



Farklı Yüklerde Uygulanan Aktivasyon Sonrası Güçlendirme Uygulamalarının Fırlatma Performansına Etkisi*

Sena Hilal ALEV¹, Gülbin RUDARLI²

Özet

Amaç: Post-aktivasyon potansiyeli (PAP) uygulamasının güç performansını iyileştirdiği ve genelde 1 tekrarlı maksimum (1TM) yükün %80'i ile uygulandığı gösterilmiştir. Buna karşılık farklı yüklerdeki PAP uygulamalarının performansa etkisi net değildir. Bu nedenle, bu çalışmada farklı yüklerde uygulanan (yüksüz, %80-90-100 1TM) silkmeye koparma egzersizi ile gerçekleştirilen PAP uygulamasının sporcuların çekiç atma performansına etkisinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod: Çalışmaya 17-30 yaş aralığındaki 8 antrenmanlı erkek sporcu gönüllü olarak katılmıştır. İlk test oturumunda boy, kütle, vücut yağ oranıyla beraber silkmeye ve koparma hareketi için sporcunun 1TM testi olimpik halter ve ağırlıklı plakalar yardımı ile belirlenmiştir. İkinci test oturumunda, dinamik ısınma ve sonrasında sırasıyla yüksüz 3 atış, %80 1TM PAP sonrası 3 atış, %90 1TM PAP sonrası 2 atış ve %100 PAP sonrası 1 atış yapılmıştır. Atışlar arasında 3 dk, uygulamalar arasında 8 dk dinlenme verilmiştir. Tüm atış mesafeleri metrik ölçüm bandı kullanılarak kaydedilmiştir. Atışlar arasındaki farklar Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi ile, bağımlı değişkenler arasındaki ilişki düzeyi Pearson Korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir.

Bulgular: Arzışık, progresif olarak gerçekleştirilen testlemeyle %100 1TM PAP ile karşılaştırıldığında %90 1TM PAP ile atış mesafesi ortalamalarında anlamlı iyileşme vardır ($p<0,05$), 8 katılımcıdan 7'inin atış mesafelerinde artış görülmüştür. PAP uygulamaları sonrası gerçekleştirilen 1. atışların mesafeleri arasında anlamlı fark yoktur, fakat %90 1TM PAP sonrası 1. atışlarda katılımcıların tamamının atış mesafelerinde artış görülmüştür. En kötü atış performansı yüksüz atışlar ile %100 1TM PAP sonrası gerçekleştirilmiştir.

Sonuç: Araştırma sonuçlarına göre, çekiç atma performansına olumlu etki yarattığı görülen %90 1TM silkmeye ve koparma ile gerçekleştirilen PAP protokolünün, sporcuların ısınma programına dahil edilmesi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler

Akut etki,
Atış mesafesi,
Çekiç atma,
PAP,
Silkmeye ve koparma.

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 05.06.2023

Kabul Tarihi: 23.08.2023

Online Yayın Tarihi: 15.09.2023

DOI: 10.18826/useeabd.1309383

Effect of Post-activation Potentiation Practices with Different Loads on Throwing Performance

Abstract

Aim: Post-activation potential (PAP) has been shown to improve power and is generally applied with 80% of the 1-rep maximum (1RM) load. However, the effect of PAP at different loads on performance is not clear. This study aimed to compare the effect of PAP with jerk and snatch exercise with different loads on the hammer throwing performance of the athletes.

Methods: In the first day, the Eight trained male athlete's height, mass, body fat ratio, and 1RM test were determined for clean-and-jerk exercise. In the second day, dynamic warm-up followed by 3 unloaded throws, 3 throws after 80% 1RM PAP, 2 throws after 90% 1RMPAP and 1 throw after 100% 1RMPAP. There was a rest of 3 minutes between throws and 8 minutes of rest between applications. The differences between the throws and the level of relationship between the dependent variables were evaluated.

Results: With consecutive, progressive testing, compared to 100% 1RM, there was a significant improvement in the average throwing distance with 90% 1RM PAP ($p<0.05$), an increase in throwing distances was observed in 7 out of 8 participants. There is no difference between the 1st throws after PAPs, but an increase was observed in distances of all participants in the 1st shots after 90% 1RMPAP. The worst throwing performances were seen after 100% 1RMPAP and with unloaded throws.

Conclusion: It can be suggested that the PAP protocol, which is performed with 90% 1RM jerk and snatch, which has a positive effect on hammer throwing performance, should be included in the warm-up program of the athletes.

Keywords

Acute effect,
Hammer throw,
Jerk and snatch,
throw distance,
PAP.

Article Info

Received: 05.06.2023

Accepted: 23.08.2023

Online Published: 15.09.2023

DOI: 10.18826/useeabd.1309383

¹ Gençlik ve Spor Bakanlığı, senahilalyilmaz@gmail.com

² Sorumlu Yazar: Ege Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, gulbinrn@gmail.com

*Bu makale, birinci yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Maksimum performansa ulaşmak, müsabakalara katılan sporcuların ana hedefidir. Fiziksel aktivite öncesinde yaralanmayı önlemek ve performansı arttırmak için ısınma protokolü uygulanması gerektiği bilinmektedir. Atletik performansı en üst seviyeye çıkarmak için en etkili ısınma protokolünün dinamik germe ve branşa yönelik hareketlerin tekrarını içermesi gerektiği savunulur. Dinamik germe kasların oksijen kullanımını, kan pH seviyesini ve eklem hareket açıklığını artırır. Branşa yönelik hareketlerin tekrarı ise sporcuların nöromüsküler sisteminin hazır hale gelmesini sağlar (Brandenburg, 2005).

Post-aktivasyon potansiyeli (PAP), ön yüklenmeli bir egzersize cevap olarak kas gücü üretiminde ve sportif performansta akut bir artışı nitelendiren fizyolojik bir olgudur (Tillin ve Bishop, 2009). Çalışmalarda post-aktivasyon, egzersiz öncesinde yapılan maksimal ve maksimale yakın kasılmalar sonucu artmış nöral aktivite düzeyi ile devreye giren motor ünite sayısının artması ve senkronize edilmesi yoluyla performans artışı sağlayan, “ön- kondisyonlanma” şeklinde tanımlanmaktadır (Baker, 2003). Potansiyalizasyon durumu, yorgunluk normal seviyeye geldikten sonra bir süre daha devam eder. Bu durum sporcu için “fırsat penceresi” denilen ve ergojenik avantaj sağlayan bir süreci ortaya çıkarmaktadır (Hodgson ve ark., 2005). Sportif başarı açısından, en yüksek performansa ulaşırabilecek PAP protokollerini belirlemek çok önemlidir.

PAP etkisi sıçrama, fırlatma gibi kısa süreli ve patlayıcı tipteki, genel olarak güç gerektiren anaerobik aktiviteler gerçekleştiren sporcular için önem arz etmektedir. PAP sonucu sportif performanstaki artışı fizyolojik olarak açıklayan birinci teori, önceki uyarımın miyozinin düzenleyici hafif zincirini fosforile edeceği, onları miyozinin kalın gövdesinden hareket ettirerek aktinin ince filamenlerine yaklaştıracığı ve aynı zamanda sarkomer içindeki etkileşimleri kolaylaştıran Ca²⁺ iyonuna olan duyarlılığı arttıracığıdır (Lima ve ark., 2014). Nörotransmitter olarak salgılanan asetilkolinler sarkolemma üzerindeki reseptörlere tutunur. Bu tutunma yeterli miktarda gerçekleşirse hücre zarındaki iyon kapıları aktive olur ve açılır. Na iyonlarının hücre içine girmesiyle depolarizasyon denilen elektriksel ileti süreci başlar ve bu süreç aksiyon potansiyeli başlayana kadar devam eder. Depolarizasyon boyunca salgılanan Ca²⁺, miyofilamentlere doğru ilerleyerek kas kasılmasını aktive eder (Wilmore ve ark., 2004). Asetilkolin, kaslarda akut enerji fazlalığı oluşturur ve patlayıcı aktivite içeren sportif performansta artış görülür. İkinci teori, PAP aktivitelerinin sinapslarda ve omurilik seviyesinde inervasyon geçirgenliğinin artışında görevli olmasıdır (Lima ve ark., 2014). Üçüncü teori ise güçlü bir uyarımın, kasın penetrasyon açısını azaltacağı ve bunun sonucunda gücün kas fibrilinden tendona doğrudan aktarılmasına izin vererek güç ve kuvvette artışa neden olabileceği şeklinde ifade edilmiştir (Tillin ve Bishop, 2009).

