



Review Article

Journal of Exercise and Sport Sciences Research (JOINESR) 3(1), 1-13, 2023

Received: 30-Apr-2023 Accepted: 19-Jun-2023



SAKARYA UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Kafein ve Sportif Performans

Ulaş Can YILDIRIM^{1*} 

¹ Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Spor Bilimleri Fakültesi, Sinop Üniversitesi, Türkiye.
Ulascanyldrm.ucy@gmail.com.

ÖZ

Kafein, birçok biyomotor özelliği geliştirerek, sportif performans üzerinde olumlu etkiler ortaya koyabilir. Bu çalışma günümüzün popüler ergojenik yardımcılarından birisi olan kafeine genel bir bakışın yanı sıra, farklı performans parametreleri ile ilişkisini inceleyerek sonuçları okuyuculara aktarmayı amaçlamıştır. Kahve, çay ve kakao gibi doğada bulunan bazı bitkilerin tohumlarında, yapraklarında ve meyvelerinde doğal olarak bulunan bir uyarıcı olan kafein, günümüzde bazı yiyecek ve içeceklerde ve bazı ilaçların içeriğine de eklenerek tüketiciye sunulmaktadır. Doğrudan veya dolaylı bir biçimde dünya genelinde her gün milyarlarca insan tarafından tüketilen kafein, merkezi sinir sistemi ve diğer sistemler üzerinde uyarıcı etkilere neden olmaktadır. Kafeinin birincil etki mekanizması adenosin reseptörlerini bloke etme yeteneğidir. Yapı olarak adenosine çok benzemesi sebebi ile organizmayı kandırarak adenosin reseptörlerinde antagonist bir etki yaratmaktadır. Ağrı ve yorgunluk hissi ile alakalı olan bu reseptörler G proteinleri ile gerekli bağlantıyı kuramadığından dolayı metabolizma ağrısı ve yorgunluğu inhibe eder, böylece ağrı ve yorgunluğun ortaya çıkışı gecikebilmektedir. Diğer bir etkisi ise hormonal sisteme olmaktadır. Kafeinin alımı epinefrin ve norepinefrin gibi nörotransmitterlerin salınımında artışa yol açar. Bu nörotransmitterler, bilişsel işlevi ve uyanıklığı artırmada çok önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca organizmanın ağrı kesicisi olarak da bilinen Beta Endorfin hormonunun salınımında da kafein alımı ile artış ortaya çıktığı düşünülmektedir. Dahası, glikoz ve yağ asitleri gibi enerji substratlarının mevcudiyetini artırdığı da bilinmektedir. Bunların yanı sıra dolaşım ve solunum sistemleri gibi diğer fizyolojik sistemleri etkileyebilir ve doğru dozda tüketildiğinde bazı potansiyel sağlık faydaları olabilir. Ayrıca aşırı tüketim ve tolerasyon seviyesine bağlı olarak elektroansefalografi (EEG) düzenini, duygulanımı ve uyku düzenini de değiştirdiği, ayrıca yine alım miktarına bağlı olarak anksiyeteyi artırabildiği saptanmıştır. Bahsi geçen mekanizmalar sayesinde kafeinin sportif performans üzerinde de çeşitli etkileri olmaktadır. Araştırmalar, kafeinin glikojenin mobilizasyonunu ve yağların kullanımını artırarak vücudun sınırlı glikojen depolarını koruduğu, böylece yorgunluğun başlangıcını geciktirerek, egzersizin süresini artırdığını, güç ve kuvvet gibi performans parametrelerini etkilediği söylemektedir.

Anahtar Kelimeler: Kafein, sportif performans, ergojenik.

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: ulascanyldrm.ucy@gmail.com

