

Adölesan Basketbolcularda Tekrarlı “Counter Movement” Sıçrama Modelli Oluşturulan Nöromusküler Yorgunluğun “Drop” Sıçrama Performansına Etkisinin İncelenmesi: Deneysel Çalışma

Investigation of the Effect of Neuromuscular Fatigue Created with Repetitive Counter Movement Jump Model on Drop Jump Performance in Adolescent Basketball Players: Experimental Study

Yücel MAKARACI^a, Ömer PAMUK^a, Recep SOSLU^a

^aKaramanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Hareket ve Antrenman Bilimleri ABD, Karaman, Türkiye

ÖZET Amaç: Adölesan basketbolcularda akut nöromusküler yorgunluk (NY) durumunun “drop” sıçrama (DS) performansına etkisinin incelenmesi dikkate değer görünmektedir. Sunulan çalışmanın amacı; adölesan basketbolcularda tekrarlı “counter movement” sıçrama (CMS) modeli oluşturulan NY'nin DS performansına etkisinin incelenmesidir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya 18 basketbolcu ve 18 sedanter olmak üzere toplam 36 adölesan erkek gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılara 30 saniyelik tekrarlı CMS (TCMS-30) modeli NY öncesi ve hemen sonrası olmak üzere DS testleri uygulanmıştır. DS ve TCMS-30 protokolleri kuvvet platformu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilerin analizinde grup farklılıkları (TCMS-30) için bağımsız örneklem için t-testi; yorgunluk protokolü öncesi ve sonrası (grup içi ve gruplar arası) DS performansındaki değişimin belirlenmesinde ise karışık ölçümlerde ANOVA analizleri kullanılmıştır. **Bulgular:** Grup içi DS ön ve son-test değerlerinde farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu farklılığın özellikle sedanter gruba ait parametrelerde olduğu belirlenmiştir. Gruplar arası DS son-test karşılaştırmasında basketbolcu grup lehine eğilim olduğu gözlenmiştir. Akut yorgunluk için uygulanan TCMS-30 performansında ise gruplar arası istatistikî farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). **Sonuç:** Adölesan basketbolculara uygulanan yorgunluk protokolü sonrası DS performansında negatif yönde bir eğilim olsa da bu eğilimin istatistikî olarak önemsiz olduğu ortaya koyulmuştur. Çalışma sonuçları, gelişim çağında ve düzenli egzersiz yapan bireylerde organizmanın zorlayıcı bir egzersize karşı daha hazır olduğunu işaret etmektedir.

ABSTRACT Objective: The examination of the effect of acute neuromuscular fatigue (NF) status on drop jump (DJ) performance in adolescent basketball players seems remarkable. The aim of the present study was to examine the effect of NF created with repetitive counter-movement jump (CMJ) model on DJ performance in adolescent basketball players. **Material and Methods:** A total of 36 adolescent voluntarily participated in the study, comprised of 18 male basketball players and 18 male sedentary subjects. The participants performed DS tests before and after an NF created with a 30-second repetitive CMJ model (RCMJ-30). DS and RCMJ-30 protocols were conducted using a force platform. Independent sample t-test was used to investigate group differences (RCMJ-30) and a mixed ANOVA test was performed to establish the change in DJ performance pre and post fatigue protocol (within and between groups) in the data analysis. **Results:** Statistical differences were detected in the DS pre and post-test values within the group ($p<0.05$). It was determined that this difference was especially in the parameters of the sedentary group. It was observed that there was a tendency in favor of the basketball player group in the DS post-test comparison. No statistical difference was found in the acute fatigue protocol created with an RCMJ-30 between groups ($p>0.05$). **Conclusion:** Although there was a negative tendency in DS performance after the fatigue protocol was applied to adolescent basketball players, it was revealed that this tendency was statistically insignificant. The results of the study indicate that the organism is more ready under excessive-load exercise in individuals who are in the developmental age and exercise regularly.

Anahtar Kelimeler: Basketbol; drop sıçrama; performans testi; yorgunluk

Keywords: Basketball; drop jump; performance test; fatigue

Adölesan dönem; psikolojik ve fizyolojik gelişim aşamalarını içeren, insan hayatında hayati öneme sahip olan bir süreçtir.¹ Bu dönemde vücut ağırlığı,

koşu hızı, direnç, çeviklik ve kuvvet gibi fiziksel gelişim ekseninde değerlendirilen özelliklerde hissedilir gelişim olduğu bilinmektedir.² Fiziksel yapıda

Correspondence: Yücel MAKARACI

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Hareket ve Antrenman Bilimleri ABD, Karaman, Türkiye

E-mail: yucelmkr@gmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences.

Received: 23 Feb 2022

Received in revised form: 12 Apr 2022

Accepted: 25 Apr 2022

Available online: 05 May 2022

2146-8885 / Copyright © 2022 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

oluşan değişim ve gelişimin kişinin biyolojik yaşı ile birlikte antrenman düzeyine (örneğin yoğunluk, sıklık) göre de farklılık gösterdiği ifade edilmektedir.³ Gelişim sürecindeki sporcuların fizyolojik karakteristikleri incelendiğinde, anabolik hormonların salınımındaki artışa bağlı kas hipertrofinin daha yoğun yaşandığı belirtilmektedir.⁴ Bu bağlamda; adölesan dönemde spora özgü gerçekleştirilen hareketlerin vücudun fizyolojik olarak stres altında olduğu durumlarda nasıl bir reaksiyon verdiğinin belirlenmesinin sporcu performans takibi açısından önemli bir konu olabileceği düşünülmektedir.