Mevcut çalışmalarda sporcularda cinsiyet, antrenman düzeyi ve yoğunluğu, egzersiz türü ve içeriği, dinlenme düzeyi ve sporcunun baskın kas lif tipi gibi farklı değişkenlerin PAP’a etkisi üzerinde durulmuştur. Örneğin, kuvvet antrenmanı öyküsü bulunan sporcularda PAP etkisi daha kolay ve hızlı bir şekilde meydana gelir ve bu sporcuların, PAP etkisi elde etmek için uygulanan yüksek şiddetli egzersiz protokolü sonrasında daha hızlı toparlandığı bilinmektedir (Wilson ve ark., 2013).

Atletizm atma branşı kendi içinde cirit, gülle, çekiç ve disk atma olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır (İşler, 1997). Kullanılan aletlerin ağırlıkları, atış alanı ve teknikleri atma branşını kendi içinde birbirinden ayırır. Antropometrik özellikler ve uygun tekniğin yanı sıra, bu sporlarda yüksek performansın ön koşulu patlayıcı kuvvettir (Aritan, 1994). Atmalarda hareketin görevi aleti olabildiğince uzağa gönderebilmektir ve atışın gerçekleştiği ortamın hava direnci, atılan cismin elden çıkış açısı, yüksekliği, hızı ve hava durumu mesafeye etki eden fiziksel faktörlerdir.

PAP fenomenini atletizm atış performansı üzerinde inceleyen saha çalışmalarına göre, sınırlı sayıdaki atış haklarından önce, en kolay ve en hızlı şekilde yapılabilecek egzersizlerin seçilmesi önemlidir. Atma branşı sporcuları aktivite boyunca birden fazla kez ısınma yapmak zorunda kalırlar. PAP'ın alt ve üst vücut gücü çıktısında akut artışlara katkıda bulunduğunun gösterilmesi (Karampatsos ve ark., 2017; Comyns ve ark., 2010; Ferreira ve ark., 2012; Esformes ve ark., 2010; Terzis ve ark., 2009; Terzis ve ark., 2012) ve atış performansının lif tipi kompozisyonu (Terzis ve ark., 2010), fonksiyonel kapasite ve üst vücut kaslarının, özellikle triseps brachii, trapezius ve anterior deltoid kaslarının nöromüsküler aktivasyonu ile ilişkilendirilmesi (Peng ve Huang, 2006; Terzis ve ark., 2007) nedeniyle, atıcıların ısınma protokolünde PAP yönteminin kullanılabileceği düşünülmektedir.

Üst ekstremitede PAP aktivitesi etkilerinin incelendiği çalışmalarda genellikle bench press egzersiz protokolü kullanılırken, alt ekstremitede PAP etkisini araştıran çalışmaların sıçrama ve sprint egzersiz protokolleri kullandığı görülmektedir (Bevan ve ark., 2010; Chatzopoulos ve ark., 2007; Hanson ve ark., 2007; Smith ve ark., 2014). Planlanan PAP yönteminin yoğunluğu, ölçülebilir bir PAP etkisi yaratacak kadar yüksek olmalı, ancak yorgunluk oluşturacak kadar yoğun olmamalıdır. Bu nedenle PAP'ın performansla olan etkisinin yüksek düzeyde olmasında, uyarı şiddetinin maksimal veya maksimal değere yakın bir değerde olması beklenmektedir (Tillin ve Bishop, 2009). Ayrıca yeterli bir dinlenme süresi ile gerçekleştirilerek yüksek yoğunluktaki kas aktivasyonları, anlamlı bir PAP yanıtına yol açmalıdır (Hodgson ve ark., 2005; Tillin ve Bishop, 2009). Literatürdeki çalışmalar genel olarak %80 1TM ve üzeri şiddetlerle 3 veya 5 tekrarlar 1 set ve 8-12 dakika arasında değişen bir dinlenme süresi ile uygulanan egzersiz protokollerinin PAP etkisi oluşturmada etkili olduğunu kanıtlar niteliktedir (Seitz ve Haff, 2016; Tillin ve Bishop, 2009). Bu bilgilerden yola çıkarak, çalışmanın amacı atıcılarda ısınmada farklı yüklerle (%80-90-100 1TM) silkme ve koparma egzersizi ile gerçekleştirilecek PAP uygulamasının akut atış mesafelerine etkilerini değerlendirmektir. Çalışmanın hipotezi, uygulanacak PAP tipi ısınma ile uygulanan yük arttıkça performansın artacağı yönündedir.

YÖNTEM

Bu araştırma Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Araştırma Etik Kurulu tarafından verilerin etik onay doğrultusunda yürütülmüştür. Araştırma yapısının 'İnsanlar Üzerinde Yapılan Tıbbi Araştırmalarda Etik İlkeler Helsinki Deklarasyonu'na uyumlu olduğu Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Araştırma Etik Kurulu tarafından (Sayı No: 22-3T/2) onaylanmıştır. Her katılımcıya araştırma yapısı ve olası riskler konusunda bilgi verilmiş ve katılımcıların "Gönüllü Onay Formu" aracılığı ile yazılı-imzalı kabulleri alınmıştır.

Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini sağlıklı ve yarışmacı atletizmin çekiç atma branşındaki sporcular, örneklemi Kuveyt şehrinde düzenli antrenman yapan sağlıklı, atletizmin çekiç atma branşındaki 8 gönüllü erkek antrenmanlı sporcu oluşturmaktadır. Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

1. Düzenli olarak haftada en az 5 gün, en az 60 dk'lık antrenman yapmak ve çekiç atma branşında ulusal veya uluslararası yarışmalara katılmak,
2. Düzenli kuvvet antrenmanı yapmak ve silkme ve koparma hareketinin tekniğini doğru olarak uygulayabilmek,
2. Son 6 ay içerisinde ciddi bir sakatlık geçirmemiş olmak,
3. Düzenli bir ilaç, alkol vb. kullanmıyor olmaktır.

Çalışmanın dışlanma kriterleri ise çalışmanın dahil edilme kriterlerine uygun olmamak ve ölçümleri tamamlayamamak olarak belirlenmiştir.

Çalışma Dizaynı

Tekrarlı Ölçüm Deseni ile planlanan bu çalışmanın başında tüm katılımcılara araştırmacılar tarafından hazırlanmış bir bireysel değerlendirme formu yüz yüze doldurtulmuş, bu yolla katılımcıların çalışmaya katılım kriterlerine uygunluğu kontrol edilmiş ve antrenman düzeyleri, spor geçmişleri hakkında bilgi alınması sağlanmıştır. Tüm katılımcılar çalışmanın akış şemasında gösterildiği gibi aynı sırayı takip ederek ölçümlerini tamamlamıştır.

Çalışmamıza paralel olarak, Dolan ve ark. (2017)'nin çalışmasında PAP için silkme ve koparma hareketi, halter ve ağırlıkların gülle atma çukurunun yakınında kolayca erişilebilir olması, olimpik kaldırma türevlerinin esas olarak aksenal yük kuvvet vektörleri olsa da spesifiklik açısından silkme ve koparma hareketinin, kas sistemini ve mekaniğini gülle atma ile benzer şekilde zorlayacağı düşünülmesi ve Harris ve ark. (2011)'nin, gülle atma hızını iyileştirmede güçlendirici aktivite olarak koparmayı kullanan bir PAP protokolünü başarıyla kullanması nedeniyle, seçilmiştir.

İlk oturum, testlerde kullanılacak cihazların tanıtılması ve test prosedürü hakkında gerekli bilgilerin verilmesini içeren uyum seansı ile başlamıştır. Ayrıca, sporcuların tanımlayıcı özellikleri olarak boy uzunluğu 0.1 cm hassasiyetine sahip şerit mezura ile, vücut ağırlığı ve vücut yağ oranı

biyoelektrik impedans yöntemi ile ölçüm yapan analizör (Tanita Body Composition Analyzer MC-780MA, Japonya) ile standart yöntemler kullanılarak ölçülmüştür. Beden kütle indeksi (BKİ) kg/m^2 formülü ile hesaplanmıştır.