Caffeine and Sportive Performance

ABSTRACT

Caffeine can have positive effects on sportive performance by improving many biomotor properties. This study aimed to present the results to the readers by examining its relationship with different performance parameters, as well as an overview of caffeine, one of today's popular ergogenic aids. Caffeine, which is a stimulant naturally found in the seeds, leaves and fruits of some plants found in nature, such as coffee, tea and cocoa, is now offered to consumers by being added to some foods and beverages and to the content of some medicines. Caffeine, which is directly or indirectly consumed by billions of people around the world every day, causes stimulant effects on the central nervous system and other systems. Caffeine's primary mechanism of action is its ability to block adenosine receptors. Since it is very similar to adenosine in structure, it creates an antagonistic effect on adenosine receptors by deceiving the organism. Since these receptors, which are related to the feeling of pain and fatigue, cannot establish the necessary connection with the G proteins, metabolism inhibits pain and fatigue, so the emergence of pain and fatigue can be delayed. Another effect is on the hormonal system. Caffeine intake increases the release of neurotransmitters such as epinephrine and norepinephrine. These neurotransmitters play a crucial role in boosting cognitive function and alertness. In addition, it is thought that the release of Beta Endorphin hormone, also known as the body's pain reliever, increases with caffeine intake. Moreover, it is known to increase the availability of energy substrates such as glucose and fatty acids. In addition, it can affect other physiological systems such as the circulatory and respiratory systems and may have some potential health benefits when consumed in the right dose. In addition, it has been found that it changes the electroencephalography (EEG) pattern, affect and sleep pattern depending on the excessive consumption and tolerance level, and it can also increase anxiety depending on the amount of intake. Thanks to the aforementioned mechanisms, caffeine also has various effects on sportive performance. Studies show that caffeine protects the body's limited glycogen stores by increasing the mobilization of glycogen and the utilization of fats, thus delaying the onset of fatigue, increasing the duration of the exercise, and affecting performance parameters such as power and strength.

Keywords: Caffeine, sportive performance, ergogenic.

Giriş

Kafein, kahve, çay ve kakao gibi doğada bulunan bazı bitkilerin tohumlarında, yapraklarında ve meyvelerinde doğal olarak bulunan bir uyarıcıdır (Wikoff ve ark., 2017). Ayrıca, günümüzde bazı yiyecek ve içeceklerde ve bazı ilaçların içeriğine de eklenmektedir. Merkezi sinir sistemini uyararak uyanıklığı artırıp yorgunluğu azaltabilmektedir. Ayrıca, dolaşım ve solunum sistemleri gibi diğer fizyolojik sistemleri etkileyebilir ve doğru dozda tüketildiğinde bazı potansiyel sağlık faydaları olabilir (Nehlig, 2016).

Kafein uzun ve etkileyici bir tarihe sahip olmasının yanında insanlık tarihinde de önemli bir rolü bulunmaktadır. Tüketimi hem olumlu hem de olumsuz etkilere sahip olsa da kafein bugün dünyanın en popüler ve yaygın kullanılan maddelerinden birisidir.

Kafeinin kullanımı çok eski yıllara dayanmaktadır. Asya, Amerika, Afrika kıtasında yaşayan antik medeniyetlerin yazılı kayıtlarıyla kafein ile ilgili bilgilere rastlanılabilmektedir. Örneğin Mayalar, kakao çekirdeklerinden elde edilen ve içeriğinde kafein bulunan bir içecek tüketmekte ve bu içeceğin iyileştirici özellikleri olduğuna inanmaktaydılar. Yine Asya kıtasındaki medeniyetlerin çay yapraklarını

kaynatarak şifa bulmak amaçlı içtikleri bilinmektedir (Lippi, 2013). 16. yüzyıl itibari ile kahvenin Avrupa'ya taşınması ve baş ağrısı, sindirim bozukluğu ile yorgunluğu tedavi ettiği inancı kafeinin popülaritesini artırmıştır. Diğer yandan çay ise 17. yüzyılda Avrupa'ya tanıtılmış ve özellikle İngiltere'de oldukça popüler bir içecek haline gelmiştir. 18. ve 19. yüzyıllarda popülerliği daha da artan kafeinin, 19. yüzyılda, kafein içeren ilk gazlı içecek olan kolanın piyasaya sürülmesi ile Amerika Birleşik Devletleri'nde de hızla popüler bir hale gelmiştir (Carpenter, 2015).

Kafein alındıktan bir süre sonra organizma tarafından emilimi başlayarak merkezi sinir sistemi üzerinde birtakım etkiler göstermeye başlar. Yapı olarak adenezine çok benzeyen kafein, organizmayı şaşırtarak adenezin reseptörlerinde antagonist bir etki yaratmaktadır. Ağrı ve yorgunluk hissi ile alakalı olan bu reseptörler g-proteinleri ile gerekli bağlantıyı kuramadığından dolayı metabolizma ağrısı ve yorgunluğu inhibe eder (Landolt, 2008). Böylece belli başlı sportif performans öğelerinde bir gelişim ortaya çıkmaktadır. Diğer bir etkisi ise hormonal sisteme olmaktadır. Kafeinin birincil etki mekanizması olan adenezin reseptörlerini bloke etme yeteneği olsa da, aynı zamanda epinefrin ve norepinefrin gibi nörotransmitterlerin salınımında da bir artışa yol açar. Bu nörotransmitterler, bilişsel işlevi ve uyanıklığı artırmada çok önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca organizmanın ağrı kesicisi olarak da bilinen Beta Endorfin hormonunun salınımında kafein alımı ile bir artış ortaya çıktığı düşünülmektedir (Laurent ve ark., 2000). Dahası, glikoz ve yağ asitleri gibi enerji substratlarının mevcudiyetini artırarak, özellikle dayanıklılık egzersizleri sırasında fiziksel performansı da artırabildiği tespit edilmiştir (Goldstein ve ark., 2010).

