadır (Chabene ve ark., 2017). Güreşin fiziksel talepleri ile birlikte antrenman seansları arasındaki kısa toparlanma süreleri, haftalık döngü sırasında ve antrenman aşamalarında istenmeyen yorgunluğa neden olabilir (Chabene ve ark., 2017; Yoon, 2002).

Sporcularda yorgunluğun kontrolü, optimum performansa ulaşmak açısından çok önemlidir (Bourdon ve ark., 2017; Kellman ve ark., 2018). Sporcuların yorgunluğunu kontrol altına almak ve antrenmana istenilen doz-cevap aralığında devam edebilmek için sporcular üzerinde antrenmanın yarattığı yüklerin takibi büyük önem taşımaktadır (Kellman ve ark., 2018). Yorgunluğun takibinde antrenman yüklerinin izlenmesinin yanı sıra sporcuların günlük wellness durumları izlenmesi de çok önemlidir (Bourdon ve ark., 2017). Sporcular üzerinde oluşan tüm stres faktörleri dengede tutularak, sporcuların sakatlıklardan korunup yetersiz antrenmana maruz kalmasının engellenmesi amaçlanır (Bourdon ve ark., 2017; Eckard ve ark., 2018). Antrenman yükünü ölçmek için kullanılan yöntemler geniş çaplıdır ve bu yöntemler spor bilimciler ve antrenörlerin taleplerine göre farklılık gösterir (Bourdon ve ark., 2017; Eckard ve ark., 2018; Impellizzeri ve ark., 2019). İç yükü değerlendirmenin yaygın bir yöntemi, sporcunun algılanan zorluk derecelendirmesinin daha sonra iç yükü temsil etmek üzere seans süresiyle çarpılan toplamıdır (Foster ve ark., 2001; Foster, 1998). Birçok çalışmada, Algılanan zorluğun oturum Derecelendirmesi (aAZD: AZD x seans süresi(dakika)) antrenman yükünü ölçmek için pratik bir yöntem olarak kullanılır (Clemente ve ark., 2020; Nobari ve ark., 2020; Sawczuk ve ark., 2018). Bu yöntem literatürde oldukça güvenilir bir şekilde kullanılmaktadır ve aAZD parametresinden türetilmiş olan çeşitli güvenilir parametrelerde vardır. Antrenman monotonluğu (Foster ve ark., 2001; Foster, 1998), antrenman gerginliği (Foster ve ark., 2001; Foster 1998) ve haftalık akut ve kronik iş yükü oranı (hAKİYO) (Hulin ve ark., 2016) bu parametrelerden yaygın olarak kullanılanların başında gelmektedir. Ayrıca literatürde AZD'nin farklı hesaplamalarla elde edilen bazı parametreler de kullanılmıştır. Örneğin; haftalık akut antrenman yükü (hAY) haftanın tüm antrenman yüklerinin toplamı anlamında kullanılmışken (Nobari ve ark., 2020), haftalık kronik antrenman yükü (hKY) önceki üç haftadaki antrenman yükü deneyiminin hareketli ortalamasını temsil etmektedir (Hulin ve ark., 2016). hAY'ün hKY'e bölünmesi ile haftalık akut / kronik iş yükü oranı (hAKİO) hesaplanmıştır (Nobari ve ark., 2020). Haftalık antrenman monotonluğu (hAM), tüm antrenman seanslarında ve haftanın maçlarında elde edilen ortalama iş yükünün standart sapmaya bölünmesini temsil etmektedir (Foster, 1998). hAY'nin hAM ile çarpımından elde edilen haftalık antrenman gerginliği (hAG) bir diğer parametreyi oluşturmaktadır.

Aktif dinamik sıçrama (ADS) yüksekliğinin ölçülmesi antrenmanlarla oluşan yorgunluğu ölçmek için kullanılan en popüler yöntemlerden biridir (Bourdon ve ark., 2017) ve literatürde

nöromüsküler yorgunluğu belirlenmesinde bir belirteç olarak birçok çalışmada kullanılmıştır (Bourdon ve ark., 2017; Sawczuk ve ark., 2018; Rowell ve ark., 2018).

Sporcularda antrenmanla tetiklenen yüklerin ölçülmesi, elde edilen diğer parametrelerle birlikte değerlendirildiğinde günlük wellness durumlarının izlenmesi, sporcuların yorgunluğu, uyku kalitesi, stres ve kas ağrıları gibi veriler antrenörlere sporcuların yorgunluk düzeyleri ile ilgili değerli bilgiler sağlar (Govus ve ark., 2018; Sawczuk ve ark., 2018). Sporcuların wellness durumlarının ölçen anketler bireylerin belirli fiziksel ve psikolojik durumları nasıl algıladıklarını değerlendirmeye çalışan envanterler olarak tanımlanır (Jones ve ark., 2017). Sporcuların wellness durumlarının ölçülmesi, oyuncuların belirli bir iş yüküne fiziksel ve duygusal tepkilerini izlemek için yararlı bilgiler sağlar (Filipe Manuel Climente ve ark., 2019; Govus ve ark., 2018; Sawczuk ve ark., 2018). Çalışmalar, wellness durumları ile antrenman yükü ölçüleri arasındaki ilişkilerin genel olarak düşük ila orta düzeyde negatif yönlü olduğunu göstermiştir (yani antrenman yükü arttıkça sağlık göstergeleri azalmaktadır) (Duignan ve ark., 2020).

Pek çok spor branşında, antrenman yükü, nöromüsküler yorgunluk ve sporcuların sağlığı ile ilgili çeşitli konularda çok sayıda çalışma yapılmıştır (Bourdon ve ark., 2017; Climente ve ark., 2019; Govus ve ark., 2018; Sawczuk ve ark., 2018; Eckard ve ark., 2018; Impellizzeri ve ark., 2019). Bununla birlikte, uzun yıllardır olimpiyatların ana dalları arasında yer almasına rağmen ilgili literatürde güreşçilerin antrenman yükü, nöromüsküler yorgunlukları ve wellness ile ilgili sınırlı çalışma bulunmaktadır. Güreşin fizyolojik taleplerinin yüksek olmasının sporcuların yüksek iş yüküne maruz kalmasına neden olduğu iyi bilinmektedir (Chaabene ve ark., 2017; Demirkan ve ark., 2015; Horswill, 1992; Yoon, 2002). Tüm spor branşlarında olduğu gibi güreşte de antrenman yükü, nöromüsküler yorgunluk ve wellness durumlarının izlenmesi çok önemlidir. Bu nedenle güreşte yaralanmaları önlemek ve sporcuların antrenmanlarına optimum performans seviyelerinde devam etmelerini sağlamak için antrenman yüklerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Khalili ve ark., 2005). Bu çalışma güreş antrenörleri ve spor bilimcilerinin güreş sporcularının antrenman yükünü, nöromüsküler yorgunluğunu ve wellness durumlarının daha iyi tanımlarına olanak sağlayacaktır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, elit genç güreşçilerin wellness, antrenman yükü ve nöromüsküler yorgunluk değerlerini tanımlamak ve antrenman yükü ölçütleri, nöromüsküler yorgunluk ile haftalık wellness değerleri arasındaki ilişkileri analiz etmektir