Sıçrama yeteneği birçok spor dalında sıklıkla kullanılan temel fizyolojik hareket bileşenleri arasında yer almaktadır.⁵ Bununla birlikte sıçrama performansının analizi, alt ekstremite kuvvetinin bilateral ve unilateral formlarda değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.⁶ Atletik ve spora özgü performansın sürekliliği bakımından sıçrama yeteneğinin gelişimi ve optimal düzeye getirilmesi, antrenörler ve atletik performans ekipleri tarafından primer hedefler arasında gösterilmektedir.⁷ Sporcularda kuvvet ve güç özelliklerinin değerlendirilmesi ise antrenman veya müsabaka performansının öngörülmesi açısından objektif veriler ortaya koymaktadır.⁸

Popüler bir takım sporu olan basketbolda anaerobik enerji sistemini aktif olarak kullanan ve patlayıcı formda gerçekleşen "sprint", yön değiştirme, çeviklik gibi özelliklerin yanında sıçrama ve sıçrama sonrası düşüş ön plana çıkmaktadır.^{9,10} Basketbolda hücumdaki etkinliğin bir yansıması olan şut ile ilişkili çoğu bileşenin sıçrama ile bağlantılı olduğu düşünüldüğünde, özellikle kısa sürede ve yoğun şiddette gerçekleşen hareketlerin sportif performanstaki etkisi göz önünde bulundurulmalıdır.¹¹ Belirli bir yükseklikten düşüşü takiben tekrar patlayıcı olarak gerçekleşen sıçrama hareketini ifade eden "drop" sıçrama (DS); blok, ribaunt ve tekrarlı sıçramalar gibi basketbola özgü birçok aksiyonla hareket mekaniği açısından ilişkilidir.¹² DS, izometrik ve konsantrik kas aksiyonunu takiben gerçekleşen ani eksantrik kas kasılmasının oluşturduğu kasılma-gerilme döngüsünün (KGD) tespiti için yaygın olarak kullanılmaktadır.⁵ Bu doğrultuda hızlı KGD (HKGD) performansı, özellikle basketbola özgü ani şekilde gerçekleşen hareket dinamiklerinde önemli bir kullanım alanı oluş-

turmaktadır.¹³ Tekrarlı olarak gerçekleşen HKGD tabanlı egzersizlerin ise sıçrama performansını düşürerek yorgunluğa neden olduğu belirtilmektedir.¹⁴

Mekanik bir hareket esnasında fonksiyonel devamlılıktaki düşüşü işaret eden yorgunluk, kas kontrolü ve kuvvet üretimini baskılayarak atletik ve motor performansı negatif yönde etkilemektedir.^{15,16} Nöromusküler yorgunluk (NY) ise egzersize bağlı kasların güç üretim kapasitesindeki geçici düşüş olarak tanımlanmaktadır.¹⁷ Anaerobik enerji sisteminin kısa süreli ve yoğun şiddetteki aksiyonlarda aktif olduğu düşünüldüğünde, tekrarlı olarak gerçekleştirilecek olan sıçrama hareketlerinin organizmada bir yorgunluk durumu oluşturması beklenen bir durumdur.¹⁸ Bu paralelde Esformes ve ark., tek seferde ve 70 sn boyunca gerçekleştirilen pliometrik sıçrama serisinin yüksek seviyede metabolik yorgunluk oluşumuna yol açtığını bildirmiştir.¹⁹ Gathercole ve ark. ise sıçrama performansının tespiti için yaygın olarak kullanılan "counter-movement" sıçrama (CMS) testinin sporcularda nöromusküler durumun belirlenmesi bakımından geçerli bir metot olduğunu vurgulamıştır.²⁰ Maksimal gücün 30 sn'ye kadar gerçekleşen bir aktivite esnasında üretilen en yüksek mekanik güç olduğu düşünüldüğünde, basketbol sporunun dinamiklerinde önemli bir yere sahip olan sıçrama hareketinin maksimal ve/veya maksimale yakın güç çıktıları ile oluştuğu bilinmektedir.²¹ Dolayısıyla 30 sn boyunca tekrarlı olarak (pliometrik) gerçekleştirilecek olan CMS hareketinin akut NY durumu yaratacağı söylenebilir.²²

Adölesan dönemde atletik performans düzeyindeki hızlı değişimleri göz önünde bulundurmakla birlikte, basketbolcularda akut oluşan yorgunluk durumunda patlayıcı olarak gerçekleşen DS performansının analizi dikkate değer görünmektedir. Sunulan çalışmanın amacı; adölesan basketbolcularda tekrarlı CMS modeli oluşturulan NY'nin DS performansına etkisinin incelenmesidir. Bu doğrultuda çalışma hipotezleri şu şekilde oluşturulmuştur: 1) Akut yorgunluk sonrası DS performansı, basketbolcu ve sedanter bireylerde farklıdır. 2) DS son-test değerleri basketbolcu ve sedanter bireylerde farklıdır. 3) Tekrarlı sıçrama performansı basketbolcu ve sedanter bireylerde farklıdır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu araştırmada, adölesan basketbolcularda CMS modeli oluşturulan NY'nin DS performansına etkisinin incelemek amacıyla kontrol gruplu ön-test-son-test deneysel araştırma modeli kullanılmıştır.

ARAŞTIRMA GRUBU

Çalışmaya en az 3 yıllık basketbol geçmişine sahip ve düzenli olarak takım antrenmanlarına katılan (3-4 gün/hafta) 18 basketbolcu (yaş ortalaması: 15,44±0,92) ve 18 sedanter (yaş ortalaması: 15,11±0,90) olmak üzere toplam 36 adölesan erkek gönüllü olarak katılmıştır. Denek sayısını belirlemek için yapılan power analizi sonucunda %95 güven sınırı ve en az %90 test gücü için her grupta en az 15 deneğin yeterli olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu (Girişimsel Olmayan) tarafından onaylanmış olup (tarih: 11 Ekim 2021, no: 07-2021/10), Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'ne uygun olarak yürütülmüştür. Çalışmada yer alan katılımcıların 18 yaş altı olması sebebiyle katılımcıların ailelerinden imzalı "Veli Onam Formu" alınarak çalışmaya gönüllü olarak katılım sağlanmıştır.