Toparlayacak olursak bugünlerde kafein, doğrudan veya dolaylı bir biçimde dünya genelinde her gün milyarlarca insan tarafından tüketilmektedir. Kafein tüketimi temelde merkezi sinir sistemi, kardiyovasküler sistem ve endokrin sistem üzerinde uyarıcı etkilere neden olmaktadır. Özellikle tüketim sıklığı düşük olan bireylerde kan basıncını, β -endorfin hormonu salınımını, plazma katekolamin seviyelerini, plazma renin aktivasyonunu, serum serbest yağ asidi seviyelerini, idrar üretimini ve mide asidi salgısını artırmaktadır. Ayrıca tüketim sıklığı ve tolerasyon seviyesine bağlı olarak elektroansfalografi (EEG) düzenini, duygulanımı ve uyku düzenini de değiştirdiği, ayrıca alım miktarına bağlı olarak anksiyeteyi artırabildiği saptanmıştır (Chambers, 2009).

Yukarıda bahsedilen etki mekanizmaları sebebiyle kafein, sportif performans üzerinde çeşitli değişimler oluşturmaktadır. Yapılan birçok çalışma kafein alımının uzun süresi egzersizlerde performansını artırdığını ortaya koymaktadır. Araştırmalar, kafeinin glikojen mobilizasyonunu ve yağların kullanımını artırarak vücudun sınırlı glikojen depolarını koruduğu, böylece yorgunluğun başlangıcını geciktirerek, egzersiz yapma süresini artırdığını söylemektedir (Ganio ve ark., 2009; Spriet, 2014). Dayanıklılık performansını artırmasının yanında, güç ve kuvvet performansını da etkilediği bilinmektedir. Bir ağırlık antrenmandan önce kafein tüketiminin, merkezi sinir sistemini uyararak nöromusküler fonksiyonları iyileştirme yeteneği sayesinde maksimal istemli kasılmayı (MVC) ve kas gücünü artırdığını ortaya koyan çalışmalar literatürde bulunmaktadır (Astorino ve ark., 2011; Duncan ve ark., 2012).

Kafeinin bahsi geçen ergojenik etkileri ortaya koyması hususunda tüketim formunun etkili olduğu bilinmektedir. Günümüzde kafeinin toz, tablet, kapsül, jel, sakız gibi formları mevcuttur. Formlar değiştikçe kafeinin etki mekanizmasında da farklıklar oluşmaktadır. Örneğin sakız formunda merkezi sinir sistemi yanak içi reseptörler aracılığı ile uyarılmaktadır. Dolayısıyla sindirim sistemini elimine ettiğimiz için merkezi sinir sisteminin uyarılma hızı diğer formlara göre daha hızlı olmaktadır. Araştırmalar toz formda kafeinin kapsül formuna göre, sakız formunun ise toz formuna göre daha hızlı etki mekanizmasını devreye soktuğunu söylemektedir. Tüketim formunun yanında tüketilen dozun da önemi büyüktür. Düşük dozlar performansın gelişim yüzdesini olumsuz etkileyebilmektedir. Fakat bu

durum yüksek doz kafein kullanarak maksimum verimi elde edebileceğimiz anlamına da gelmemektedir. Hatta bazı çalışmalar, çok yüksek dozlarda kafein alımının (> 9 mg/kg) sporcunun reaksiyon süresinde azalma, vücut koordinasyonda bozulma gibi olumsuz etkilere neden olabileceğini savunmaktadır (McLellan ve ark., 2016). Bu sebeple sportif performansını artırmak için sporcularda en efektif dozun belirlenerek kullanılması gerekmektedir. Ayrıca Dünya Anti-Doping Ajansı (WADA) tarafından yasaklı maddeler listesinden çıkarılıp izleme programının içerisine alınsa da kafeinin aşırı kullanımı çeşitli yaptırımlarla sonuçlanabilir (WADA, 2022).