YÖNTEM

Araştırma Grubu: Bu çalışmaya toplam on elit genç güreşçi (yaş: 17 ± 0.5 yıl; boy: 164 ± 3 cm; ağırlık: 61.9 ± 6.7 kg) gönüllü olarak katılmıştır. En az iki yıllık spor geçmişine sahip olmak, aynı sporcu kamp merkezinde kalmak ve Türkiye milli güreş federasyonunun üyesi olmak dahil etme kriterleri olarak belirlenmiştir. Tüm katılımcılara ve ebeveynlere, mevcut çalışmadan önce yazılı bir bilgilendirilmiş onay formu imzalatılmıştır. Gönüllü katılımcılar çalışmanın yararları ve riskleri hakkında bilgilendirilmiştir. Çalışma Helsinki Bildirgesine uygun olarak ve katılımcılardan imzalı onam formu alınarak gerçekleştirilmiştir. Etik onayı Afyon Kocatepe Üniversitesi Etik Kurulundan çalışma için 12.11.2020 tarihli etik kurul toplantısında 9 numaralı toplantı sayısına sahip 2020/12 karar numaralı etik kurul izni alınmıştır.

İşlem Yolu: Bu çalışma, 21 gün boyunca wellness durumları, antrenman monotonluğu, antrenman gerginliği, AKİYO, nöromusküler yorgunluğun günlük varyasyonlarını belirlemek için tasarlanmıştır. Bu nedenle sporcular çalışmanın bir parçası olarak 21 gün boyunca izlenmiştir. Çalışmada sporcular üç hafta boyunca standart güreş antrenman programına bağlı kalarak antrenman yapmıştır. Sporcuların antrenman içeriklerine ve periyotlarına herhangi bir müdahalede bulunulmadan 21 günlük tüm antrenmanlar izlenmiştir. Sezon öncesi hazırlık döneminde Tüm antrenmanlar altına alınmıştır. Antrenmanların içeriklerine ait bilgiler Tablo 1’ de sunulmuştur. Tüm antrenman öğleden sonra saat 17:00 ile 19:00 arasında yapıldı. Antrenmanların ısınma süreleri genellikle 15 ile 20 dakika arasında sürdü. Yükleme şiddetleri sezon öncesi olduğu için sporcuları hazırlamak üzerine planlanarak orta şiddetlerde yapıldı. Antrenmanların ortalama süresi 70 dakika sürmekteydi. Sezon başında olduğu için herhangi bir müsabaka yapılmadı.

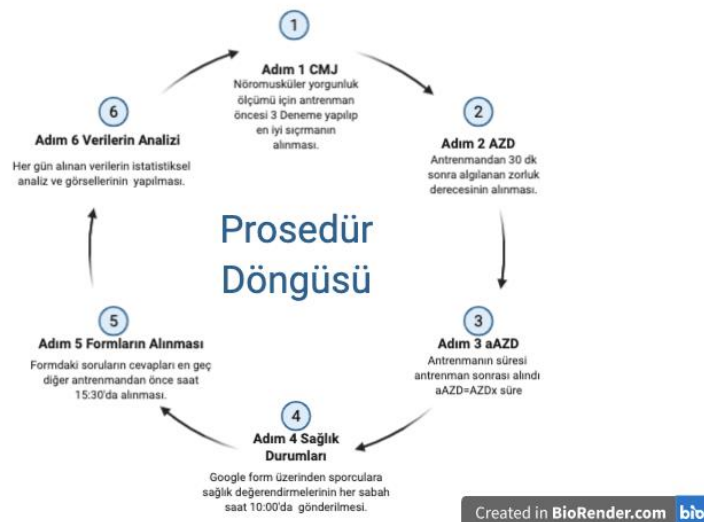
Tablo 1. Sporcuların antrenman programı

Antrenman Çeşitleri	Günler																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
D	X				X			X				X			X				X	
AD		X				X			X				X		X	X				
G		X		X	X			X	X		X	X				X		X	X	
AND				X							X							X		
KO		X				X			X		X		X			X				X
P	X					X		X				X	X		X					X
S			X							X							X			
T			X				X			X				X			X			

Antrenman çeşitleri; D: Direnç antrenmanları; AD: Aerobik dayanıklılık; G: Güreş; AND: Anaerobik Dayanıklılık; KO: Koordinasyon; P: Plyometrik; S: Sauna; T: Toparlanma Günü

Tüm antrenman seanslarında AZD ve ADS değerleri ölçülmüştür. Antrenmanların ardından Google formlar aracılığıyla oluşturulmuş wellness anketleri (Resim 2) sporculara gönderilmiştir. Gönderilen tüm soruların cevapları en geç diğer gün ki antrenmana başlamadan önce sporculardan istenmiştir. Tüm sorular ve verilecek cevaplarla ilgili sporcular detaylı bir şekilde bilgilendirilmiştir.

Araştırma dizaynındaki prosedür döngüsü şekil 1’de belirtilmiştir.