Katılımcılara ait tanımlayıcı veriler Tablo 1'de sunulmuştur.

VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Katılımcıların demografik özellikleri kişisel bilgi formu ile kayıt altına alınmıştır. Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümleri SECA marka (Mod.220, Seca GmbH & Co. KG., Hamburg, Almanya) laboratuvar tipi ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştiril-

miştir (Seca 767, ABD). DS ve 30 saniye tekrarlı CMS (TCMS-30) performanslarının ölçümü için kinetik tabanlı veriler elde edilebilen bir kuvvet platformu (Kistler, type 5691A, Winterthur, İsviçre; 40 cmx60 cm) kullanılmıştır.

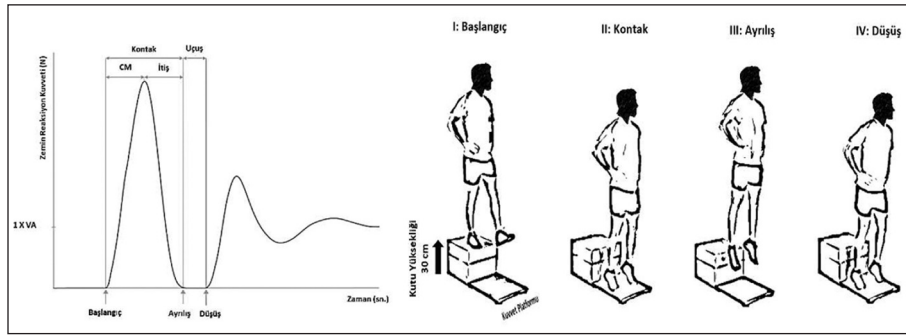
ÇALIŞMA TASARIMI

Çalışma ölçümleri, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Egzersiz Fizyolojisi laboratuvarında (~24-26 °C) gerçekleştirilmiştir. Öncelikle katılımcıların demografik ve antropometrik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra familiarizasyon (uyum) aşaması olarak her bir katılımcıya DS ve TCMS-30 teknikleri için uygun hareket mekanikleri gösterilmiştir. Testler tam olarak anlaşılana kadar gerekli düzeltme ve uygulamalara devam edilmiştir. DS testi (pre-test) öncesinde katılımcılara hafif koşu ve sıçramalar içeren bireysel ısınma protokolü için zaman tanınmıştır. Bu aşamadan sonra katılımcılara 5 dk'lık dinlenme aşaması uygulanarak test için hazır olmaları sağlanmıştır. Dinlenik durumda uygulanan DS testini takiben (yeterli dinlenme süresi verilerek) katılımcıların NY (akut) oluşumu için kullanılan TCMS-30 testi için hazır olmaları sağlanmıştır. Akut yorgunluğun oluşumu için anaerobik enerji sisteminin yoğun kullanımı söz konusu olduğundan 30 sn'lik tekrarlı maksimal dikey sıçrama performansı gerektiren TCMS-30 protokolü tercih edilmiştir. Yorgunluk protokolünden hemen sonra tekrar DS testi (post-test) uygulanarak çalışma ölçümleri tamamlanmıştır. Testler tüm katılımcılara familiarizasyon aşaması uygulandığından "bir nizami tekrar" olarak gerçekleştirilerek kaydedilmiştir.

TABLO 1: Katılımcılara ait tanımlayıcı veriler ve grup karşılaştırmaları.

Değişkenler	Grup	n	\bar{X}	SS	t değeri	p değeri	Etki büyüklüğü
Yaş (yıl)	Basketbol	18	15,44	0,92	1,098	0,280	0,36
	Sedanter	18	15,11	0,90			
Boy uzunluğu (m)	Basketbol	18	1,81	0,06	3,631	0,001**	1,07
	Sedanter	18	1,74	0,07			
Vücut ağırlığı (kg)	Basketbol	18	69,34	15,53	0,927	0,360	0,30
	Sedanter	18	65,39	9,28			
Beden kitle indeksi (%)	Basketbol	18	21,02	3,75	-1,103	0,278	0,36
	Sedanter	18	22,12	2,01			

**p<0,01; SS: Standart sapma.



ŞEKİL 1: Kuvvet platformu yazılımından (MARS) elde edilen "drop" sıçrama tekniğinin hareket mekaniği ve test aşamaları.²⁵

CM: Counter-movement; N: Newton; VA: Vücut ağırlığı.

PROSEDÜRLER

DS Testi: DS testi, "Başlangıç, Kontakt, Ayrılık ve Düşüş" aşamalarından oluşmaktadır (Şekil 1). Test, ayaklar omuz genişliğinde olmak üzere 30 cm yüksekliğinde bir kutu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kutunun ön kısmında (boy uzunluğunun yarısına eşit mesafede) sıçrama için bir nokta belirlenerek kuvvet platformu bu bölgeye konumlandırılmıştır (Şekil 1). Katılımcılardan çift ayakla kuvvet platformunun ortasına düşmeleri ve düşüş sonrası tekrar çift ayakla maksimal dikey sıçrama (kol hareketleri için bir kısıtlama olmadan) gerçekleştirmeleri istenmiştir.^{23,24} DS testi, akut yorgunluk öncesi (pre-test) ve hemen sonrası (post-test) olmak üzere 2 kez uygulanmıştır. Test sonucunda, cihaz yazılımından (Kistler Measurement, Analysis and Reporting Software: MARS, S2P Ltd., Ljubljana, Slovenia) elde edilen sıçrama yüksekliği (SY), sıçrama süresi, ivmelenme (itiş), dikey sıçrama hızı, rölatif maksimum güç, ortalama güç, ortalama kuvvet, ortalama hız, kontak zamanı (KZ) ve SY/KZ oranı gibi yükseklik, zaman, hız ve kuvvet kavramları ile ilişkili parametreler çalışma analizleri için kullanılmıştır.