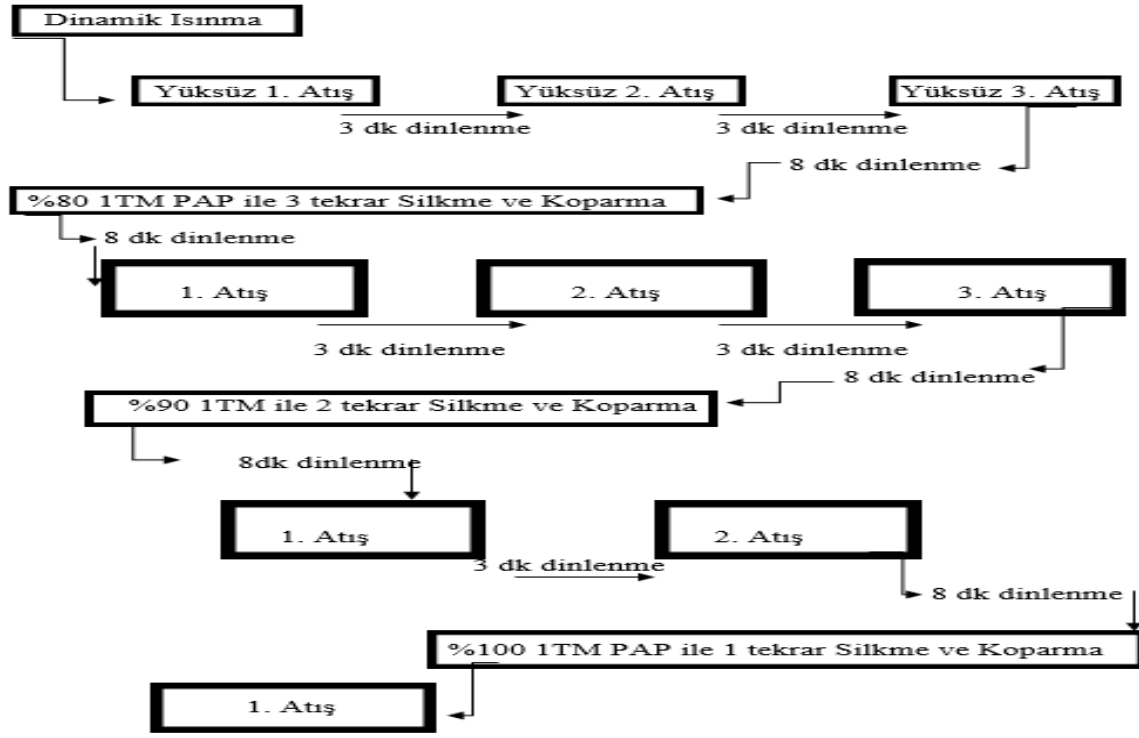
Aynı oturumda silkme ve koparma hareketi için dinamik maksimal kuvvetin ölçümünde 1 tekrarlı maksimum (1TM) yükünün belirlenmesi sağlanmıştır. Test için sporcular vücut ağırlıklarının %30 ile %40'ı kadar bir ağırlıkla ısınmış (Baechle ve Earle, 2000) ve sonrasında kendi belirledikleri ağırlıklarla ölçüme başlanmıştır. Sporcuların kaldırebildikleri ağırlıklara çeşitli kilolardaki plakalar 20 kg'lık olimpik bir haltere eklenerek, silkme ve koparma hareketinde 1 tekrarı tamamlayamadığı ağırlık değerine ulaşıncaya, yapabilecekleri en çabuk hareket hızı ile, devam edilmiştir. Ulaşılan son yük, 1TM test sonucu olarak kaydedilmiştir (Baechle ve Earle, 2000).

İkinci oturumda, katılımcıların branşlarına yönelik spesifik egzersizlerden oluşan dinamik bir ısınma uygulanmıştır. Isınma protokolü, sporcuların rutin olarak yaptığı hareketleri içermiştir. 5 dk hafif tempolu koşu ile 5'er dakikalık dinamik esneme hareketleri gerçekleştirilmiştir. Ardından lunge, diz çekme, topluklama ve küçük sıçramaları içeren hareketlerle eklem hareketliliğini arttıracak egzersizler uygulanmıştır. Dinamik ısınmanın ardından sporculardan 3 dakikalık aralıklarla, IAAF onaylı alet ile, çemberden 3 tekrarlı yüksüz atış gerçekleştirilmiştir.

Sporculara atışlar sonrasında 8 dakikalık pasif dinlenme süresi verilmiştir. Bu süre PAP mekanizmasının aktifleşmesi için 8 dakikalık süre gerektiğini bildiren önceki çalışmalara dayanarak seçilmiştir (Gahreman ve ark., 2020; Wilson ve ark., 2013; Wyland, Van Dorin ve Reyes, 2015). Pasif dinlenme periyodunun ardından, her katılımcı için önceden belirlenen 1TM değerlerinin %80'i ile 3 tekrardan oluşan bir silkme ve koparma hareketi ile PAP aktivitesi uygulanmıştır. Ardından yorgunluğun olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak, fosfojen depolarının yenilenmesini sağlamak ve post-aktivasyon potansiyeli oluşturmak için sporculardan 8 dakikalık pasif dinlenme istenmiştir. Dinlenme sonrasında sporculardan 3'er dakikalık dinlenme aralıklarıyla 3 adet atış yapmaları istenmiş ve atış mesafeleri kaydedilmiştir. 8 dakikalık dinlenme periyodu ardından %90 1TM'de 2 tekrardan oluşan bir silkme ve koparma hareketi ile PAP aktivitesi gerçekleştirilmiş, ardından 8 dakikalık dinlenme ve 3 dakikalık dinlenme aralığıyla 2 adet atış istenmiştir. 8 dakikalık bir dinlenme süresi sonrasında sporculardan %100 1TM'de tek seferlik bir silkme ve koparma hareketi ile PAP aktivitesi, ardından 8 dakikalık dinlenme süresi ve 1 adet atış istenmiştir (bkz. Şekil 1). Sporcuların tüm kaldırırları, yapabilecekleri en çabuk hareket hızı ile gerçekleştirmeleri istenmiştir.

Mesafe ölçümü için çelik metrik ölçüm bandı kullanılmıştır. Sonuçlar, her atış sonunda belirlenen ilk temas noktası ile çelik metre çemberin merkezinden geçecek ve gergin bir şekilde tutulacak şekilde ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

Katılımcıların, 2 gün boyunca ölçümler için kendi antrenman sahalarına gelmeleri, testten önceki 24 saat içinde şiddetli aktiviteden kaçınmaları ve ilk seanstan önceki gün tüm gün yediklerini kayıt altına almaları, böylece diğer seans öncesi de benzer şekilde beslenmeleri, ölçüm saatine kadar 500 ml su tüketmeleri istenmiştir. Gerçekleştirilen 2 oturum günün aynı saatinde, 16:00-18:00 arasında, ortam sıcaklığı 22-24 °C iken gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın akış şeması

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için SPSS (versiyon 25.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) programı kullanılmış ve tüm istatistiksel analizler için anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler için verilerin aritmetik ortalama değerleri ve standart sapmaları (SS) hesaplanmıştır. Verilerin normal dağılım göstermesi sebebiyle yüksüz atışlar ve %80 1TM PAP uygulaması sonrası gerçekleştirilen 3 atış mesafesi arasındaki anlamlı fark Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (ANOVA) testi ve farkın hangi gruptan kaynaklandığının belirlenmesinde Bonferroni post-hoc testi ile, %90 1TM PAP uygulaması sonrası gerçekleştirilen 2 atış mesafesi arasındaki anlamlı fark Bağımlı Gruplar t testi ile ve farklı yüklerle gerçekleştirilen PAP sonrası atışların ortalamaları ile 1. atış mesafeleri arasındaki fark Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA testi ve farkın hangi gruptan kaynaklandığının belirlenmesinde Bonferroni post-hoc testi ile değerlendirilmiştir. Sporcuların atış mesafeleri ile 1TM yükleri arasındaki ilişki düzeyi Pearson Korelasyon analizi ile analiz edilmiştir. Normal dağılım gösteren verilerdeki farkın etki büyüklüğü (EB), Rhea'nın (2004) çalışmasında olduğu gibi yüksek antrenmanlı sporcular için belirlenen sınıflandırmaya göre yorumlanmıştır: $< 0,25$ (önemsiz), $0,25-0,49$ (küçük), $0,50-1,00$ (orta), $> 1,00$ (büyük).