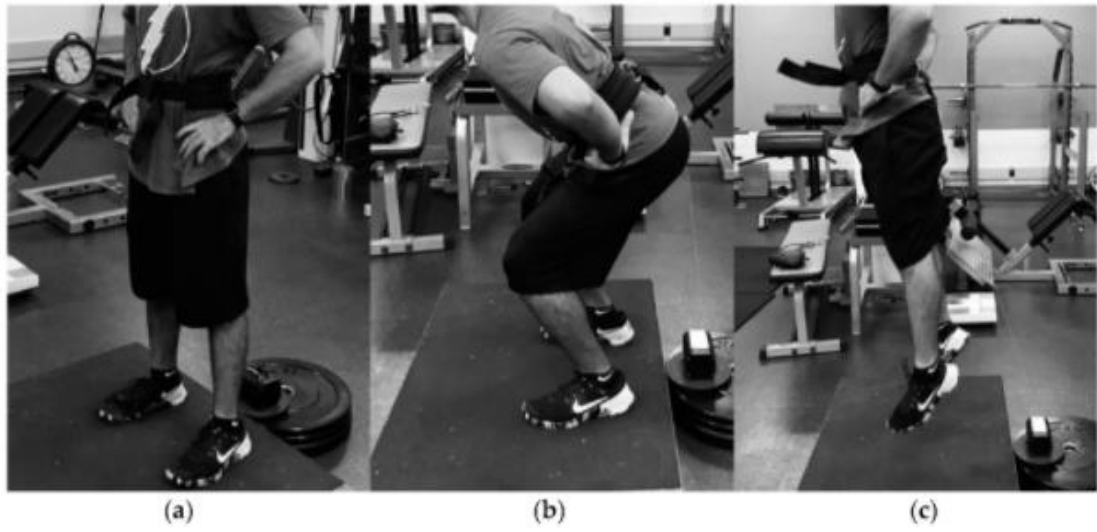


Şekil 1. Araştırma dizaynındaki prosedür döngüsü

Antrenman Yüğü İzlenmesi: Sporcuların iç yükleri, algılanan zorluk derecesi (AZD) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. 10 puanlık Foster ölçeği (Foster ve ark., 2001; Foster, 1998), her antrenman seansından sonra güreşçilerin algılanan zorluklarını izlemek için kullanılmıştır. “Antrenman senin için ne kadar zordu?” sorusu antrenmandan yaklaşık 30 dakika sonra sorularak güreşçilerin tüm derecelendirmeleri yapılmıştır. Sporcuların antrenman süreleri AZD yanıtlarıyla birlikte dakikalar halinde kaydedilmiştir. Çalışma başlamadan önce tüm sporcular, alışmaları için AZD skalası hakkında bilgilendirilmek üzere özel bir antrenman seansına tabi tutulmuştur. Ölçek, her antrenman oturumunda aynı araştırmacı tarafından yapılmıştır. Oyuncuların AZD'si, diğer oyuncuların algılanan zorluklarını nasıl derecelendirdiklerini dinlemekten kaynaklanan olası kafa karışıklığını en aza indirmek için ayrı ayrı toplanmıştır. Antrenman-AZD, iç yükün ölçüsü olan AZD cevapları ile antrenman süresi çarpılarak elde edilmiştir. Daha sonra aşağıdaki hesaplamalarla bazı parametrelere ulaşılmıştır: haftalık akut antrenman yükü (hAY), haftanın tüm antrenman yüklerinin toplamı anlamına gelir; önceki üç haftadaki antrenman yükü deneyiminin yuvarlanan ortalamasını temsil eden haftalık kronik eğitim yükü (hKY); AKİYO hAY'ün hKY'e bölünmesini temsil eder (Hulin ve ark., 2016); haftalık antrenman monotonluğu (hAM) haftanın tüm antrenman seansları ve maçlarında elde edilen ortalama iş yükünün SD'ye bölünmesini temsil eder; hAY'nin hAM ile çarpımı ile haftalık antrenman gerginliği (hAG) elde edilmektedir. Tüm değişkenler uygulama döneminin her gününde hesaplanmıştır.

Wellness İzleme: Katılımcılardan 21 günlük bir süre içinde antrenman günlerinde saat 16: 00'dan önce çevrimiçi bir Google Dokümanlar anketini (Google Formlar, Google, CA, ABD) doldurmaları istenmiştir. Araştırmacı, anketi katılımcılara her gün saat 10: 00'da e-posta ile göndermiştir. Katılımcılardan, antrenman günlerinde saat 15:30'a kadar anketi doldurmadıklarında sözlü olarak cevaplamaları istenmiştir. Anket dört maddeden oluşmaktadır (uyku kalitesi, kas yorgunluğu, yorgunluk ve stres) (Hooper ve Mackinnon, 1995; Clemente ve ark., 2020; Nobari ve ark., 2020). Katılımcılar her maddeyi 1-5 Likert ölçeğinde daha önce yapılmış diğer çalışmalara (Hooper ve Mackinnon, 1995; Clemente ve ark., 2020; Nobari ve ark., 2020; Sawczuk ve ark., 2018) benzer şekilde ölçek 1 (çok, çok düşük) ile 5 (çok, çok yüksek) arasında değerlendirerek cevaplamışlardır. Ankete ilişkin detaylar Resim 2' de belirtilmiştir.

Nöromusküler Yorgunluk Testi: Katılımcıların nöromusküler yorgunlukları aktif dikey sıçrama (ADS) testi ile belirlenmiştir (Bourdon ve ark., 2017; Sawczuk ve ark., 2018). ADS ölçümleri antrenman seansından önce yapılmıştır. Isınmanın ADS performansı üzerindeki etkisini azaltmak için ADS'den önce standart bir ısınma protokolü uygulanmamıştır (Sawczuk ve ark., 2018). Germe hareketleri, ADS ölçümünden önce bir araştırmacı öncülüğünde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar her ADS ölçümünden önce familirizasyon için üç submaksimal ADS gerçekleştirmiştir. Germe hareketi sonrasında katılımcılardan ellerini belinde sabit bacaklar omuz hizasında açık şekilde dizler fleksiyon pozisyonuna getirilip maksimal hızda en yüksek noktaya sıçramaları istenmiştir. Katılımcılara sıçrama aşamasında asla dizlerini kendilerine çekmemeleri ve havada kalış aşamasında bacaklarını uzatarak düz bir şekilde yere inmeleri talimatı verilmiştir. Araştırmacı tarafından sıçrama performansı gözlemlenmiştir. Tekniğe göre yapılmayan sıçrama performansı tekrarlanmıştır. Üç sıçrama yüksekliğinin en iyi puanı (sıçrama yüksekliği) değerlendirme için kaydedilmiştir. Test, katılımcıların beline konumlandırılmış kemer ile dik pozisyonunda başlamalarını içermektedir. Katılımcılar yatay bir düzlemde tutarken, her denemede maksimum yüksekliğe sıçramaları talimatı verilmiştir. ADS yükseklik performansı zemine sabitlenmiş ve kemere bir kablo ile bağlanmış bir optik kodlayıcı (GymAware Power Tool, Kinetic Performance Technologies, Canberra, Avustralya) ile analiz edilmiştir. Teste ilişkin görseller Resim 1'de gösterilmiştir.



Resim 1. (a) Katılımcı hazır ve ayakta pozisyonda duruyor, (b) katılımcı kendi seçtiği çömelme durumunda, (c) katılımcı sıçramanın uçuş aşamasında (Wadhi ve ark.,2018)

Veri Toplama Araçları:

Wellness Anketleri: Google formlar aracılığıyla gönderilen wellness anketleri.

Uyku Kalitesi



Stres



Yorgunluk

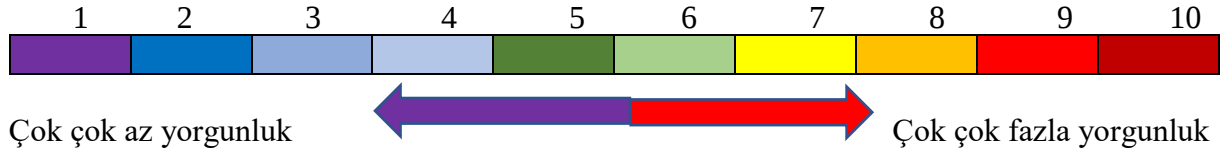


Kas Yorgunluğu



Resim 2. Wellness Anketi

Antrenman Yüğü İzlemesi İçin Kullanılan Algılanan Zorluk Derecesi: Antrenmandan 30 dakika sonra tüm sporculara “Antrenman senin için ne kadar zordu?” sorusunu sorulduğunda sporculardan cevapları aşağıdaki görsele göre (resim 3) cevaplamaları istenmiştir. Çalışma başlamadan önce tüm sporcular, alışmaları için AZD (Foster ve ark., 2001; Foster, 1998) skalası hakkında bilgilendirilmek üzere özel bir antrenman seansına tabi tutularak detaylı bir şekilde bilgilendirilmiştir.



Resim 3. AZD Görseli

GymAware: GymAware, sıçrama performansını ölçmek için kullanılan bir araçtır. Doğrusal Konumsal Dönüştürücüdür ve kablo yardımıyla yükseklik ölçümü ve hızlanma ölçümü yapabilmektedir. Ölçümleri m/sn^2 cinsinden ölçmektedir.