NY Protokolü-TCMS-30 Testi: Akut yorgunluk oluşumu için kullanılan TCMS-30 testi, dinlenik durumda gerçekleştirilen DS testinden (pre-test) sonra kuvvet platformu üzerinde gerçekleştirilmiştir. NY oluşumu için katılımcılar 30 sn boyunca standart CMS protokolüne bağlı kalarak (eller kalça hizasında ve dizler 60° bükülü) maksimal performansla tekrarlı sıçrama gerçekleştirmiştir.¹⁹ Test esnasında performans devamlılığının sağlanması açısından sözlü motivasyon uygulanmıştır. TCMS-

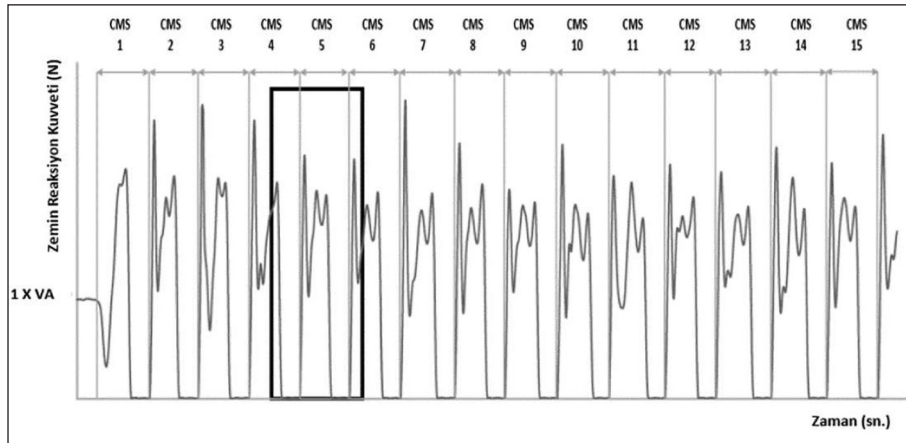
30 testi tamamlandıktan hemen sonra 2. DS testi (post-test) uygulanmıştır. Test sonucunda; cihaz yazılımından (MARS) elde edilen SY, sıçrama süresi, SY-Yorgunluk İndeksi, rölatif maksimum güç, ivmelenme (itiş), dikey sıçrama hızı, ortalama güç, ortalama kuvvet ve ortalama hız parametreleri değerlendirilmiştir. TCMS testi için cihaz yazılımından elde edilen grafik Şekil 2'de belirtilmiştir.

VERİLERİN ANALİZİ

Verilerin analizinde, SPSS for Windows 21.0 (SPSS Inc, Chicago, ABD) paket programı kullanılmıştır. Katılımcılara ait fiziksel değişkenler (yaş, vücut ağırlığı, boy ve beden kitle indeksi) ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir. Kolmogorov-Smirnov ve basıklık/çarpıklık analizleri sonucunda verilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Normal dağılım gösteren çalışma verileri için TCMS-30 performansına ait grup farklılıklarında (basketbol-sedanter) bağımsız örneklem için t-testi kullanılmıştır. TCMS-30 öncesi ve sonrası DS performansındaki değişimin belirlenmesinde (grup içi ve gruplar arası) ise karışık ölçümlerde ANOVA analizi tercih edilmiştir.²⁷ Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir. Etki büyüklüğü (Cohen's d) için $< 0,2$ değeri önemsiz, $0,2-0,5$ düşük, $0,5-0,8$ orta ve $> 0,8$ değeri geniş etki düzeyi olarak kabul edilmiştir.²⁸

BULGULAR

Çalışma sonuçlarına göre katılımcılara uygulanan TCMS-30 modellenmiş NY protokolünün basketbolcu ve sedanter grupta farklı sonuçlar ortaya koyduğu belir-



ŞEKİL 2: Kuvvet platformu yazılımından (MARS) elde edilen tekrarlı CMS grafiği.²⁶

CMS: Counter-movement sıçrama; N: Newton; VA: Vücut ağırlığı.

lenmiştir. Grup içi DS ön ve son-test değerlerinde özellikle sedanter gruba ait parametrelerde istatistiki değişim (negatif yönde) olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Gruplar arası DS son-test karşılaştırmasında basketbolcu grup lehine eğilim olduğu gözlenmiş olup sıçrama süresi, dikey sıçrama hızı ve SY/KZ oranı parametrelerinde istatistiki farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). NY için uygulanan TCMS-30 performansında ise gruplar arası istatistiki farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$).

Çalışma hipotezlerine göre gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen sonuçlar tablolar hâlinde sunulmuştur.

Tablo 2 incelendiğinde, basketbolcu grupta sıçrama süresi, ivmelenme ve SY/KZ oranı parametrelerinde ön ve son-test DS değerleri arasında istatistiki farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Etki büyüklüğü (Cohen's d) sınıflandırmasına göre sıçrama süresindeki farklılık orta etki; ivmelenme ve SY/KZ oranındaki farklılıklar ise geniş etki olarak tespit edilmiştir. Diğer parametrelere ait ön ve son-test DS değerlerinde istatistiki farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$). Sedanter grupta tüm DS parametrelerinde ön ve son-test değerleri arasında istatistiki farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Etki büyüklüğü sınıflandırmasına göre dikey sıçrama hızı, ortalama hız ve KZ'deki farklılıklar düşük etki; SY, sıçrama süresi, ortalama güç ve SY/KZ oranındaki farklılıklar orta etki; ivmelenme, rölatif maksimum güç ve ortalama kuvvetteki farklılıklar ise geniş etki olarak tespit edilmiştir. Bas-

ketbol ve sedanter gruba ait ortalama DS ön ve son-test değerlerini gösteren diyagramlar Şekil 3'te belirtilmiştir.