BULGULAR

Çalışmaya son 4 yıl ulusal ve uluslararası müsabakalara katılan atletizmin atma branşından 17 sporcu gönüllü olmuş ve araştırma kriterleri karşılayan 13 sporcu ile başlanmıştır. Dışlama kriterleri sebebiyle çalışma 8 katılımcı ile tamamlanmıştır. Tablo 1'de örneklem grubunun tanımlayıcı özellikleri verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların tanımlayıcı değişkenleri

Parametreler	Min.	Maks.	Ort.	S.S.
Yaş (yıl)	17	29	21,63	5,40
Boy (cm)	174	202	183,1	8,49
Kütle (kg)	68	158	95,63	29,4
Beden kütle indeksi (kg/m^2)	20,3	38,7	28,21	6,56
Antrenman saati/hafta	10	15	12,50	2,02
Spor geçmişi (yıl)	5	14	8,50	4,04

Sporcuların farklı yüklerle gerçekleştirdikleri PAP sonrası atış mesafesi ortalamaları ile silkme ve koparma hareketi için 1TM test sonucu Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Araştırma grubunun farklı yüklerle gerçekleştirilen PAP uygulaması sonrası atış mesafe ortalamalarının (metre) karşılaştırılması

	Min.	Maks.	Ort.	S.S.	**
1TM*	50,00	120,0	86,25	21,3	
Yüksüz (3 atış)	48,53	64,38	55,97	5,78	F= 4,642
%80 1TM (3 atış)	50,26	61,44	57,34	4,99	p= 0,032
%90 1TM (2 atış)	49,55	64,39	57,80 ≠	5,67	$\eta^2= 0,607$
%100 1TM (1 atış)	47,22	64,67	55,73	5,98	

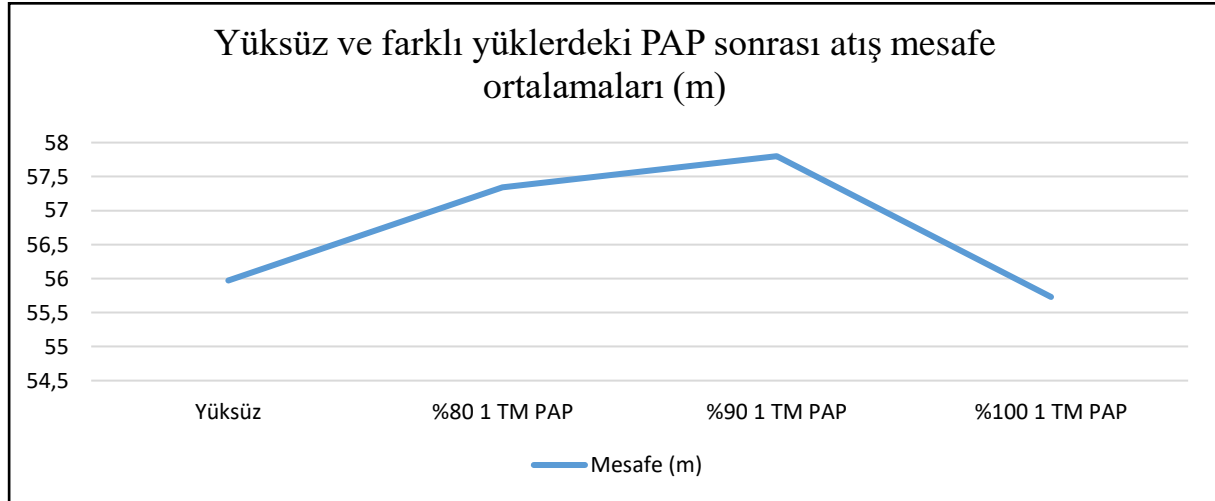
*Silkme ve koparma hareketinde tek seferde kaldırılabilen en yüksek ağırlık. ** Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA testine göre. ≠ %100 1TM PAP sonrası atış mesafesine göre anlamlı farklıdır. F: Varyanslar değeri, p: Anlamlılık değeri, η^2 : Etki büyüklüğü

Sporcuların silkme ve koparma hareketi için 1TM test sonuçlarının 50-120 kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Yüksüz gerçekleştirilen 3 atışın ortalama mesafesinin 56,0 m; %80 1TM PAP ile gerçekleştirilen 3 atışın ortalama mesafesinin 57,3 m; %90 1TM PAP ile gerçekleştirilen 2 atışın ortalama mesafesinin 57,8 m ve %100 1TM PAP ile gerçekleştirilen 1 atışın mesafesinin 55,7 m olduğu (Grafik 1) ve ölçüm sonuçları arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir (p= 0,032; EB: 0,607). Atış ortalamaları arasındaki anlamlı farklılık %90 1TM PAP ile %100 1TM PAP arasında bulunmuştur (p= 0,027; EB: 0,380).

%100 1TM PAP sonrası gerçekleştirilen ilk atış mesafeleri ile kıyaslandığında %90 1TM PAP sonrası atışlarda, katılımcıların tamamının atış mesafelerinde artış görülmüştür. Genel olarak katılımcıların mesafe ortalamalarında % 0,74 ile % 5,66 (ort: %2,83) arasında artış görülmüştür.

Yüksüz gerçekleştirilen 1. atış mesafeleri ile kıyaslandığında, %90 1TM PAP sonrası 1. atışlarda katılımcıların tamamının atış mesafelerinde artış görülmüştür. Bu artışın ortalaması %3,49’dür. Bu uygulamalar sırasında gerçekleştirilen atışların ortalamaları arasında da %2,52 fark vardır.

Yüksüz gerçekleştirilen 1. atış mesafeleri ile kıyaslandığında, %80 1TM PAP sonrası atışlarda 8 katılımcının 5’inin atış mesafelerinde artış görülmüştür. 1 katılımcı %80 1TM PAP sonrası ilk atışında faul yapmış, diğer 2 katılımcının atış mesafelerinde azalma görülmüştür. En yüksek artış %11,45 ile 1. katılımcıda görünürken, en düşük artış %0,48 ile 7. katılımcıda elde edilmiştir.



%80 1TM PAP sonrasında gerçekleştirilen ilk atışların mesafeleri karşılaştırıldığında, %90 1TM PAP sonrası katılımcıların birinin ilk atışı geçersizken, 7’sinin atış mesafesinde artış görülmüştür ve bu artış %0,17 ile %4,04 arasındadır (ort: %1,38). Bu uygulamalar sırasında gerçekleştirilen atışların ortalamaları arasında da %0,56 ile %7,37 (ort: %2,35) arasında fark vardır.

Grafik 1. Yüksüz ve farklı yüklerde gerçekleştirilen PAP sonrası atış mesafesi ortalamaları

%80 1TM PAP sonrasında gerçekleştirilen ilk atış mesafeleri ile karşılaştırıldığında, %100 1TM PAP sonrası katılımcıların 4’ünün mesafelerinde azalma görülürken, 3 katılımcının mesafelerinde artış meydana gelmiştir. İlk atışında faul yapan sporcunun değerleri dahil edilmemiştir. Bu uygulamalar

sirasında gerçekleştirilen atışların ortalamaları arasındaki azalma %0,15 ile %4,56 (ort: %2,75) arasındadır.

Yüksüz uygulamada gerçekleştirilen ilk atış mesafeleri kıyaslandığında, %100 1TM PAP sonrası 8 katılımcının 5'inin mesafe değerlerinde %0,25 ile %2,86 (ort: %1,30) arasında azalma görülmüştür. Atış mesafesi ortalamaları kıyaslandığında, %100 1TM PAP sonrası 8 katılımcının 5'inin mesafe değerlerinde %0,12 ile %4,22 arasında azalma görülmüştür (ort: %1,94) (bkz. Tablo 3).