Resim 4. Gymaware Doğrusal Konumsal Dönüştürücü

Verilerin Analizi: Katılımcı sayısı 30 kişiden az olduğu için nonparametrik testler kullanıldı. Sonuçlar, %95 güven aralığı (GA) ile ortalama $\pm$ standart sapma olarak rapor edilmiştir. Antrenman yükü ölçümleri, nöromusküler yorgunluk ve wellness değişkenleri arasındaki ilişkiler nonparametrik test olan spearman korelasyon testi (r) kullanılarak test edildi. İlişkinin düzeyi olarak: önemsiz (0,0), düşük (0,1), orta (0,3), büyük (0,5), çok büyük (0,7), neredeyse mükemmel (0,9) ve mükemmel (1,0) düzeyleri kullanılmıştır (Hopkins ve ark.,2009). Tüm istatistiksel testler için anlamlılık düzeyi olarak $p < 0,05$ alfa seviyesi belirlenmiştir.

Standart sapma ve ortalamaları üzerinden tüm verilerin varyasyon katsayıları hesaplandı. Varyasyon katsayıları $VK < \%10$ olması durumunda güvenilir aralık olarak belirlendi (Taylor ve ark.,2010; Atkinson ve ark.,1998). Tüm istatistiksel analizler ve grafikler Rstudio 1.3.1093 versiyonu kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR

Grafik 1'de günlük ortalama antrenman yükü ve ADS yükseklik (cm) değerlerinin günlük değişimi tanımlanmıştır. 21 günlük ortalama antrenman yükünü ve Ortalama ADS yüksekliğini göstermektedir. En yüksek antrenman günlük ortalama yük değerleri (420 A.U) 11. günde gözlenmiştir. Günlük ortalama egzersiz yükü değerlerinin en düşük olduğu gün üçüncü gündür (301.95 A.U). Günlük ortalama ADS yükseklik değerleri 13. günde en yüksek değerlerine (30.5 cm) ulaşırken, en düşük değerler 20. günde gözlenmektedir (28.4 cm).

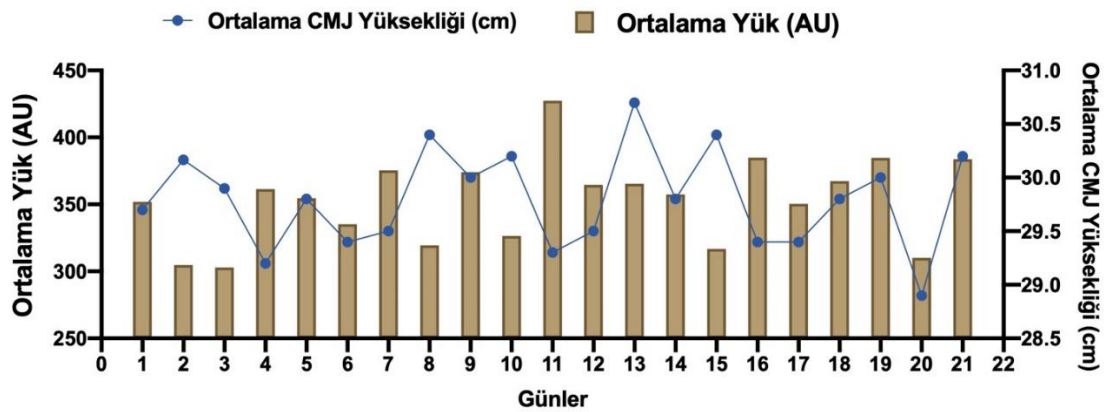
Grafik 2'de günlük ortalama antrenman yükü ve AKİYO günlük değişimi tanımlanmıştır. En yüksek antrenman günlük ortalama yük değerleri 11. günde gözlenmiştir. Günlük ortalama egzersiz yükü değerlerinin en düşük olduğu gün üçüncü gündür. Günlük ortalama AKİYO değerleri 4. günde en yüksek değerlerine (1.13 A.U) ulaşırken, en düşük değerler (0.80 A.U) 15. günde gözlenmektedir.

Grafik 3'de 21 günlük bir çalışmadan sonra tanımlanan wellness ölçümlerinde, stres en yüksek ilk gün (3.24 A. U) ve en düşük 13. günde (2.67 A.U); uyku kalitesi 19. günde (3.5 A.U) en yüksek ve 7. günde (2.72 A.U) en düşüktür; yorgunluk en yüksek 19. günde (3.47 A.U) ve en düşük 11. günde (2.65 A.U); kas yorgunluğu 12. günde (3.30 A.U) en yüksek ve 4. günde (2.58 A.U) en düşüktür.

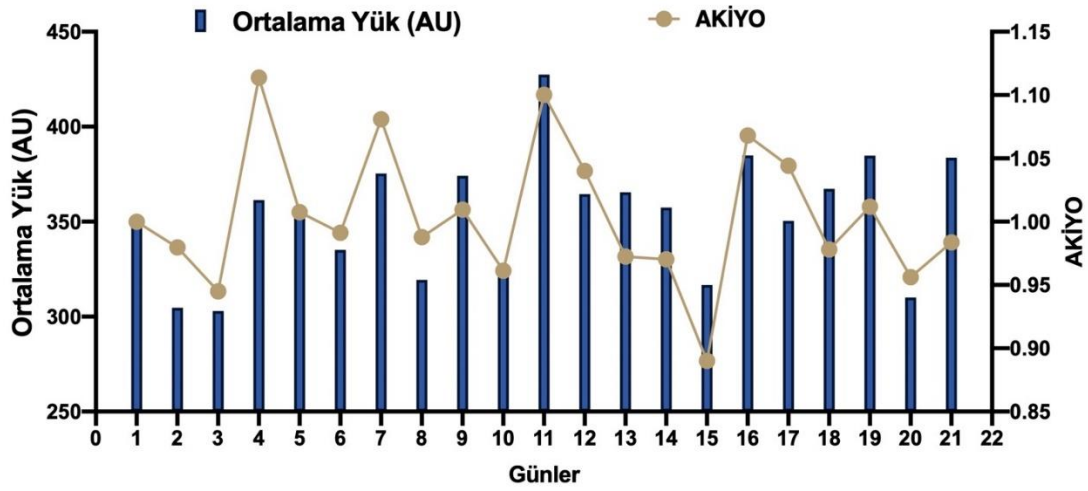
Grafik 4'de 21 günlük çalışmada en yüksek hAG (6288.5 A.U) 'nın 10. günde ve en düşük hAG'nin (2403.18 A.U) ilk günde gözlemlendiğini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda en yüksek hAG 10. günde (2.14 A. U) ve en düşük hAG ikinci günde (1.61) gözlenmiştir. Grafik 5'te 21 günlük çalışmada AKİYO (A.U), ADS ve wellness durumlarının birbiriyle olan varyasyonu gösterilmiştir.

Grafik 6' da parametrelerin varyasyon katsayıları belirtilmiş ve antrenman gerginliğinin dışındaki tüm parametreler güvenli aralıkta VK <10% olduğu gözlemlenmiştir.