Şekil 3'te basketbol ve sedanter gruba ait DS ön ve son-test ortalama değerlerini ifade eden diyagramda gruplar arasındaki farklılık ortaya koyulmuştur. Basketbolcu ve kontrol gruba ait TCMS-30 (yorgunluk protokolü) parametrelerinin karşılaştırılması Tablo 3'te belirtilmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde, akut yorgunluk için kullanılan TCMS-30 performansına ait parametrelerde basketbolcu grup lehine eğilim olmasına rağmen istatistiki farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$). Yorgunluk protokolü sonrası (post-test) gruplar arası DS performansındaki değişim Tablo 4'te belirtilmiştir.

Tablo 4'te gruplar arası gerçekleştirilen DS son-test karşılaştırmasında, sıçrama süresi, dikey sıçrama hızı ve SY/KZ oranı parametrelerinde basketbolcu grup lehine istatistiki farklılık olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Etki büyüklüğü sınıflandırmasına göre bu farklılıklar orta etki olarak tespit edilmiştir. Diğer parametrelerde ise basketbolcu grup lehine eğilim olmasına rağmen istatistiki bir farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$).

TARTIŞMA

HKGD ile ilişkili olan DS, basketbola özgü birçok aksiyonda yoğun olarak kullanılmaktadır.¹³ Yüksek şiddette ve kısa sürede gerçekleşen patlayıcı aktive-

TABLO 2: Yorgunluk protokolü öncesi (pre-test) ve sonrası (post-test) "drop" sıçrama performansındaki değişim (grup içi).

Parametreler	Birim		Basketbol (n=18)				Sedanter (n=18)			
			\bar{X}	SS	p değeri	Etki büyüklüğü	\bar{X}	SS	p değeri	Etki büyüklüğü
SY	m	Ön-test	0,25	0,04	0,309	0,32	0,23	0,06	0,002**	0,50
		Son-test	0,23	0,08			0,20	0,06		
Sıçrama süresi	sn	Ön-test	0,53	0,12	0,040*	0,76	0,45	0,06	0,001**	0,67
		Son-test	0,46	0,05			0,42	0,07		
İvmelenme (İtiş)	m/sn ²	Ön-test	8,32	1,81	0,000***	0,96	7,84	2,37	0,000***	0,87
		Son-test	6,74	1,47			5,96	1,95		
Dikey sıçrama hızı	m/sn	Ön-test	2,39	0,26	0,061	0,83	2,19	0,31	0,001**	0,48
		Son-test	2,23	0,08			2,03	0,35		
Rölatif maksimum güç	W/kg	Ön-test	41,71	7,02	0,068	0,47	41,56	8,47	0,000***	0,82
		Son-test	37,85	9,23			34,92	7,69		
Ortalama güç	W	Ön-test	1555,78	367,58	0,176	0,48	1515,91	308,31	0,001**	0,67
		Son-test	1374,19	407,81			1319,46	274,91		
Ortalama kuvvet	N	Ön-test	1268,80	248,83	0,075	0,64	1258,33	141,76	0,000***	0,88
		Son-test	1129,58	176,19			1128,69	151,62		
Ortalama hız	m/sn	Ön-test	1,34	0,18	0,414	0,22	1,31	0,25	0,041*	0,39
		Son-test	1,29	0,27			1,21	0,26		
KZ	sn	Ön-test	0,60	0,10	0,348	0,33	0,64	0,14	0,013*	0,41
		Son-test	0,63	0,08			0,70	0,15		
SY/KZ oranı	m/sn	Ön-test	0,55	0,20	0,007**	0,80	0,42	0,15	0,000***	0,62
		Son-test	0,42	0,11			0,33	0,14		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001; SS: Standart sapma; SY: Sıçrama yüksekliği; KZ: Kontak zamanı.

TABLO 3: Gruplar arası 30 saniye tekrarlı "counter movement" sıçrama (yorgunluk protokolü) parametrelerinin karşılaştırılması.

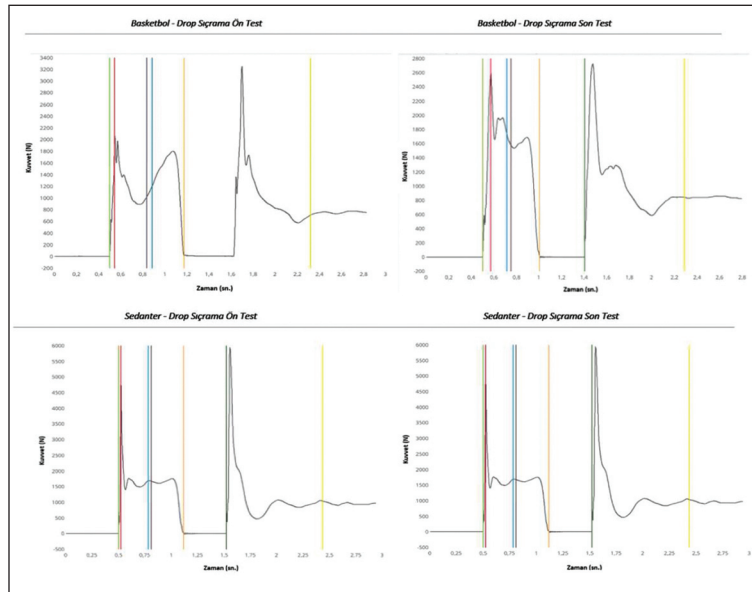
Parametreler	Birim	Grup	n	\bar{X}	SS	t değeri	p değeri	Etki büyüklüğü
SY	m	Basketbol	18	0,25	0,05	2,011	0,052	0,72
		Sedanter	18	0,21	0,06			
Sıçrama süresi	sn	Basketbol	18	0,38	0,09	-0,182	0,857	0,13
		Sedanter	18	0,37	0,06			
SY-Yorgunluk İndeksi	(%)	Basketbol	18	71,28	23,69	0,161	0,873	0,53
		Sedanter	18	69,94	26,00			
Rölatif maksimum güç	(W/kg)	Basketbol	18	37,07	11,52	0,078	0,938	0,26
		Sedanter	18	36,81	7,39			
İvmelenme (İtiş)	m/sn ²	Basketbol	18	5,88	2,04	0,621	0,539	0,20
		Sedanter	18	5,48	1,87			
Dikey sıçrama hızı	(m/s)	Basketbol	18	1,88	0,36	0,587	0,561	0,19
		Sedanter	18	1,82	0,28			
Ortalama güç	W	Basketbol	18	1236,02	256,04	0,615	0,543	0,20
		Sedanter	18	1182,52	265,78			
Ortalama kuvvet	N	Basketbol	18	1087,05	74,59	-0,398	0,693	0,36
		Sedanter	18	1067,84	190,89			
Ortalama hız	m/sn	Basketbol	18	1,11	0,23	0,338	0,737	0,13
		Sedanter	18	1,08	0,22			

SS: Standart sapma; SY: Sıçrama yüksekliği.