Tablo 3. Sporcuların uygulamalar sonrası birinci atış mesafeleri ile atış mesafesi ortalamaları (metre)

	PAP uygulaması sonrası							
	Yüksüz 1.atış	Yüksüz atış ort.	%80 1TM 1.atış	%80 1TM atış ort.	%90 1TM 1.atış	%90 1TM atış ort.	%100 1TM 1.atış	%100 1TM atış ort.
1. sporcu	52,50	54,60	58,61	57,50	59,37	59,19	56,60	56,60
2. sporcu	51,50	52,23	faul	52,42	52,55	52,88	50,03	50,03
3. sporcu	54,51	54,21	53,84	54,23	54,60	54,53	54,15	54,15
4. sporcu	48,31	48,53	49,81	50,26	49,89	49,55	47,22	47,22
5. sporcu	50,21	50,0	49,80	48,86	51,81	52,46	51,43	51,43
6. sporcu	58,11	58,95	58,93	60,15	59,43	59,93	57,97	57,97
7. sporcu	63,81	64,38	64,11	64,01	64,90	64,39	64,67	64,67
8. sporcu	61,40	61,8	62,33	61,44	62,69	62,49	61,13	61,13

Analizler sonucunda yüksüz, %80 1TM PAP, %90 1TM PAP ve %100 1TM PAP sonrası her bir uygulamanın atış mesafeleri kendi içinde karşılaştırılmış ve anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$). Aynı şekilde, PAP uygulamalarının birinci atışları karşılaştırılmış ve anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p=0,082$) (Tablo 4).

Tablo 4. Yüksüz, %80, %90 ve %100 1TM PAP sonrası gerçekleştirilen atış mesafelerinin kendi içinde karşılaştırılması

	Yüksüz*	%80 1TM PAP*	%90 1TM PAP**	%100 1TM PAP	p değeri ***
1.atış (m)	55,1± 5,53	56,8± 5,75	57,5± 5,59	55,4± 5,85	0,082
2.atış (m)	55,7± 5,74	56,4± 4,80	56,9± 5,18		
3.atış (m)	56,0± 5,78	55,9± 5,66			
p değeri	0,151	0,956	0,903		

* 3 atışın karşılaştırılmasında Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA; ** 2 atışın karşılaştırılmasında Bağımlı Gruplar t testi; *** birinci atışların karşılaştırılmasında Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA kullanılmıştır.

Analiz sonucu incelendiğinde, farklı yüklerle gerçekleştirilen PAP uygulaması sonrası atış mesafesi ortalamaları ile silkme ve koparma hareketinin 1TM test sonucu arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmektedir ($p>0,05$) (Tablo 5).

Tablo 5. PAP uygulamaları ile 1TM test sonucu arasındaki ilişkinin analizi

1TM testi	PAP	Yüksüz	%80 1TM	%90 1TM	%100 1TM
	r değeri		-0,511	-0,560	-0,646
p değeri		0,195	0,440	0,083	0,177

TARTIŞMA

Bir tekrar maksimum yükün farklı yüzdelerindeki yüklerle uygulanan silkme ve koparma ile gerçekleştirilen post-aktivasyon potansiyelinin, atletizmdeki çekiç atıcıların atış performansı üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmanın ana bulgusu, %90 1TM PAP uygulamasının yüksüz, %80 ve %100 PAP ile kıyaslandığında, çekiç atma performansı üzerinde en yüksek olumlu etkiyi göstermesidir.

PAP uygulamasının farklı performans testleri üzerine olumlu ve olumsuz etkilerinin olduğunu gösteren çalışmalar yanında hiçbir etki yaratmadığını iddia eden çalışmalar da bulunmaktadır (Khamoui ve ark., 2009; Scott ve Docherty, 2004). Önceki çalışmaların ortak noktası %60-100 1TM şiddetindeki yüklerle yapılan PAP egzersiz protokolünün ardından, kaslarda meydana gelen güç üretimi etkisini farklı performanslarla incelemeyi amaçlamalarıdır. Yapılan çalışmaların büyük bölümünde, müsabaka öncesi bir koşullandırma aktivitesi ile indüklenen PAP'ın, sporculara geleneksel ısınmadan daha fazla yardımcı olabileceği ve atlama, fırlatma ve sprint gibi patlayıcı aktivitelerdeki performanslarını arttırabileceği (Tillin ve Bishop, 2009), buna karşılık geleneksel ısınma yöntemlerinin patlayıcı güç

gerektiren aktivitelerde sıçrama, hız, çeviklik ve nöromüsküler performansı olumsuz yönde etkileyebileceği gösterilmiştir (Young ve Elliott, 2001; Behm ve Chaouachi, 2011; Avloniti ve ark., 2016).

Alt ekstremitede PAP etkisi araştıran çalışmalarda sprint performansına ve yüksek yoğunluklu kuvvet aktivasyonu olarak orta yüklü (%70 1TM) back squatta PAP uygulamalarının sıçrama performansına etkilerinin değerlendirildiği ve performansta gelişme olduğu bildirilmiştir (Yetter ve Moir, 2008; Linder ve ark., 2010). Judge ve ark., (2010) çalışmasında, daha ağır aletlerin fırlatılması, pliometrik sıçramalar veya 20m sprint gibi saha temelli uygulamaların, atletizm atışlarında düşük veya yüksek antrenman tecrübesi olan katılımcılarda atış performansında önemli bir artışa yol açtığını bildirmiştir. Farklı dinlenme sürelerine (1, 3, 5 ve 7 dk) sahip setlerden oluşan CMJ'li %100 1TM PAP protokollerinden, 7 dakikalık dinlenme süresini içeren PAP protokolünün üst vücut gücüne, ortalama ve pik güce olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir (Ferreira ve ark., 2012). Başka bir çalışmada, %100 1TM yük ile, 1 set 3 tekrar yapılan yarım squat ile gerçekleştirilen PAP protokolünün izometrik kasılmaların PAP etkisiyle birlikte uygulandığında üst beden gücünü olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir (Esformes ve ark., 2010). Baker (2003) yaptığı çalışmada, %65 1TM yükte 6 tekrarlı bench press egzersizini içeren PAP'ın alt ve üst vücut gücü çıktısında %4,5'lik akut artış sağladığı bildirmiştir. Kilduff ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, ragbi oyuncularında %45 1TM yoğunluktaki bench press egzersizi ile gerçekleştirilen PAP sonrası hemen, uygulamadan 15 sn sonra ve 20 dk boyunca her 4 dk'da bir ölçülen CMJ yükseklikleri karşılaştırılmış ve PAP sonrası 12. dk'da yapılan CMJ değerinde %5,3'lük bir artış tespit edilmiştir.

Üst ekstremitde PAP etkisini inceleyen güncel çalışmalarda silkme ve koparma hareketinden yararlanıldığı da görülmektedir. Çalışma yöntemimize en yakın araştırma olarak Dolan ve ark. (2017) tarafında yapılan bir çalışmaya gülle atma ve çoklu branş sporcuları dahil edilmiştir ve rastgele iki gruba ayrılan sporcularda, bir gruba standart dinamik ısınma protokolleri ardından atış yaptırılırken, diğer gruba dinamik ısınmanın ardından yüksüz ve %80 1TM yük ile 3 tekrar silkme ve koparma hareketi ile PAP protokolü uygulanmış, ardından gülle atışları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaya göre PAP uygulaması ardından yapılan gülle atma performansında, PAP yapılmadan gerçekleştirilen gülle atma performanslarından önemli ölçüde daha yüksek sonuçlar (%3,6, p=0.007, EB=0,20) elde edilmiştir. Çalışmada, iyileşme oranı ve etki büyüklüğü değeri küçük görünse de gülle atma mesafesindeki %3,6'lık bir artışın (≈ 36 cm), yarışma sonuçlarında 1-2cm'nin bile belirleyici olması nedeniyle antrenörler ve sporcular için çok anlamlı olacağı ifade edilmiştir. 2017 NCAA Atletizm Şampiyonası'nda erkekler için 2 ve 8. sıradaki gülle atışı mesafe değerlerinin 20.38, 20.08, 19.70, 19.63, 19.53, 19.49 ve 19.26 m olduğu ve bu puanların herhangi birinde %3,6'lık bir iyileşmenin yerleştirmede bir fark yaratacağı ve 4. sıradaki sporcunun %3,6'lık iyileşme ile 3. sıraya yükselip gümüş madalya alacağı örneği gösterilmiştir. Aynı senaryonun, kadınlar için 2017 NCAA Atletizm Şampiyonası gülle atma atışları için de geçerli olduğu söylenebilir (Dolan ve ark., 2017). Aynı çalışmada, 13 sporcudan 12'sinin, PAP aktivitesinin ardından gülle atma mesafelerini geliştirdiği belirtilmiştir. PAP'ın ardından iyileşme görülmeyen bir sporcunun, üç gülle atma girişiminin ikisinde faul yaptığı ve bu nedenle bu iki gülle atış mesafesinin kaydedilmediği, sporcunun güçlendirici bir etki yaşadığı ancak faul olan atış denemelerinde bunu göstermeyi başaramamış olmasının mümkün olabileceği belirtilmiştir. Ayrıca, sporcuların PAP dışı gülle atışları sırasında toplam 6 ve PAP uygulaması takiben 5 başarısız deneme (faul) gerçekleştirdiği bildirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan PAP uygulaması ardından gerçekleştirilen gülle atışlarının mesafesindeki artışın, 6-12 dakika arasında değişen dinlenme periyotları ile PAP uygulamasına bağlı olarak üst ve alt vücut kas gücü çıktısında anlamlı artışlar gösteren önceki çalışmalarla uyumlu olduğu da bildirilmiştir. Aynı çalışmada, başarılı bir PAP protokolünün kas güçlenmiş durumdayken yorgunluğun bir arada bulunmasına izin veren optimal bir uyarana dayandığı belirtilmiş ve %80 1TM silkme ve koparma protokolü 3 set 3 tekrar olarak uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçları, PAP koşullandırma aktivitesinin yoğunluğunun, Ulusal Güç ve Kondisyonlama Derneği (NSCA) tarafından bildirilen etkili yoğunluk aralığı (%60-100 1TM) ile tutarlı olduğunu göstermektedir (Seitz ve Haff, 2016).