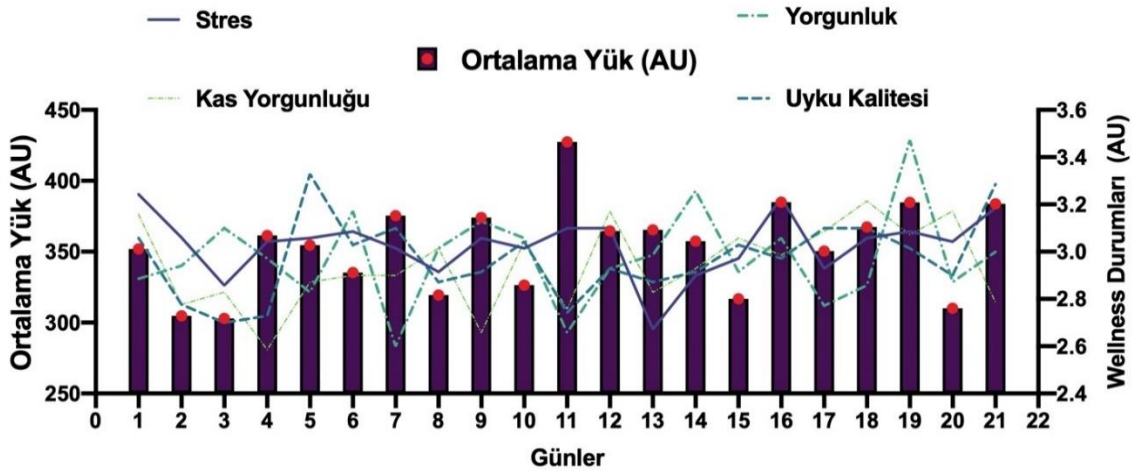
Grafik 7' de antrenman yükü değişkenleri, AKİYO, ADS ve 21 gün boyunca elde edilen wellness arasındaki korelasyonları göstermektedir. Analiz sonucunda AKİYO ile günlük ortalama Yük (A.U) arasında orta düzeyde ($r = 0.51$, $p = 0.003$) bir ilişki olduğu ve antrenman monotonluğu ile antrenman gerginliği arasında pozitif çok büyük bir ilişki ($r = 0.81$, $p = <0.001$) olduğu gözlemlenmiştir. AKİYO (A.U), günlük ortalama Yük (A.U), antrenman gerginliği (A.U), ve antrenman monotonluğu (A.U), dışındaki değişkenler arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.



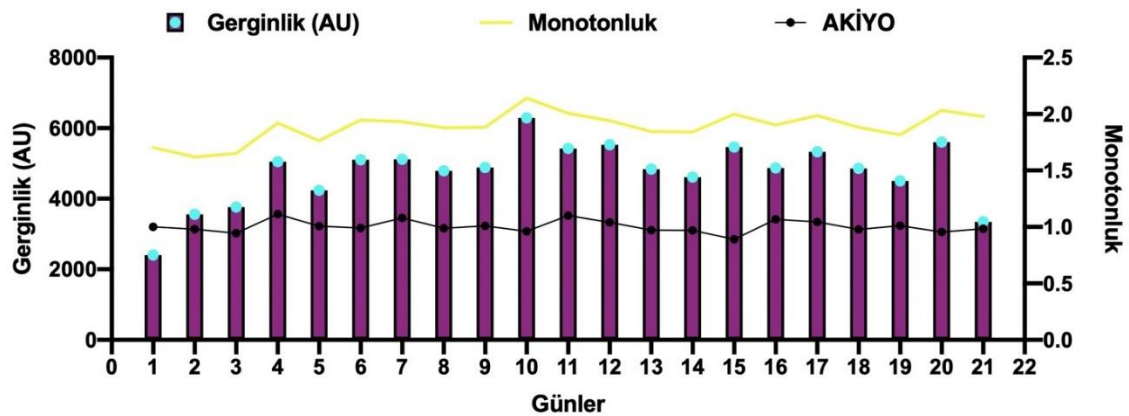
Grafik 1. Ortalama Yükleme (A.U) ve Ortalama ADS Yüksekliği (cm) değerlerinin 21 gün boyunca varyasyonlarının tanımlayıcı istatistikleri. A.U: Arbitrary Unit



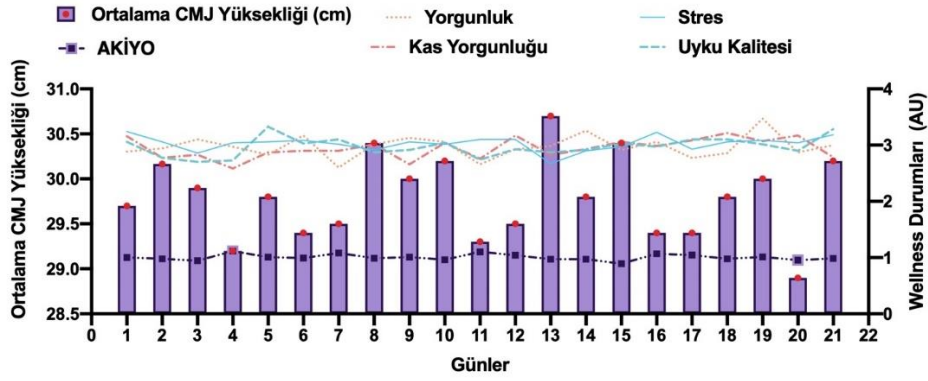
Grafik 2. Ortalama Yük (A.U) ve AKİYO değerlerinin 21 gün boyunca varyasyonlarının tanımlayıcı istatistikleri. A.U: Arbitrary Unit; AKİYO: Akut kronik iş yükü oranı



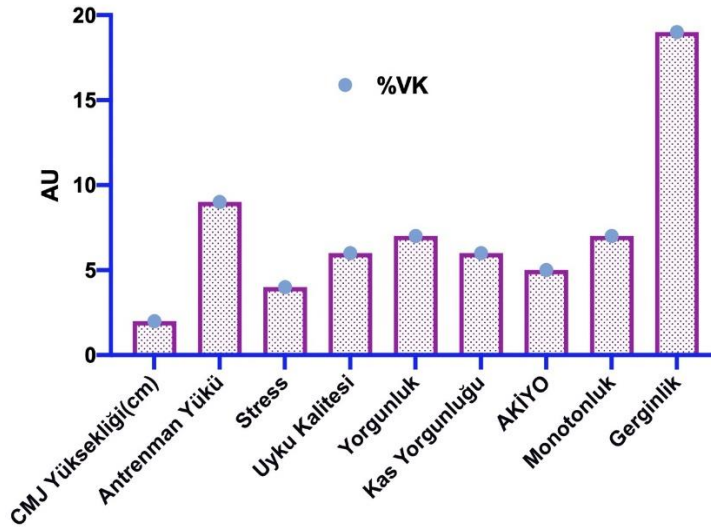
Grafik 3. Ortalama Yük (A.U) ve Wellness değerlerinin 21 gün boyunca varyasyonlarının tanımlayıcı istatistikleri. A.U: Arbitrary Unit