TABLO 4: Yorgunluk protokolü sonrası (post-test) gruplar arası "drop" sıçrama performansındaki değişim.

Parametreler	Birim	Basketbol (n=18)		Sedanter (n=18)		t değeri	p değeri	Etki büyüklüğü
		\bar{X}	SS	\bar{X}	SS			
SY	m	0,23	0,08	0,20	0,06	2,60	0,116	0,42
Sıçrama süresi	sn	0,46	0,05	0,42	0,07	6,87	0,013*	0,66
İvmelenme (İtiş)	m/sn ²	6,74	1,47	5,96	1,95	1,09	0,304	0,45
Dikey sıçrama hızı	m/sn	2,23	0,08	2,03	0,35	4,75	0,036*	0,79
Rölatif maksimum güç	W/kg	37,85	9,23	34,92	7,69	0,385	0,539	0,34
Ortalama güç	W	1374,19	407,81	1319,46	274,91	0,267	0,609	0,16
Ortalama kuvvet	N	1129,58	176,19	1128,69	151,62	0,014	0,907	0,05
Ortalama hız	m/sn	1,29	0,27	1,28	0,23	0,120	0,731	0,04
KZ	sn	0,63	0,08	0,70	0,15	2,04	0,162	0,58
SY/KZ oranı	m/sn	0,42	0,11	0,33	0,14	5,92	0,020*	0,71

*p<0,05; SS: Standart sapma; SY: Sıçrama yüksekliği; KZ: Kontak zamanı.



ŞEKİL 3: Basketbol ve sedanter gruba ait "drop" sıçrama ön ve son-test diyagramları (ortalama değerler). N: Newton.

ler anaerobik enerji sisteminin kullanımı kapasitesine göre değişim göstermektedir. Dolayısıyla yoğun ve kısa sürede gerçekleşen bir aksiyon sonucu sporcuda oluşabilecek akut yorgunluğun basketbolda sıklıkla kullanılan DS performansını etkileyebileceği düşünülmektedir.¹² Bu etkinin cinsiyet, yarışma seviyesi, fiziksel kapasite ve yorgunluk gibi değişkenlere göre farklı seviyelerde olması muhtemeldir. Sunulan çalışmanın amacı; adolesan basketbolcularda tekrarlı CMS modellenmiş oluşturulan NY'nin DS performansına etkisinin incelenmesidir.

Sportif bir egzersiz esnasında akut modelde nöromusküler ve/veya ekstremitelere özgü yorgunluk

oluşturmak için farklı yöntemler kullanıldığı bilinmektedir. Gathercole ve ark. farklı türdeki sıçrama teknikleri ve "sprint" in NY oluşturmadaki etkisini incelediği çalışmada, CMS'nin en uygun yöntem olduğunu ifade etmiştir.²⁰ Tillin ve Bishop, pliometrik uyaran içeren aksiyonların ağır direnç egzersizi ile benzer mekanizmaya sahip olduğunu belirtmiştir.²⁹ Çalışmamızda, DS performansının yorgunluk sonrası ne oranda değişim gösterdiğini tespit etmek amacıyla 30 sn boyunca (maksimal) tekrarlı olarak gerçekleştirilen CMS metodu tercih edilmiştir. Dolayısıyla hem CMS tekniğinin alt ekstremite özelinde oluşturduğu akut yorgunluk, hem de 30 sn süresince maksimi-

mal eforla gerçekleştiren sıçrama hareketinin anaerobik mekanizmayı yoğun olarak kullanması, organizmanın zorlayıcı bir durum ile karşılaştığını göstermektedir. Ayrıca sunulan çalışma özelinde gruplar arası gerçekleştirilen TCMS-30 performansına ait bulgularda istatistiki farklılık olmaması kullanılan yorgunluk protokolünün iki grup için de uygun olduğunu göstermektedir (Tablo 3).

Çalışmamızda, yorgunluk öncesi ve sonrası DS ölçümlerinde sporcu gruptan elde edilen sonuçlar, sıçrama süresi, ivmelenme ve SY/KZ oranı hariç ön ve son-test değerler arasında istatistiki farklılık olmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Bu bulgu, sporcuların akut yorgunluk sonrası DS performanslarına negatif yönde bir eğilim olsa da bu etkinin istatistiki olarak önemsiz olduğunu işaret etmektedir. Sedanter grupta ise DS'ye ait tüm parametrelerde ön ve son-test sonuçları arasında istatistiki farklılık (negatif yönde) olduğu görülmektedir ($p<0,05$) (Tablo 2, Şekil 3). Dolayısıyla düzenli olarak takım ve fiziksel antrenmanlara katılım gösteren sporcuların zorlayıcı bir egzersiz sonrası gerçekleştirilen ölçümlerden belirgin olarak etkilenmemesi dikkate değerdir. Aynı zamanda gelişim çağındaki bireylerin antrenman uyarılarına karşı verdiği tepki ve gelişimin hızlı olması da bu bulguyu destekler niteliktedir. Literatürde akut yorgunluk sonrası basketbolcularda DS performansındaki değişimi inceleyen çalışmaya rastlanmamış olsa da farklı türde sıçramalarda gerçekleşen değişime odaklanan çalışmalar mevcuttur. Oliver ve ark., futbola özgü egzersiz sonrası gerçekleştirdiği skuat sıçrama, CMS ve DS ölçümlerinde sadece DS'de dinlenik duruma göre düşüş olduğunu ortaya koymuştur.³⁰ Howard ve ark. "Biering-Sørensen test" modeli oluşturulan yorgunluğun, CMS performansını negatif etkilediğini ifade etmiştir.³¹ Konu ile ilgili diğer çalışma sonuçlarında, oluşturulan yorgunluk sonrası CMS performansında negatif yönde değişim olduğu görülmektedir.^{6,32,33} Farklı bir çalışma tasarımında Häkkinen, skuat egzersizi (1 tekrar maksimum, 20 set) ile oluşturulan NY'nin bacak ekstansör kaslarında kuvvete bağlı değerlerde düşüşe neden olduğunu belirtmiştir.³⁴ Ardışık kasılmalar sonucu elde edilen postaktivasyon potansiyeli (PAP) temelli bir çalışmada ise Tobin ve Delahunt, ragbi sporcularında farklı türde sıçramalardan oluşan ve