Sonuç olarak, kafein, dayanıklılık, güç ve kuvvet gibi belli başlı özellikleri artırarak sportif performans üzerinde olumlu etkiler ortaya koyabilir. Bununla birlikte, sporcular, kafein tüketimlerine dikkat ederek aşırı miktarlarda tüketimden kaçınmalıdır. Ayrıca, her sporcunun kafein toleransları farklı olabilir, bu nedenle sporcuların kafein tüketimini kişisel toleranslarına uygun bir şekilde ayarlamaları önerilmektedir.

Kafeinin Sportif Performansa Etkileri

Bu bölümde, kafeinin sportif performans üzerinde ne gibi etkileri olduğu başlıklar halinde incelenmiştir.

Kafein ve Güç Performansı

Kafeinin kuvvet ve güç performansı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Literatür özellikle antrenmanlı kişilerde güç ve kuvvet performansı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabileceği hipotezini savunmaktadır.

Bir volan cihazı kullanarak kafein takviyesinin güç performansı üzerindeki etkilerini araştıran randomize, çift kör, çapraz tasarımlı bir çalışma incelendiğinde, kafein ve plasebo gruplarına bir hafta arayla iki defa aynı güç protokolünün uygulandığı ve sonuçların kaydedildiği görülmüştür. Çalışmanın sonuçları; kafein takviyesinin plasebo grubuna kıyasla volan cihazında güç performansını iyileştirdiğini ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar neticesinde yazarlar, kafein takviyesinin, güç performanslarını artırmak isteyen sporcular için yararlı bir yardımcı olabileceğini öne sürmektedir.

Ali ve ark. (2016), kafein alımının kadın takım sporu oyuncularında en yüksek güç çıkışı ve total işi geliştirdiği sonucunu bulurken, Norum ve araştırma ekibi (2020), antrenmanlı kadın sporcularda erken foliküler faz (Âdet kanamasının ilk günü ile başlar. Beynin alt kısmında bulunan hipofiz bezinden salgılanan ve yumurtalıklarda folikül 'içerisinde sıvı, yumurta hücresi ve yumurtayı çevreleyen hücreleri içeren yapı' gelişimini uyan FSH 'folikül stimüle edici hormon' etkisiyle foliküllerde büyüme meydana gelir) sırasında kuvvet ve güç performansında artışlar bildirmiştir. Benzer şekilde, Castillo ve ark. (2019), 6 mg/kg sıvı kafein takviyesinden sonra bir bisiklet ergometresinde uyguladıkları testler sonrasında artan bir zirve ve ortalama güç bulgusu bildirmektedirler. Greer ve ark. (1998), kafein alımının, tekrarlanan wingate egzersiz testleri sırasında tepe güç çıkışı iyileştirdiğini sonucunu ortaya koymuşlardır. Genel olarak incelenen veriler kafeinin özellikle belirli popülasyonlarda güç ve kuvvet performansı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabileceğini ve performansını artırmak isteyen sporcular veya sedanter bireyler için bir ergojenik takviye olarak düşünölmeye değer olabileceğini düşündürmektedir (Ali ve ark., 2016; Castillo ve ark., 2019; Cesareo ve ark., 2019; Greer ve ark., 1998; McCormack & Hoffman, 2012; Norum ve ark., 2020).

Literatürde kafeinin güç parametresine olumlu bir etkisi olmadığını iddia eden çalışmalar da mevcuttur. Kısa süreli, yüksek yoğunluklu bir egzersiz sırasında kafein alımının maksimum güç çıkışı üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışmada 9 yetişkin sağlıklı sadanter erkek katılımcıya 7 mg/kg kafein veya

plasebo etken maddesi takviye olarak verilmiştir. Alımdan 60 dakika sonra bisiklet ergometresinde 15 saniyelik bir maksimum egzersiz protokolü uygulanıp sonuçlar kaydedilmiştir. Kafein günü zirve güç, toplam iş, güç yorgunluk indeksi verilerinin plasebo günü verileri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Yazarlar bu sonuçlara göre kafein alımının kişinin maksimum güç üretme yeteneğini, yorgunluğun hızını veya büyüklüğünü artırmadığını söylemektedirler (Williams, J. H., ve ark., 1988).

Sonuç olarak, literatürde çelişkili çalışmalar olsa da kafeinin farklı formlarının belli başlı özellikleri artırarak sportif performans üzerinde olumlu etkileri olduğu kabul edilmektedir. Bununla birlikte, güç parametresinde artışların özellikle antrenmanlı sporcularda daha net gelişimler ortaya koyduğu görülmektedir.