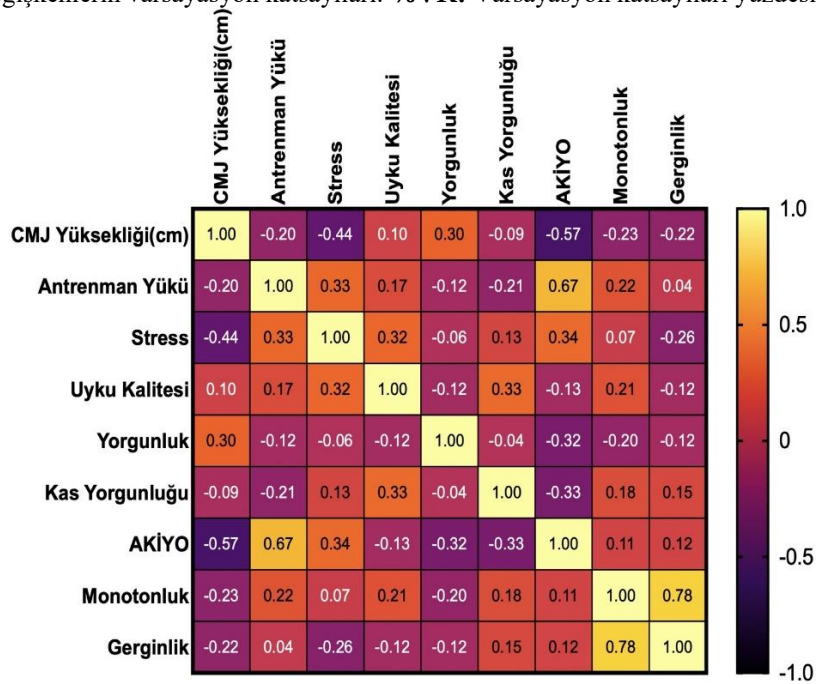
Grafik 4: AKİYO, Gerginlik ve Monotonluk değerlerinin 21 gün boyunca varyasyonlarının tanımlayıcı istatistikleri. AKİYO: Akut kronik iş yükü oranı



Grafik 5. Ortalama ADS Yüksekliği (cm), AKİYO ve Wellness değerlerinin 21 gün boyunca varyasyonlarının tanımlayıcı istatistikleri. **AKİYO:** Akut kronik iş yükü oranı



Grafik 6. Tüm değişkenlerin varsayım katsayıları. **%VK:** Varsayım katsayıları yüzdesi



Grafik 7. Wellness izleme değerlerinin günlük ortalamaları ile günlük AKİYO, AM ve AG günlük ortalamaları arasındaki korelasyon katsayıları (%95 GA). **GA:** Güven aralığı

TARTIŞMA

Bu çalışmanın ilk amacı, elit genç güreşçilerde güreş antrenman sezonunda oluşan yük ve yorgunluğu tanımlamaktır. İkinci ve temel amaç, nöromüsküler yorgunluğun bir göstergesi olan ADS yüksekliği ile AKİYO, antrenman yükü, antrenman montonluğu, antrenman gerginliği ve wellness arasındaki ilişkiyi incelemektir. Yapılan araştırmaya göre bu çalışma, elit genç güreşçilerde iç antrenman yükü, nöromüsküler yorgunluk ve wellness göstergelerinin varyansını araştıran ilk çalışmadır. Bu çalışmadaki ana bulgular şu şekildedir: i) AKİYO'nun Ortalama Yük (A.U) ile istatistiksel olarak anlamlı ve orta düzeyde pozitif bir ilişkisi olduğu belirlenmiştir; ii) Monotonluk ve gerginlik arasında büyük bir ilişki tespit edilmiş ve iii) nöromüsküler yorgunluk (ADS), antrenman yükü ve wellness arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Güreş olimpiik bir spor dalı olmasına rağmen, elit genç güreşçilerde güreş antrenman sezonunda oluşan yük ve yorgunluğa ilişkin sınırlı bilgi bulunmaktadır. Bu nedenle elit genç güreşçilerin tanımlayıcı bulgularını ilgili literatürle tartışılamamıştır. Bununla birlikte, en yüksek antrenman günlük ortalama yük değerlerinin 11. günde gözlemlendiğini tespit edilmiştir. Günlük ortalama antrenman yükü değerlerinin en düşük olduğu gün üçüncü günüdür. Günlük ortalama ADS yükseklik değerleri 13. günde en yüksek değerlerine, en düşük değerler ise 20. günde gözlemlenmiştir. 21 günlük çalışmada en yüksek hAG 10.günde, en düşük hAG ise ilk günde belirlenmiştir. Aynı zamanda, en yüksek hAM 10. Günde ve en düşük hAM 2.günde tespit edilmiştir.

Clemente ve ark., (2019) voleybolcular üzerinde yaptığı çalışmada bizim çalışmamıza benzer şekilde antrenman yük değerleri ve AKİYO arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğu bildirilmiştir. Nobari ve ark., (2020) futbolcular üzerinde yaptığı çalışmada antrenman yük değerleri arasında bizim çalışmamıza benzer bulgular bildirmiştir. Bulgularımız dışında antrenman yükü parametreleriyle ilişki bulmayan çalışmalar literatürde mevcuttur (Impellizzeri ve ark., 2020). Impellizzeri ve ark., (2020) çalışmasında antrenman yükünden türetilen parametrelerin matematiksel ve istatistiksel hatalar içerdiğini ileri sürülmektedir. Hulin ve ark. (2016) ve Gabbett ve ark., (2017) çalışmalarında belirttiği şekilde antrenman yükünün sonucunda ortaya çıkan sakatlıklardan korunmak için AKİYO modelinin kullanılmasını tavsiye ederken Impellizzeri ve ark., (2020) AKİYO modelinin yanlış bilgiye dayandığını, hesaplamalarda hatalar içerdiğini ve bu verilerin antrenman yükünün takibinde kullanılamayacağını savunmaktadırlar. AKİYO'yu bir çerçeve ve model olarak reddetmeyi ve buna göre AKİYO modellerinde bulunan tahmin değeri ve istatistiksel yapıların eksikliklerinin olduğu bildirmişlerdir. Sakatlık takibinde kullanılan önerileri ve fikir birliğini güncellemelerini önermektedirler.

Bu çalışmadaki en ilginç bulgu, ADS'nin antrenman yükü ile ilişkili olmamasıdır. Mevcut bulguların aksine, çok sayıda çalışma (Claudino ve ark., 2017; Gathercole ve ark., 2015; McLaren ve ark., 2018; Roe ve ark., 2017) ADS ile antrenman yükü parametreleri arasında önemli bir korelasyon (orta ila yüksek aralıklı) bularak antrenman yükündeki artışın, yetişkin sporcularda ADS'de bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, mevcut çalışmayı destekleyen Malone ve ark., (2015) elit genç futbolcularda ADS ile antrenman yükü arasında herhangi bir ilişki bulunmadığını rapor etmişlerdir. Başka bir çalışmada, Sawczuk ve ark., (2018), bizim çalışmamızdaki bulguları destekler nitelikte genç sporcularda ADS ile antrenman yükü arasında bir ilişki olmadığını bildirmiştir. Bizim çalışmamıza benzer şekilde, Malone ve ark., (2015) ve Sawczuk ve ark., (2018) çalışmalarını genç katılımcılar üzerinde gerçekleştirmiştir. Çalışmalarda genç sporcuların kullanılmasının (Malone ve ark., 2015;