toplamda 40 sıçrama içeren pliometrik uyaran sonucunda 1, 3 ve 5. dk'lardaki değerlendirilen CMS performansın dinlenik duruma göre artış gösterdiğini bildirmiştir.³⁵ Sunulan çalışma bulguları ile zıtlık gösteren bu sonucun toparlanma süresi ve PAP kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla çalışma tasarımında tercih edilen yorgunluk modeli, katılımcı grubu ve kullanılan test protokolü gibi etmenlerin sonuçlarda oluşturacağı etkinin de farklı olması muhtemeldir. Çalışmalardan elde edilen bulguların bu çerçevede yorumlanmasın daha uygun olacağı düşünülmektedir. Gruplar arası son-test DS sonuçlarında basketbolcuların tüm parametrelerde sedanter gruba gibi daha iyi değerlere sahip olduğu görülmüştür (Tablo 4). Sıçrama süresi, dikey sıçrama hızı ve SY/KZ oranı ise istatistiki öneme sahip olan parametrelerdir ($p<0,05$). Bu parametrelerdeki farklılıkların sporcu grup lehine olması beklenen bir sonuçtur. Özellikle gelişim çağındaki bireylerde fiziksel kapasitedeki gelişimin ileriki yıllarda yaşanacak değişimlere göre daha hızlı şekilde gerçekleşmesi, farklılığın temel nedeni olarak düşünülmektedir.

SONUÇ

Çalışmamızda, ölçüm aracı olarak kullanılan kuvvet platformundan elde edilen kuvvet, güç ve zamanla ilişkili parametreler sayesinde DS mekaniğinin farklı perspektiflerden incelenmesi sağlanmıştır. Bu çerçevede oluşan çalışma bulgularına göre adölesan basketbolculara uygulanan yorgunluk protokolü sonrası DS performansında negatif yönde bir eğilim olsa da bu eğilimin istatistiki olarak önemsiz olduğu ortaya koyulmuştur. Sedanter grupta ise tüm DS parametrelerinde negatif yönde istatistiki değişim olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar gelişim çağında ve düzenli egzersiz yapan bireylerde organizmanın zorlayıcı bir duruma karşı daha hazır olduğunu işaret etmektedir. NY protokolü için kullanılan TCMS-30 modeline ait performans çıktılarında sporcu ve sedanter bireylerin benzer sonuçlara sahip olduğu belirlenmiştir.

Müsabaka içerisinde kısa süreli ve yoğun şiddetli aktivitelerin sıklıkla gerçekleştiği basketbolda, ribaunt, tekrarlı sıçrama ve blok gibi aksiyonlarla karakterize DS performansının monitörizasyonu, özellikle

gelişim çağında yaşanabilecek hızlı performans değişimlerinin takibi bakımından antrenörler ve atletik performans ekipleri için önemli bir konu olarak değerlendirilmelidir.

Çalışmadaki bulgular, kullanılan yorgunluk protokolünün sporcu ve sedanter bireyler için uygun olabileceğini ortaya koysa da bu durumun farklı fizyolojik değişkenler (kalp atımı, kan laktat düzeyi vb.) tarafından kontrol edilememesi sunulan çalışmanın sınırlılıkları arasında gösterilebilir. Ancak gruplar arası TCMS-30 performansında farklılık olmamasından dolayı, mevcut protokolün geçerlik ve güvenilirliği yapıldığı takdirde sporcu ve sedanter bireyler için geçerli ve kolay uygulanabilir bir metot olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca farklı yaş ve müsabaka seviyesindeki sporcularda mevcut uygulamanın yansımaların nasıl olabileceğinin de net olmaması sonuçların genelleştirilmesini zorlaştırmaktadır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Yücel Makaracı; **Tasarım:** Yücel Makaracı, Ömer Pamuk; **Denetleme/Danışmanlık:** Yücel Makaracı, Ömer Pamuk; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Ömer Pamuk, Recep Soslu; **Analiz ve/veya Yorum:** Yücel Makaracı, Recep Soslu; **Kaynak Taraması:** Yücel Makaracı, Ömer Pamuk; **Makalenin Yazımı:** Yücel Makaracı, Recep Soslu; **Eleştirel İnceleme:** Recep Soslu.