Kafein ve Kassal Kuvvet Performansı

Kafein alımının direk kas dokusuna etki etmesi ve merkezi sinir sistemi simülasyonu yaparak motor ünite aktivasyonunu artırıp kassal kuvvet performansında bir gelişim ortaya koyduğu düşünülmektedir. Kafein alımının kassal kuvvet performansı üzerine etkilerini inceleyen çalışmaların sonuçları genellikle birbirleri ile tutarsız ve tartışmaya açıktır. Test edilen kas grubu, kas fibril tipi, çevresel faktörler, kafein tüketim sıklığı, ölçülen kas kütleinin boyutu gibi faktörlerin kafeinin ergojenik etkisini etkilediği belirtilmiştir. Üst ve alt vücudun maksimal kuvvetinin ölçüldüğü ve üst gövdede herhangi bir gelişim olmamasına rağmen alt gövdede kassal kuvvet performansında gelişim bulan bazı çalışmalar gerekçe olarak alt gövdedeki kas kütleinin fazlalığı sebebi ile daha fazla adenosin reseptörüne sahip olmasını söylemektedir (Yıldırım, 2022). Bu görüşün aksine üst gövde performansında gelişim bulurken alt gövde performansında artış ortaya koymayan çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalarda yazarlar, ölçümlerde öncelikle üst gövde ile başlanıp sonrasında alt gövde ölçümünün gerçekleştirildiği ve bu yüzden alt gövde ölçümleri öncesi bir yorgunluk oluştuğu için performansta bozulmalar meydana geldiği ve bunun sonuçları manipüle ettiği hipotezini savunmuşlardır (Andre ve ark., 2015).

Ajmor Ali ve arkadaşlarının (2022) 10 sağlıklı ve antrenmanlı kadın (24 ± 4 yaş; $59,7 \pm 3,5$ kg) üzerinde 6 mg/kg kafein vererek yapmış oldukları çift kör, randomize, çapraz geçişli, plasebo kontrollü bir çalışmada kapsül kafeinin yutulmasından 60 dakika sonra, sporculardan 90 dakikalık aralıklı koşu bandı protokolünü tamamlamaları istenmiştir. Protokolden önce, sırasında, hemen sonrasında ve 12 saat sonrasında sporcuların izometrik ve izokinetik (eksantrik ve konsantrik) kuvvet performansları ile güç performansı (diz fleksör ve ekstansörleri) ölçülmüş ve kafein takviyesinin sporcularda diz fleksörlerinin eksantrik kuvvetini hem diz fleksörlerinin hem de ekstansörlerinin eksantrik gücünü önemli ölçüde artırdığı sonucunu ortaya koymuşlardır (Ali ve ark., 2016). Başka bir randomize çift kör çalışmada, 15 erkek vücut geliştirme sporcusuna ($21,16 \pm 3,9$ yaş, $174,42 \pm 6,12$ cm, $73,25 \pm 6,71$ kg) 6 mg/kg kafein ve plasebo maddesi verilerek, alımdan bir saat sonra bench press ve leg press'te maksimum bir tekrar (1RM) protokolü uygulanmıştır. Üst ve alt vücudun kassal kuvvet ölçümleri sonucunda kafeinin üst ve alt vücut kuvvetinde önemli bir artışa neden olduğunu görülmüştür. Çalışma maksimum kuvvet, kuvvette devamlılık ve antrenman şiddeti üzerinde ergojenik etkiye sahip olan kafein takviyesi tüketiminin performansı iyileştirdiği ve muhtemelen kas gelişimi artırdığı sonucu bulunmuştur (Arazi ve ark., 2016).

2017 yılında kafein alımının kas kuvveti ve gücü üzerindeki akut etkilerini değerlendirmek için ortaya konan başka bir tasarımda ise 12 gönüllü ve antrenmanlı (26 ± 6 yaş, 182 ± 9 cm, 84 ± 9 kg) katılımcıya 6 mg/kg kafein takviyesi verilmiştir. Protokole başlamadan önce kas kuvveti, bir tekrar maksimum (1RM) barbell back squat ve bench press egzersizleriyle değerlendirilmiş, antrenman tamamlandıktan sonra aynı ölçümler tekrarlanmıştır. Ölçümler neticesinde kafein alan grubun 1 RM back squat