Terzis ve ark. (2010) ise, vastus lateralis kasında yüksek oranda tip II kas liflerine sahip olan sporcuların fırlatma performanslarının, diğer sporculara göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Hamada, Sale, MacDougall ve Tarnopolsky (2000) ise elde edilen olumlu sonuçlarda bir etken, çekiç atma sporcularının kas fibril dağılımında Tip II kas liflerinin yüksek oranda olmasını göstermiştir.

Farklı yüklerle PAP etkisini araştıran çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda %100 1TM ile karşılaştırıldığında %90 1TM PAP sonrası elde edilen atış performansındaki anlamlı farklılık (%0,7 - %5,7, ort: %3,37) metre cinsinden kıyaslandığında ortalama 1,79 m, çekiç atma performansı açısından önemli bir anlam ifade etmektedir. Aynı şekilde fark anlamlı olmasa da yüksüz atışlar ile karşılaştırıldığında %90 1TM PAP uygulaması ile (% 0,17 - %13,09, ort: %2,52), yüksüz atışlar ile karşılaştırıldığında %80 1TM PAP uygulaması ile (%0,04 - %5,33, ort: %2,27), yüksüz atışlar ile karşılaştırıldığında %100 1TM PAP uygulaması ile (% 0,12 - %4,22, ort: %1,94), %80 1TM PAP ile karşılaştırıldığında %90 1TM PAP uygulaması ile (%0,56 - %7,37, ort: %2,35) ve %80 1TM PAP ile karşılaştırıldığında %100 1TM PAP uygulaması ile (%0,15 - %4,56, ort: %2,75) elde edilen performans gelişimi için, PAP uygulamasının uygun şekilde planlanması halinde atış mesafesini iyileştirmek amacıyla bir yarış ortamında kullanılabileceğini düşündürmektedir. Çalışmada en düşük atış mesafesi ortalamalarının yüksüz atışlarda görülmesi öngörümüzü destekler nitelikteyken, %100 1TM PAP sonrası görülmesi uygulamanın son yüklü atışı olması nedeniyle yorgunluğa bağlı olabileceğini düşündürmektedir. %100 1TM PAP uygulamasının farklı bir günde sporcular dinlenik iken tekrarlanması, elde edilen sonucun yorgunluk kaynaklı olup olmadığını test edebilir. Ek olarak, farklı yüklerle uygulanan PAP egzersizi sonrası gerçekleştirilen ilk atışların uygulamalar arasında farklı olmadığı saptanmış olsa da katılımcılar tek tek değerlendirildiğinde özellikle %90 1TM PAP sonrası ilk atışlarda tüm sporcuların atış mesafelerinin %100 1TM PAP'a göre artış göstermesi, uygulamanın pratikte kullanımı açısından anlamlıdır.

Yapılan araştırmalarda, PAP uygulamasında önerilen 1TM yük oranı da değişkenlik göstermektedir. Bu farklılıklardan dolayı PAP ile performansı en üst seviyeye çıkarmak için ideal yük ve tekrar protokolünün hangisi olduğu konusunda kesin bir görüş yoktur (Xenofondos ve ark., 2010). Wilson ve ark. (2013) yapmış olduğu çalışmada, dinamik bir PAP aktivitesi için ideal yük oranının %60 ile %85 arasında olması gerektiği bildirilmiştir. Petisco ve ark. (2019), 10 futbolcuda farklı yüklerde ve farklı tekrar sayılarıyla uygulanan PAP etkilerini inceledikleri çalışmada, %60, %80 ve %100 yüklerle öne sıçrama, squat ve sprint testleri gerçekleştirmiş ve %80 1TM ile yapılan testlerin %60 ve %100 1TM ile yapılan test sonuçlarına kıyasla daha iyi sonuç elde edildiğini söylemiştir. Rahimi (2007) çalışmasında, 12 futbolcu ile %60, 70 ve 85 1TM PAP squat protokolünü kıyaslamıştır. PAP sonrası sprint testi uygulanan çalışmada %85 1TM sonuçlarının %60 1TM sonuçlarına kıyasla anlamlı olarak daha iyi olduğu (% 2,98) bildirilmiştir ($p<0,05$). Sanchez-Sanchez ve ark. (2018) çalışmalarında, farklı PAP ısınma protokollerinin futbolcularda tekrarlı sprint yeteneği üzerine etkisini incelemiş ve 8 ulusal ve 8 bölgesel lig futbolcusuna %60 1TM ile yüksek bir hızda (1 m/s) squat ile % 90 1TM ile orta bir hareket hızıyla (0.5 m/s) squat yaptırmışlardır. Squat sonrası 5 dk pasif dinlenme ile gerçekleştirilen tekrarlı sprint testi performansındaki anlamlı gelişim %90 şiddetinde yapılan (0.5 m/s) squat protokolünde gözlenmiştir.

PAP araştırmalarının en önemli parametrelerinden biri set sayısıdır. Literatürde çalışmamızda olduğu gibi tek set üzerinden PAP uygulanan çalışmalar yanında, birden fazla set içeren PAP çalışmalarına da rastlamak mümkündür. Wilson ve ark.. (2013), antrene sporcular için tek setten oluşan bir PAP uygulamasını önerir. Fakat Batista ve ark.. (2007), tekrarlı setler içeren PAP uygulamasının “merdiven etkisi” ile daha fazla etki ortaya çıkardığını savunmaktadır. Ayrıca, ön yüklenme aktivitesinin şiddetinin PAP etkisinin büyüklüğünü etkilediğini ve çoklu önyüklenme faaliyeti setlerinin tek bir setten daha büyük bir güçlenmeyi tetiklediğini gösteren kanıt sayısı giderek artmaktadır (Seitz ve Haff, 2016; Naclerio ve ark., 2015; Wilson ve ark., 2013).

Gilbert ve Lees (2005), aktif spor yapan atıcı ve halter sporcularının 5 set \times 1 tekrar %100 1TM back squat egzersizlerinden sonra, Chiu ve ark. (2003) sporcuların 5 set 1 tekrar %90 1TM squat performanslarının ardından yapmış oldukları sıçrama yüksekliğinde artış olduğunu belirtmişlerdir. Harman ve ark.. (2017) yaptığı ve 5 tekrarlı %90 1TM leg pres hareketi ile uygulanan ısınmanın erkek futbolcularda çeviklik performansında anlamlı bir artışa neden olduğunu belirtilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada önyüklenme uygulamasının 1TM'nin %85'inde 5 tekrardan oluşan bir set squat egzersizinin ardından art arda 7 dikey sıçrama uygulanmış, bu daha sonra vücut ağırlığı ile squat sıçramalarını içeren bir koşulla karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, squat ile PAP etkisi oluşturarak akut sıçrama performansının artırılacağı (%4,8) belirtilmiştir (Weber ve ark., 2008). Yarışmacı güller üzerinde yapılan çalışmada genel ısınmayı takiben normal müsabaka standartlarındaki gülle ve normal standarttan 1 kg daha hafif gülle ile yapılan baş üzeri gülle atışını içeren PAP'a göre normalden 1 kg daha ağır gülle ile yapılan PAP'ın, gülle atma performansını yaklaşık %1,5 arttırdığı sonucuna

varılmıştır (Judge ve ark., 2016). PAP uygulamasının sportif performansı arttırmasında, ağırlık antrenmanına alışmış olan deneyimli sporcuların, daha yüksek yükler için kas içi koordinasyonunun gelişmiş olmasının etkisi olabilir (Mahlfeld ve ark., 2004).