KAYNAKLAR

- Voelker DK, Reel JJ, Greenleaf C. Weight status and body image perceptions in adolescents: current perspectives. *Adolesc Health Med Ther.* 2015;6:149-58. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Pichardo AW, Oliver JL, Harrison CB, Maulder PS, Lloyd RS, Kandoi R. The influence of maturity offset, strength, and movement competency on motor skill performance in adolescent males. *Sports (Basel).* 2019;7(7):168. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Cairney J, Veldhuizen S, Kwan M, Hay J, Faught BE. Biological age and sex-related declines in physical activity during adolescence. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(4):730-5. [Crossref] [PubMed]
- Bencke J, Damsgaard R, Saekmose A, Jørgensen P, Jørgensen K, Klausen K. Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scand J Med Sci Sports.* 2002;12(3):171-8. [Crossref] [PubMed]
- Pedley JS, Lloyd RS, Read P, Moore IS, Oliver JL. Drop jump: a technical model for scientific application. *Strength Cond J.* 2017;39(5):36-44. [Crossref]
- Yu P, Gong Z, Meng Y, Baker JS, István B, Gu Y. The acute influence of running-induced fatigue on the performance and biomechanics of a countermovement jump. *Appl Sci.* 2020;10(12):4319. [Crossref]
- Markovic G, Jukic I, Milanovic D, Metikos D. Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21(2):543-9. [Crossref] [PubMed]
- Bangsbo J, Mohr M, Poulsen A, Perez-Gomez J, Krstrup P. Training and testing the elite athlete. *J Exerc Sci Fit.* 2006;4(1):1-14. [Link]
- Alemdaroğlu U. The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. *J Hum Kinet.* 2012;31:149-58. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Paz GA, Maia Mde F, Farias D, Santana H, Miranda H, Lima V, et al. Kinematic analysis of knee valgus during drop vertical jump and forward step-up in young basketball players. *Int J Sports Phys Ther.* 2016;11(2):212-9. [PubMed] [PMC]
- Padulo J, Nikolaidis PT, Cular D, Dello Iacono A, Vando S, Galasso M, et al. The effect of heart rate on jump-shot accuracy of adolescent basketball players. *Front Physiol.* 2018;9:1065. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Tsai WC, Chen ZR. The acute effect of foam rolling and vibration foam rolling on drop jump performance. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(7):3489. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Byrne PJ, Kenny J, O'Rourke B. Acute potentiating effect of depth jumps on sprint performance. *J Strength Cond Res.* 2014;28(3):610-5. [Crossref] [PubMed]
- Kositsky A, Avela J. The effects of cold water immersion on the recovery of drop jump performance and mechanics: a pilot study in under-20 soccer players. *Front Sports Act Living.* 2020;2:17. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Vomacka MM, Bascelli N, Lininger M. Effects of anaerobic fatigue on the tuck jump assessment performance in female collegiate club athletes. *J Sports Med All Health Sci.* 2019;5(2):8. [Crossref]
- Cooper CN, Dabbs NC, Davis J, Sauls NM. Effects of lower-body muscular fatigue on vertical jump and balance performance. *J Strength Cond Res.* 2020;34(10):2903-10. [Crossref] [PubMed]
- Ansdell P, Dekkerle J. Sodium bicarbonate supplementation delays neuromuscular fatigue without changes in performance outcomes during a basketball match simulation protocol. *J Strength Cond Res.* 2020;34(5):1369-75. [Crossref] [PubMed]

18. Park SB, Park DS, Kim M, Lee E, Lee D, Jung J, et al. High-intensity warm-up increases anaerobic energy contribution during 100-m sprint. *Biology (Basel)*. 2021;10(3):198. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
19. Esformes JI, Cameron N, Bampouras TM. Postactivation potentiation following different modes of exercise. *J Strength Cond Res*. 2010;24(7):1911-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
20. Gathercole R, Sporer B, Stellingwerff T, Sleivert G. Alternative counter-movement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015;10(1):84-92. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Van Praagh E, Doré E. Short-term muscle power during growth and maturation. *Sports Med*. 2002;32(11):701-28. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
22. Hoffman JR, Kang J. Evaluation of a new anaerobic power testing system. *J Strength Cond Res*. 2002;16(1):142-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
23. Beardt BS, McCollum MR, Hinshaw TJ, Layer JS, Wilson MA, Zhu Q, et al. Lower-extremity kinematics differed between a controlled drop-jump and volleyball-takeoffs. *J Appl Biomech*. 2018;34(4):327-35. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
24. Makaracı Y, Özer Ö, Soslu R, Uysal A. Bilateral counter movement jump, squat, and drop jump performances in deaf and normal-hearing volleyball players: a comparative study. *J Exerc Rehabil*. 2021;17(5):339-47. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
25. Measurement, Analysis and Reporting Software. Module: Drop Jump. Cited: March 31, 2022. Available from: [[Link](#)]
26. Measurement, Analysis and Reporting Software. Module: Repetitive Counter Movement Jumps. Cited: March 31, 2022. Available from: [[Link](#)]
27. Tabachnick BG, Fidell LS. *Using Multivariate Statistics*. 6th ed. Boston: Pearson; 2013.
28. Cohen J. A power primer. *Psychol Bull*. 1992;112(1):155-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Tillin NA, Bishop D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Med*. 2009;39(2):147-66. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. Oliver J, Armstrong N, Williams C. Changes in jump performance and muscle activity following soccer-specific exercise. *J Sports Sci*. 2008;26(2):141-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
31. Howard J, Granacher U, Behm DG. Trunk extensor fatigue decreases jump height similarly under stable and unstable conditions with experienced jumpers. *Eur J Appl Physiol*. 2015;115(2):285-94. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Gathercole RJ, Sporer BC, Stellingwerff T, Sleivert GG. Comparison of the Capacity of Different Jump and Sprint Field Tests to Detect Neuromuscular Fatigue. *J Strength Cond Res*. 2015;29(9):2522-31. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
33. Kennedy RA, Drake D. The effect of acute fatigue on countermovement jump performance in rugby union players during preseason. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;57(10):1261-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
34. Häkkinen K. Neuromuscular fatigue and recovery in male and female athletes during heavy resistance exercise. *Int J Sports Med*. 1993; 14(2):53-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
35. Tobin DP, Delahunt E. The acute effect of a plyometric stimulus on jump performance in professional rugby players. *J Strength Cond Res*. 2014;28(2):367-72. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]