performansında plasebo grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış gerçekleştiği fakat ağrı yüzdesinde bir düşüş olmasına rağmen 1 RM bench press performansında istatistiksel olarak bir artış olmadığı sonucu ortaya konulmuştur. Sonuçlar, kuvvet ve gücün performanslarının baskın faktörler olduğu branşlardaki sporcuların performans artışı için antrenman ve/veya müsabaka öncesi 6 mg/kg kafein almasının iyi bir tercih olabileceğini desteklemektedir (Grgic & Mikulic, 2017). Kafein ve efedra (Orta Asya ve Moğolistan'a özgü yaprak dökmeyen, çalı benzeri bir bitkiden üretilen ve kampsül, tablet, toz vs. formlarda tüketilen bir ergojenik yardımcı) kombinasyonunun kassal kuvvet üzerindeki etkilerini araştıran çift kör, çapraz geçişli bir çalışmada ise plasebo, kafein (300 mg) ve kafein + efedra (300 mg + 60 mg) takviyesi verilen 9 erkek sporcuya takviyelerin alımından 45 dakika sonra 1 RM bench press ve 1 RM lat pulldown testleri gerçekleştirdi. Katılımcılar kafein ve efedra takviyesinden sonra uyanıklığının ve duygu durumunun pozitif yönde arattığını bildirmiş olsalar da kas kuvveti bakımından takviyelerin hiçbirisi arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Yazarlar genellikle terapötik olarak kabul edilen dozlarda efedra veya kafein takviyesinin kas kuvvetini artıracığı iddiasını desteklemeyip, performansta önemli bir artış elde etmek için daha yüksek dozlar vermek gerektiğini söylemişlerdir. (Williams ve ark., 2008).

Kafeinin kassal kuvvete olan etkisinde cinsiyetin rolü de önemlidir. Kafeinin kuvvet performansına etkisinin yanında cinsiyetler arası farklılıklara da ışık tutmak isteyen Sablah ve arkadaşları (2015) antrenmanlı 10 erkek ve 8 kadın sporcuya iki ölçüm yapmışlardır. 5 mg/kg kafeinin 1RM bench press ve squat performansları üzerindeki etkisinin kaydedildiği bu çalışmada 1 RM bench press test verilerinde erkeklerde %5,91, kadınlarda ise %10,69'luk bir gelişim bulunmuştur. Fakat 1RM squat testinde her iki cinsiyette de kafein ile plasebo grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır. Ayrıca cinsiyetler arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Alt gövde kuvvetinde erkeklerde yükselen bir trend ortaya çıkmış iken kadınlarda ise önemsiz oranda da olsa performansta bozulma görülmüştür. Bu çalışma, 5 mg/kg kafeinin antrenmanlı erkek ve kadınlarda 1 RM üst gövde performansını iyileştirdiğini bulmuş fakat alt gövde sonuçlarında tutarsızlık olduğu ve daha fazla araştırılması gerektiği sonucunu ortaya koymuştur (Sablah ve ark., 2015).

Kafein ve Kassal Dayanıklılık Performansı

Kafeinin merkezi sinir sistemi üzerindeki etkileri sayesinde ağrı hissini ve yorgunluğun inhibe edilmesi, odaklanmanın ve algının artması, uykululuğun azalması, artan sodyum-potasyum aktivitesi, sarkoplazmik retikulumda kalsiyum salınımının artması, yağın kullanımının artması, glikojen depolarının kullanımının daha verimli hale gelmesi gibi sebepler neticesinde kassal dayanıklılık performansında artışlar meydana geleceği düşünülmektedir. Fakat literatürdeki çalışmalar bize sonuçların hâlâ tartışmalı olduğunu göstermektedir.

Green ve arkadaşlarının (2007) yaptığı bir çalışmada 17 gönüllü katılımcıya 6 mg/kg kafein verdikten 60 dakika sonra katılımcıları 10 tekrarlı maksimum bench press ve leg press test protokollerine dahil ederek, sonuçları kontrol ve plasebo gruplarının verileri karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar bench presste protokolün herhangi bir zamanında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişim gözlemler iken kafein grubunda leg pressin 3. setinde kontrol ve plasebo gruplarına göre tekrar sayısı parametresinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişim tespit etmişlerdir. Sonuçlar daha yüksek tekrarlar eş zamanlı elde edilen algılanan zorluk derecesi bulguları, kafeinin ağrı tepkilerini köreltebileceğini ve muhtemelen yüksek yoğunluklu direnç antrenmanlarında yorgunluğu geciktirebileceğini düşündürmektedir. Fakat kafeinin ergojenik etkileri ve potansiyel etki mekanizmaları hakkında daha fazla araştırma yapılması gerektiğini söylemişlerdir (Green ve ark., 2007).