Sawczuk ve ark., 2018), sporcularda daha düşük nöromüsküler yorgunluğun görülmesinin nedeni olarak açıklanmıştır. Bu durum ergen sporcuların elit sporculardan daha düşük yoğunlukta antrenman yaptıklarına bağlıdır. Yetişkin sporculara kıyasla genç sporcuların fizyolojisi ve anatomik gelişimi tamamlanmamıştır ve genç sporculardaki tolerans mekanizmaları tam olarak güçlü değildir, bu nedenle antrenmandaki hacim ve yoğunluk yetişkin sporculardan daha azdır (Eckard ve ark., 2018; Malone ve ark., 2015; Sawczuk ve ark., 2018). Genç sporcuların eğitim hayatları yetişkin sporculara göre daha yoğun olduğundan, genç sporcuların antrenman günlerinin sayısı veya antrenman sayısı arttırılmamaktadır (Sawczuk ve ark., 2018). Bu nedenle genç sporcuların antrenman yüklerinin yetişkin sporculara göre daha düşük olduğu düşünülmektedir. Mevcut çalışmaya göre antrenman yükü ile ADS arasında bir ilişki olmamasının bir başka nedeni, antrenman yükü ölçümleri ve nöromüsküler yorgunluk ölçümleri ile ilgili çalışmaların genellikle takım sporcuları üzerinde yapılmış olması olabilir (Clemente ve ark., 2020; Hulin ve ark., 2016; Malone ve ark., 2015; Sawczuk ve ark., 2018; McLaren ve ark., 2018). Takım sporları ile güreşin fizyolojik ve kinematik yapısı birbirinden tamamen farklıdır. Örneğin takım sporlarında genellikle alt ekstremitelerde gerçekleştirilen hareket kalıpları varken (Hills ve ark., 2019; Sweeting ve ark., 2017) güreşte ise çok yoğun ancak tüm vücudu, özellikle üst ekstremiteleri ilgilendiren hareket paternleri bulunmaktadır (Chabeene ve ark., 2017; Demirkan ve ark., 2015; Horswill, 1992; Khalili ve ark., 2005; Yoon, 2002; Zaccagni, 2012). Bu durumda takım sporcularında ADS sırasında alt vücut yorgunluğunun daha fazla ön plana çıkmasını tetiklemiş olabilir. Öte yandan, takım sporcularının aksine güreşçilerin alt vücutlarını yoğun bir şekilde kullanmaması ADS sırasında yorgunluk ölçümüne tam olarak yansımaz. Ancak ileride yapılacak çalışmalarda güreşçilerin nöromüsküler yorgunluğunun üst ekstremitelerde kaslarının baskın olduğu nöromüsküler testler yapılarak ölçülmesi gerektiği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın bir başka bulgusu, wellness, antrenman yükü değerleri ve nöromüsküler yorgunluk değerleri arasında bir ilişki olmadığıdır. Bu araştırmadaki bulgular, yetişkin sporcular ve takım sporcuları üzerinde yapılan çalışmalarla çelişmektedir (Buchheit ve ark., 2013; Clemente ve ark., 2019; Thorpe ve ark., 2017). Çalışmamızdaki bulguları destekler nitelikte Sawczuk ve ark., (2018) genç sporcular üzerinde yaptığı çalışma wellness, antrenman yükü ve nöromüsküler yorgunluk arasında ilişki tespit etmediklerini rapor etmişlerdir. Hartwig ve ark., (2009) yaptığı çalışmada bulgularımız destekler nitelikte antrenman yükü ve wellness arasında ilişkinin olmadığını ortaya koymuşlardır. Bu durumu açıklayan iki sebep olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenlerden ilki, araştırmadaki araştırma grubumuzun genç sporculardan oluşmasıdır. Elde edilen sonuçları etkileyen bu durumun, yetişkin sporcular ile genç sporcuların göreceli stresör yoğunluğundaki farklılıktan kaynaklanması olasıdır. Genç sporcular, sosyal, eğitimsel ve olgunlaşma koşulları için benzersiz bir ortama sahiptir (Mountjoy ve ark., 2008). Genç sporcuların wellness durumlarının olumlu yönde etkileyecek olan bu çevresel durum, bazen antrenmanlarından daha önemli olabilmektedir. Bu nedenlerden ikincisi, diğer çalışmalarda katılımcı grubun genellikle takım sporcularından oluştuğu ve takım sporlarının fizyolojik ve kinematik ihtiyaçlarındaki farklılığın da sonuçları tamamen etkileyebileceğinin düşünülmesidir.

Bu çalışmanın kabul edilmesi gereken bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, sınırlayıcı olabilen AZD ile antrenman yükünü tespiti yapılmıştır. İkincisi, resmi güreş müsabakaları covid-19 salgını ile aynı zamana denk geldiğinden, resmi müsabakaları dikkate alınmamıştır. Bu nedenle, gelecekteki araştırmalar RPE yanıtlarının ötesinde biyokimyasal ve kalp atış hızı değişkenlerinden elde edilen daha objektif verilerle sezon boyunca sporcuların incelenmesi üzerine odaklanabilir. Ayrıca antrenman yükü ölçümlerini de dahil ederek resmi güreş müsabakalarının incelenmesi önerilmektedir. Bildiğimiz kadarıyla bu çalışma, algılanan yük ve

sağlık göstergelerini ve bunların gençler düzeyindeki ilişkilerini tanımlayan ilk çalışmadır. Bundan yola çıkarak sonuçları genelleştirmek için farklı yaş kategorileri, farklı dönemler ve ülkelerde daha fazla çalışma yapılmalıdır. Bu çalışmanın verileri ışığında antrenörler ve spor bilimciler antrenmanlarının yükünü periyodik olarak belirleyebilir ve sporcularının optimum performansa ulaşmasını sağlayabilir. Bu çalışmanın sonuçları teori ve pratik arasında bir köprü kurmayı amaçladığından, sonuçları da pratik uygulamaları kolaylaştırmaya olanak sağlamaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, elit genç güreşçilerde antrenman yük değerleri, nöromüsküler yorgunluk ve wellness durumlarının günlük değişiklikleri ve bu değişkenler arasındaki ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır. Güreş antrenman sezonunda 3 hafta boyunca ortaya çıkan yük ve yorgunluk ile ilgili tüm veriler spor bilimcileri ve antrenörleri için değerli bir rehber olacaktır.