PAP etkisi de yorgunluk gibi giderek azalır, fakat yorgunluğun ortadan kalkmasından sonra bir süre daha devam eder. Yorgunluğun etkilerinin azaldığı fakat PAP etkisinin halen devam ettiği bu süreç, sportif performans açısından ergojenik avantaj sağlanabilmesine imkân verir (Hancock ve ark., 2015). Bu durumda PAP sonrası belirlenmiş olan toparlanma süresi önemli faktörlerden biridir ve bu sürenin gereğinden fazla uzun olması, potansiyalizasyon etkisinin giderek azalmasına ve kaybolmasına sebep olur (Miyamoto ve ark., 2011). Yapılan bir meta-analizi sonucunda, PAP aktivitesinden sonraki 7-10 dakikalık dinlenme sürelerinin (0,70), 3-7 dakikadan (0,54) ve 10 dakika ve üzerindeki (0,02) dinlenme sürelerinden daha etkili olduğu belirtilmiştir (Wilson ve ark., 2013). Bu çalışmalar, yeterli dinlenme süresi (8 dakika) verilmesi şartıyla, ısınma protokolüne ilave uygun ön kondisyonlanma aktiviteleri kullanarak PAP etkisi oluşturulabileceğini ve sportif performansta gelişim sağlanabileceğini göstermektedir. Farklı olarak, 12 dakikadan uzun dinlenme periyotlarının etkili bir sonuç ortaya çıkarmadığı belirtilmiştir ve bunun nedeni olarak güçlendirilmiş kas liflerini devre dışı bırakmaktan sorumlu enzimin ilk güçlenmenin etkilerini tamamen ortadan kaldırmış olabileceği düşünülmektedir (Tsimachidis ve ark., 2013)

Çalışmalar bir sporcunun antrenman durumunun, anlamlı bir PAP seviyesine yol açan en büyük faktör olduğunu belirtse de (Seitz ve Haff, 2016), çalışmamızda 1TM'nin farklı yüzdelerindeki yüklerle gerçekleştirilen PAP uygulamaları sonrasında yapılan atış mesafesi ortalaması ile silme ve koparma hareketi için belirlenen 1TM testi sonucu arasındaki anlamlı ilişki bulunmamıştır. Oysaki çalışmamızdaki antrene atıcıların yüksüz atışlar ile karşılaştırıldığında, %80-90-100 1TM yüklerle gerçekleştirilen PAP sonrası atış mesafelerinin sırasıyla %2,27-2,52-1,94 oranında artış göstermesi bu görüşü destekler niteliktedir. Karampatsos ve ark. (2013)'nin çalışmasında da profesyonel çekiç atma sporcularının art arda üç CMJ veya 20 m'lik bir sprint yaptıktan hemen sonra gerçekleştirdikleri çekiç atma mesafelerinin önemli ölçüde iyileştiği belirtilmiştir. Bu performans artışı, ya iskelet kası liflerindeki miyozin düzenleyici hafif zincirlerin gelişmiş fosforilasyonuna ve/veya daha yüksek eşik motor ünitelerinin işe katılmasındaki artışa bağlanmıştır (Tillin ve Bishop, 2009).

Çalışma sonuçlarının sadece antrenmanlı erkek atletlerin çekiç atma performansına atfedilebilir olması, silme ve koparma için sabit bir hareket hızının belirlenmemiş olması ve çalışma için oluşturulan yöntem nedeniyle verilerin aynı gün içerisinde ardışık atışlar ile elde edilmesi, sonuçların kullanılmasında sınırlılık getirebilir. Bundan sonraki PAP yük çalışmalarında, uygulanacak yük sırası değiştirilebilir, hareket hızı belirlenebilir ya da uygulanacak her yük için testler, çevresel faktörler kontrol edilerek, farklı gün gerçekleştirilebilir.

SONUÇ

Yüksüz atışlar ile karşılaştırıldığında, %80 ve %90 1TM PAP uygulamaları sonrası gerçekleştirilen atış mesafesi ortalamaları artmıştır. Özellikle %100 1TM PAP ile karşılaştırıldığında %90 1TM PAP ile atış mesafesi ortalamalarındaki iyileşme anlamlıdır.

ÖNERİLER

Çalışmada elde edilen bulgulara göre, aynı gün progresif yük ile ardışık olarak gerçekleştirilen yöntemde, çekiç atma performansına olumlu etki yarattığı görülen %90 1TM silme ve koparma ile gerçekleştirilen PAP protokolü, sporcuların ısınma programına dahil edilebilir.

TEŞEKKÜR

Araştırmadaki katkı ve destekleri için Doç. Dr. Gökhan Delicoğlu'na, çalışmaya gönüllü katılan Kuveyt Ulusal çekiç atma sporcularına ve Kuveyt Ulusal Takım antrenörü Nasser Jarallah Al Hussaini'ye teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKÇA

Arıtan, S. (1994). Dik gülle atma sporlarında yetenek seçiminde kullanılan kriterlerin belirlenmesini etkileyen faktörler. *Atletizm Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 14, 9-13.

- Avloniti, A., Chatzinikolaou, A., Fatouros, I. G., Avloniti, C., Protopapa, M., Draganidis, D., ...Kambas, A. (2016). The acute effects of static stretching on speed and agility performance depend on stretch duration and conditioning level. *Journal of strength and conditioning research*, 30(10), 2767-2773. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000568
- Baechle, T., & Earle, R. (2000). *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Baker, D. (2003). Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(3), 493-497. DOI: 10.1519/1533-4287
- Batista, M. A., Ugrinowitsch, C., Roschel, H., Lotufo, R., Ricard, M. D., & Tricoli, V. A. (2007). Intermittent exercise as a conditioning activity to induce postactivation potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 837-840. DOI: 10.1519/R-20586.1.
- Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 2633-2651. DOI: 10.1007/s00421-011-1879-2.
- Bevan, H. R., Cunningham, D. J., Tooley, E. P., Owen, N. J., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2010). Influence of postactivation potentiation on sprinting performance in professional rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(3), 701-705. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181c7b68a.
- Brandenburg, J. P. (2005). The acute effects of prior dynamic resistance exercise using different loads on subsequent upper-body explosive performance in resistance-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 427-432. DOI: 10.1519/R-15074.1.
- Chatzopoulos, D. E., Michailidis, C. J., Giannakos, A. K., Alexiou, K. C., Patikas, D. A., Antonopoulos, C. B., & Kotzamanidis, C. M. (2007). Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1278-1281. DOI: 10.1519/R-21276.1.
- Chiu, L. Z., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E., & Smith, S. L. (2003). Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 671-677. DOI: 10.1519/15334287
- Comyns, T. M., Harrison, A. J., & Hennessy, L. K. (2010). Effect of squatting on sprinting performance and repeated exposure to complex training in male rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(3), 610-618. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181c7c3fc.
- Dolan, M., Sevene, T. G., Berning, J., Harris, C., Climstein, M., Adams, K. J., & DeBeliso, M. (2017). Post-activation potentiation and the shot put throw. *International Journal of Sports Science*, 7(4), 170-176.
- Esformes, J. I., Cameron, N., & Bampouras, T. M. (2010). Postactivation potentiation following different modes of exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1911-1916. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181dc47f8.
- Ferreira, S. L., Panissa, V. L. G., Miarka, B., & Franchini, E. (2012). Postactivation potentiation: Effect of various recovery intervals on bench press power performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(3), 739-744. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318225f371
- Gahreman, D., Moghadam, M., Hoseininejad, E., Dehnou, V., Connor, J., Doma, K., & Stone, M. (2020). Postactivation potentiation effect of two lower body resistance exercises on repeated jump performance measures. *Biology of Sport*, 37(2), 105-112. DOI: 10.5114/biolsport.2020.93034.
- Gilbert, G., & Lees, A. (2005). Changes in the force development characteristics of muscle following repeated maximum force and power exercise. *Ergonomics*, 48(11-14), 1576-1584. DOI: 10.1080/00140130500101163
- Hamada, T., Sale, D. G., MacDougall, J. D., & Tarnopolsky, M. A. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology (1985)*, 8, 2131-2137. DOI: 10.1152/jappl.2000.88.6.2131
- Hancock, A. P., Sparks, K. E., & Kullman, E. L. (2015). Postactivation potentiation enhances swim performance in collegiate swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 912-917. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000744.
- Hanson, E. D., Leigh, S., & Mynark, R. G. (2007). Acute effects of heavy-and light-load squat exercise on the kinetic measures of vertical jumping. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1012-1017. DOI: 10.1519/R-20716.1
- Harmancı, H., Karavelioğlu, M. B., Ersoy, A., Yüksel, O., Erzeybek, M. S., & Başkaya, G. (2017). Post aktivasyon potansiyel (pap) ve statik germe modeli ısınmalarının sıçrama performansına etkisi. *Sportif Bakış: Spor ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(2), 56-68.
- Harris, C., Wattles, A. P., DeBeliso, M., Sevene-Adams, P. G., Berning, J. M., & Adams, K. J. (2011). The seated medicine ball throw as a test of upper body power in older adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(8), 2344-2348. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181ecd27b.
- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35, 585-595. DOI: 10.2165/00007256-200535070-00004