Astorino ve arkadaşlarının 2010 yılında yaptığı bir çalışma ile, direnç antrenmanları öncesinde kafein alımının kassal dayanıklılık üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, 16 antrenmanlı erkek sporcuya bench press ve leg press egzersizlerini yapmadan önce kafein ve plasebo takviyesi verilmiştir. Kafein grubunun leg press egzersizinde plasebo grubuna göre önemli ölçüde daha fazla tekrar yaptığı görülürken, bench press egzersizinde anlamlı bir fark bulunamamıştır (Astorino ve ark., 2008). Benzer şekilde, Grgic ve Mikulic'in 2018'de yaptığı bir çalışma, direnç egzersizi protokolü sırasında kafeinin kassal dayanıklılık üzerindeki akut etkilerini incelemiştir. Çalışma, plasebo veya kafein takviyesi alan 18 antrenmanlı erkek sporcuyu içermektedir. Kafein alan grubun chest fly egzersiz sonuçları plasebo grubuna göre daha yüksek iken, bench press ve leg press egzersizlerinde anlamlı bir fark bulunamamıştır (Grgic & Mikulic, 2017).

Özetle, direnç antrenmanları sırasında kassal dayanıklılık üzerinde kafeinin olumlu bir etkisi olduğunu gösteren çalışmalar olmasına rağmen, istatistiksel olarak anlamlı farklar olmadığını söyleyen çalışmalar da mevcuttur. Kafeinin kassal dayanıklılık performansı üzerine etkileri doz, zamanlama, egzersiz türü ve süresi, vücut ağırlığı ve kafein toleransı gibi bireysel faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir.

Kafein ve Kardiyovasküler Dayanıklılık Performansı

Kafeinin kardiyovasküler dayanıklılık performansının baskın olduğu branşlarda performansı artırdığı varsayımı 1970'li yılların sonlarında ortaya atılmıştır. O yıllarda yapılan bir çalışmada 6mg/kg kafeinin VO₂max'ın 70-80%'i ile yapılan orta şiddetli ve uzun süreli egzersizlerde performans süresini yaklaşık %20 artırdığı sonucu ortaya konmuştur (Costill ve ark., 1978). Ivy ve arkadaşları ise 7mg/kg kafein verdikten sonra bisiklet ergometresi ile 2 saatlik bir egzersiz protokolü sırasında yaklaşık 10%'luk bir performans artışı gözlemlemişlerdir (Ivy ve ark., 1979). 2009 yılında kafeinin dayanıklılık performansına olan etkisi hakkında yayınlanan bir derleme çalışmasında farklı spor dallarında kafeinin dayanıklılık performansına olan etkisini araştıran 21 çalışma incelemiştir. Sonuçlar, kafeinin birçok spor branşında dayanıklılık performansını artırdığını göstermiştir. Bununla birlikte, kafeinin performansa olan etkisinin sporcuların bireysel farklılıklarına, kafeinin dozuna ve uygulama yöntemine bağlı olarak farklılıklar gösterebileceği belirtilmiştir (Ganio ve ark., 2009).

8 erkek sporcunun yer aldığı ve kafein ve karbonhidrat takviyelerinin dayanıklılık performansı üzerindeki etkisini inceleyen başka bir çalışmayı incelediğimizde; egzersiz öncesi 330 mg kafein ve 330 mg kafein + 75 gram karbonhidrat verilen iki grubun dayanıklılık performans verileri bir bisiklet ergometresinde belirli bir süre boyunca belirli bir yükte egzersiz yaptırılarak ölçülmüştür. Elde edilen bulgular, sadece kafein takviyesinin, kafein ve karbonhidrat takviyesinin birlikte kullanımına göre nispeten dayanıklılık performansını daha az arttırdığını ortaya koysa da hem kafein hem de karbonhidrat takviyelerinin dayanıklılık performansını arttırdığını söylenebilmektedir. Bu çalışma kafein ve karbonhidrat takviyelerinin kardiyovasküler dayanıklılık ve aerobik kapasite üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, bu sonuçlar sadece dar bir örneklem grubuna uygulanmıştır ve popülasyonun genişletilmesi ve çeşitlendirilmesi gerekmektedir (Ivy ve ark., 1979).