Çalışmamız sonucunda antrenman yük değerleri, wellness ve nöromüsküler yorgunluk arasında bir ilişki olmadığı görülmüştür. Ayrıca, ADS'nin genç güreşçilerde nöromüsküler yorgunluğun belirlenmesinde bir izleme stratejisi olarak kullanılamayacağı tespit edilmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda nöromüsküler yorgunluğu ölçme testlerinin güreş branşının yapısına uygun olarak üst ekstremité kaslarının baskın olduğu nöromüsküler testler içermesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Atkinson, G., Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26(4), 217-238.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., ...(!) Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-161.
- Buchheit, M., Racinais, S., Bilsborough, J. C., Bourdon, P. C., Voss, S. C., Hocking, J., ... Coutts, A. J. (2013). Monitoring fitness, fatigue and running performance during a pre-season training camp in elite football players. *Journal of science and medicine in sport*, 16(6), 550-555.
- Chaabene, H., Negra, Y., Bouguezzi, R., Mkaouer, B., Franchini, E., Julio, U., Hachana, Y. (2017). Physical and physiological attributes of wrestlers: an update. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(5), 1411-1442.
- Claudino, J. G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Tricoli, V., ... Serrão, J. C. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(4), 397-402.
- Clemente, F. M., Mendes, B., Palao, J. M., Silvério, A., Carriço, S., Calvete, F., Nakamura, F. Y. (2019). Seasonal player wellness and its longitudinal association with internal training load: study in elite volleyball. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(3), 345.
- Clemente, F. M., Silva, A. F., Clark, C. C., Conte, D., Ribeiro, J., Mendes, B., Lima, R. (2020). Analyzing the seasonal changes and relationships in training load and wellness in elite volleyball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(aop), 1-10.
- Demirkan, E., Koz, M., Kutlu, M., Favre, M. (2015). Comparison of physical and physiological profiles in elite and amateur young wrestlers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1876-1883.

- Duignan, C., Doherty, C., Caulfield, B., Blake, C. (2020). Single-Item Self-Report Measures of Team-Sport Athlete Wellbeing and Their Relationship With Training Load: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, 55(9), 944-953.
- Eckard, T. G., Padua, D. A., Hearn, D. W., Pexa, B. S., Frank, B. S. (2018). The relationship between training load and injury in athletes: a systematic review. *Sports Medicine*, 48(8), 1929-1961.
- Foster, C. A. R. L. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Occupational Health and Industrial Medicine*, 4(39), 189.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Gabbett, T. J., Nassis, G. P., Oetter, E., Pretorius, J., Johnston, N., Medina, D., ... Ryan, A. (2017). The athlete monitoring cycle: a practical guide to interpreting and applying training monitoring data. *British Journal of Sports Medicine*, 51(20), 1451-1452.
- Gathercole, R., Sporer, B., Stellingwerff, T. (2015). Countermovement jump performance with increased training loads in elite female rugby athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 36(09), 722-728.
- Govus, A. D., Coutts, A., Duffield, R., Murray, A., Fullagar, H. (2018). Relationship between pretraining subjective wellness measures, player load, and rating-of-perceived-exertion training load in American college football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(1), 95-101.
- Hartwig, T. B., Naughton, G., Searl, J. (2009). Load, stress, and recovery in adolescent rugby union players during a competitive season. *Journal of Sports Sciences*, 27(10), 1087-1094.
- Hills, S. P., Barrett, S., Feltbower, R. G., Barwood, M. J., Radcliffe, J. N., Cooke, C. B., ... (!) Russell, M. (2019). A match-day analysis of the movement profiles of substitutes from a professional soccer club before and after pitch-entry. *PloS One*, 14(1), e0211563.
- Hooper, S. L., Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring overtraining in athletes. *Sports Medicine*, 20(5), 321-327.
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine Science in Sports Exercise*, 41(1), 3.
- Horswill, C. A. (1992). Applied physiology of amateur wrestling. *Sports Medicine*, 14(2), 114-143.
- Hulin, B. T., Gabbett, T. J., Lawson, D. W., Caputi, P., Sampson, J. A. (2016). The acute: chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *British Journal of Sports Medicine*, 50(4), 231-236.
- Impellizzeri, F. M., Tenan, M. S., Kempton, T., Novak, A., Coutts, A. J. (2020). Acute: Chronic Workload Ratio: Conceptual Issues and Fundamental Pitfalls. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(6), 907-913.
- Impellizzeri, F., Wookcock, S., McCall, A., Ward, P., Coutts, A. J. (2019). The acute-chronic workload ratio-injury figure and its 'sweet spot' are flawed.
- Jones, C. M., Griffiths, P. C., Mellalieu, S. D. (2017). Training load and fatigue marker associations with injury and illness: a systematic review of longitudinal studies. *Sports Medicine*, 47(5), 943-974.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., ... Kallus, K. W. (2018). Recovery and performance in sport: consensus statement. *Int J Sports Physiol Perform*, 13(2), 240-245.
- Khalili-Borna, D., Honsik, K. (2005). Wrestling and sports medicine. *Current Sports Medicine Reports*, 4(3), 144-149.

- Malone, J. J., Murtagh, C. F., Morgans, R., Burgess, D. J., Morton, J. P., Drust, B. (2015). Countermovement jump performance is not affected during an in-season training microcycle in elite youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(3), 752-757.
- McLaren, S. J., Smith, A., Bartlett, J. D., Spears, I. R., Weston, M. (2018). Differential training loads and individual fitness responses to pre-season in professional rugby union players. *Journal of Sports Sciences*, 36(21), 2438-2446.
- Mountjoy, M., Armstrong, N., Bizzini, L., Blimkie, C., Evans, J., Gerrard, D., ... Van Mechelen, W. (2008). IOC consensus statement: "training the elite child athlete". *British Journal of Sports Medicine*, 42(3), 163-164.
- Nobari, H., Aquino, R., Clemente, F. M., Khalafi, M., Adsuar, J. C., Pérez-Gómez, J. (2020). Description of acute and chronic load, training monotony and strain over a season and its relationships with well-being status: A study in elite under-16 soccer players. *Physiology & Behavior*, 225, 113117.
- Roe, G., Darrall-Jones, J., Till, K., Phibbs, P., Read, D., Weakley, J., Jones, B. (2017). To jump or cycle? Monitoring neuromuscular function in rugby union players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(5), 690-696.
- Rowell, A. E., Aughey, R. J., Hopkins, W. G., Esmaeili, A., Lazarus, B. H., Cormack, S. J. (2018). Effects of training and competition load on neuromuscular recovery, testosterone, cortisol, and match performance during a season of professional football. *Frontiers in Physiology*, 9, 668.
- Sawczuk, T., Jones, B., Scantlebury, S., Till, K. (2018). The influence of training load, exposure to match play and sleep duration on daily wellbeing measures in youth athletes. *Journal of Sports Sciences*, 36(21), 2431-2437.
- Sweeting, A. J., Aughey, R. J., Cormack, S. J., Morgan, S. (2017). Discovering frequently recurring movement sequences in team-sport athlete spatiotemporal data. *Journal of Sports Sciences*, 35(24), 2439-2445.
- Taylor, K., Chapman, D., Cronin, J., Newton, M. J., Gill, N. (2012). Fatigue monitoring in high performance sport: a survey of current trends. *J Aust Strength Cond*, 20(1), 12-23.
- Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., Gregson, W. (2017). The influence of changes in acute training load on daily sensitivity of morning-measured fatigue variables in elite soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-107.
- Wadhi, T., Rauch, J. T., Tamulevicius, N., Andersen, J. C., De Souza, E. O. (2018). Validity and reliability of the GymAware linear position transducer for squat jump and counter-movement jump height. *Sports*, 6(4), 177.
- Yoon, J. (2002). Physiological profiles of elite senior wrestlers. *Sports Medicine*, 32(4), 225-233.
- Zaccagni, L. (2012). Anthropometric characteristics and body composition of Italian national wrestlers. *European Journal of Sport Science*, 12(2), 145-151.