- Judge, L. W., Bellar, D. M., Craig, B. W., Gilreath, E. L., Cappos, S. A., & Thrasher, A. B. (2016). Influence of postactivation potentiation on shot put performance of collegiate throwers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(2), 438-445. DOI: 10.1097/JSC.0000000000000202.
- Judge, L. W., Bellar, D., & Judge, M. (2010). Efficacy of potentiation of performance through overweight implement throws on male and female high-school weight throwers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1804-1809. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181e06e27.
- Karampatsos, G. P., Korfiatis, P. G., Zaras, N. D., Georgiadis, G. V., & Terzis, G. D. (2017). Acute effect of countermovement jumping on throwing performance in track and field athletes during competition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(2), 359-364. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001508
- Khamoui, A. V., Brown, L. E., Coburn, J. W., Judelson, D. A., Uribe, B. P., Nguyen, D., ... Noffal, G. J. (2009). Effect of potentiating exercise volume on vertical jump parameters in recreationally trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1465-1469. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181a5bcdd
- Kilduff, L. P., Bevan, H. R., Kingsley, M. I., Owen, N. J., Bennett, M. A., Bunce, P. J., Cunningham, D. J. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1134-1138. DOI: 10.1519/R-20996.1.
- Lima, L. C. R., Oliveira, F. B. D., Oliveira, T. P., Assumpcao, C. D. O., Greco, C. C., Cardozo, A. C., ...Denadai, B. S. (2014). Postactivation potentiation biases maximal isometric strength assessment. *BioMed Research International*. DOI: 10.1155/2014/126961.
- Linder, E. E., Prins, J. H., Murata, N. M., Derenne, C., Morgan, C. F., & Solomon, J. R. (2010). Effects of preload 4 repetition maximum on 100-m sprint times in collegiate women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1184-1190. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181d75806.
- Mahlfeld, K., Franke, J., & Awiszus, F. (2004). Postcontraction changes of muscle architecture in human quadriceps muscle. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 29(4), 597-600. DOI: 10.1002/mus.20021.
- Miyamoto, N., Kanehisa, H., Fukunaga, T., & Kawakami, Y. (2011). Effect of postactivation potentiation on the maximal voluntary isokinetic concentric torque in humans. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1), 186-192. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181b62c1d
- Naclerio, F., Chapman, M., Larumbe-Zabala, E., Massey, B., Neil, A., & Triplett, T. N. (2015). Effects of three different conditioning activity volumes on the optimal recovery time for potentiation in college athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(9), 2579-2585. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000915.
- Peng, H. T., & Huang, C. (2006). Electromyography comparisons on the upper extremity between shot put and discus standing throw. *Journal of Biomechanics*, (39), S560.
- Petisco, C., Ramirez-Campillo, R., Hernández, D., Gonzalo-Skok, O., Nakamura, F. Y., & Sanchez-Sanchez, J. (2019). Post-activation potentiation: Effects of different conditioning intensities on measures of physical fitness in male young professional soccer players. *Frontiers in Psychology*, 10, 1167. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.01167.
- Rahimi, R. (2007). The acute effects of heavy versus light-load squats on sprint performance. *Facta Universitatis-Series: Physical Education and Sport*, 5(2), 163-169.
- Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 918–920. DOI:10.1519/14403.1
- Sanchez-Sanchez, J., Rodriguez, A., Petisco, C., Ramirez-Campillo, R., Martínez, C., & Nakamura, F. Y. (2018). Effects of different post-activation potentiation warm-ups on repeated sprint ability in soccer players from different competitive levels. *Journal of Human Kinetics*, 61, 189-197. DOI: 10.1515/hukin-2017-0131.
- Scott, S. L., & Docherty, D. (2004). Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(2), 201-205. DOI: 10.1519/R-13123.1.
- Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body ballistic performances: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 46, 231-240. DOI: 10.1007/s40279-015-0415-7.
- Smith, C. E., Hannon, J. C., McGladrey, B., Shultz, B., Eisenman, P., & Lyons, B. (2014). The effects of a postactivation potentiation warm-up on subsequent sprint performance. *Human Movement*, 15(1), 36-44.
- Terzis, G., Karampatsos, G., & Georgiadis, G. (2007). Neuromuscular control and performance in shot-put athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(3), 284-290.
- Terzis, G., Karampatsos, G., Kyriazis, T., Kavouras, S. A., & Georgiadis, G. (2012). Acute effects of countermovement jumping and sprinting on shot put performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(3), 684-690. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31822a5d15.
- Terzis, G., Spengos, K., Karampatsos, G., Manta, P., & Georgiadis, G. (2009). Acute effect of drop jumping on throwing performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2592-2597. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181b1b1a3.

- Terzis, G., Spengos, K., Kavouras, S., Manta, P., & Georgiadis, G. (2010). Muscle fibre type composition and body composition in hammer throwers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 9(1), 104-109.
- Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39, 147-166. DOI: 10.2165/00007256-200939020-00004.
- Tsimachidis, C., Patikas, D., Galazoulas, C., Bassa, E., & Kotzamanidis, C. (2013). The post-activation potentiation effect on sprint performance after combined resistance/sprint training in junior basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 31(10), 1117-1124. DOI: 10.1080/02640414.2013.771817.
- Weber, K. R., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Zinder, S. M. (2008). Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 726-730. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181660899.
- Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2004). *Physiology of sport and exercise* (Vol. 20). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S. M., et al. (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 854-859. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31825c2bdb.
- Wyland, T. P., Van Dorin, J. D., & Reyes, G. F. C. (2015). Postactivation potentiation effects from accommodating resistance combined with heavy back squats on short sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(11), 3115-3123. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000991.
- Xenofondos, A., Laparidis, K., Kyranoudis, A., Galazoulas, C., Bassa, E., & Kotzamanidis, C. (2010). Post-activation potentiation: Factors affecting it and the effect on performance. *Journal of Physical Education & Sport/Citius Altius Fortius*, 28(3), 32-38.
- Yetter, M., & Moir, G. L. (2008). The acute effects of heavy back and front squats on speed during forty-meter sprint trials. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 159-165. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31815f958d.
- Young, W., & Elliott, S. (2001). Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72(3), 273-279. DOI: 10.1080/02701367.2001.10608960

KAYNAK GÖSTERME

Alev, S.H. & Rudarlı, G. (2023). Farklı Yüklerde Uygulanan Aktivasyon Sonrası Güçlendirme Uygulamalarının Fırlatma Performansına Etkisi. *Uluslararası Spor, Egzersiz ve Antrenman bilimi Dergisi - USEABD*, 9(3), 70-82. DOI: 10.18826/useabd.1309383