Abian-Vicen ve arkadaşları 2014 yılında yaptıkları bir araştırmada, 16 basketbolcuya kilogram başına 3 mg kafein içeren bir içecek vermişler ve ardından Yo-Yo IR1 protokolü uygulamışlardır. Elde edilen veriler karşılaştırıldığında, kafein grubunun dayanıklılık performansında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme olduğunu gözlemlemişlerdir (2000 ± 706 m - 1925 ± 702 m; P<0,05) (Abian-Vicen ve ark., 2014). Marriott ve arkadaşları ise 12 erkek takım sporcusuna kilogram başına 6 mg dozunda kafein vererek yaptıkları bir araştırmada, kafein alımının kardiyovasküler dayanıklılık performansını geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Yo-Yo IR2 performans testine tabi tutulan sporcuların verileri, plasebo gününe göre %14'lük bir artış göstermiştir (Marriott ve ark., 2015). Mohr ve arkadaşları da

benzer şekilde 2011 yılında, 12 katılımcıya kilogram başına 6 mg dozunda kafein vererek Yo-Yo IR2 performans test sonuçlarını plasebo grubu ile karşılaştırmışlardır. Sonuçları incelediklerinde, kafein grubunun Yo-Yo IR2 test performansının plasebo grubuna göre %16 daha iyi olduğunu gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, elde ettikleri veriler sonucunda kafeinin yoğun aralıklı egzersizler sırasında yorgunluğa karşı direnci artırarak performansını geliştirdiği sonucuna varmışlardır (Mohr ve ark., 2011).

Kafeinin kısa süreli ve yüksek şiddetli egzersizlere verdiği yanıtlar hâlâ tartışmaya açıktır. Bu tür egzersizlerde yorgunluğu geciktirmeye pozitif bir etkisinin olmadığı literatürdeki bazı çalışmalar ile vurgulanmıştır. Dodd ve arkadaşları ise yapay ortamda organizma dışında izole edilmiş kasın verdiği yanıt ile organizma içerisinde yaşayan koşullarda kasların verdiği tepkilerde çelişkiler olduğunu bildirmişlerdir. Yapay ortamdaki kasta kafein ile güç çıkışında artışlar görünür iken, insan araştırmalarında herhangi bir artış gözlemlenmemiştir (Dodd ve ark., 1993). Colomp ve arkadaşları ise 1990 ve 1992 yılında sporculara 250 mg kafein verdikten sonra VO₂max'ın 100%'ü ile yapılan egzersizlerde performansta artışlar saptamış iken 1991 yılında yaptığı çalışmada sporculara 5 mg/kg kafein vererek 30 saniyelik Wingate testine tabii tutmuş fakat çalışma sonunda performans parametrelerinde anlamlı bir gelişme bulamamıştır (Collomp ve ark., 1992; Collomp ve ark., 1991; Collomp ve ark., 1990).

Kafeinin dayanıklılık sporlarında performansını artırdığı varsayımı 1970'li yıllarda ortaya atılmıştır. Bu varsayım birçok çalışmayla desteklenmiş olsa da kafeinin performansa olan etkisi sporcuların bireysel farklılıklarına, kafeinin dozuna ve uygulama yöntemine bağlı olarak farklılıklar gösterebilmektedir. Yapılan birçok çalışmada kafein takviyesinin kardiyovasküler dayanıklılık performansını artırdığı gösterilmiştir. Ancak, çalışmaların sadece kısıtlı örneklem grupları üzerinde yapılmış olması, geniş popülasyonlar üzerinde tasarımların tekrarlanması gerektiğini belirtmiştir. Kafein takviyesi ile diğer ergojenik yardımcıların birlikte alınması da bir yöntem olarak düşünülebilir. Sonuç olarak, kafein takviyesinin kardiyovasküler dayanıklılık performansını arttırmak için kullanılabilecek bir seçenek olduğu söylenebilir.

Kafein ve Sprint Performansı

Sprint performansı bağlamında, kafeinin algılanan eforu azaltarak, yorgunluğa karşı tolerasyonu, kasın kasılma yeteneği ve güç çıkışını artırarak reaksiyon zamanını, odaklanmayı ve uyarılmayı etkileyerek performansını artırdığı düşünülmektedir. Bu etkiler özellikle sprint gibi yüksek yoğunluklu, kısa süreli aktiviteler için faydalı olabilir, çünkü küçük performans gelişimlerinin, saliselerin dahi önemli olduğu branşlarda sonuçları direkt olarak etkileyebileceği açıktır (Grgic & Mikulic, 2017).

Literatür incelendiği zaman kafeinin sprint performansı üzerindeki etkilerini araştıran ve karışık sonuçlar elde eden çalışmalara rastlamak mümkündür. Bazı çalışmalar sprint zamanlarında önemli bir gelişim olduğunu rapor ederken, diğerleri istatistiksel olarak önemli bir artışın olmadığı, hatta bazı çalışmalarda negatif bir trendin meydana geldiğini sonucu bulunmuştur.

Örneğin, 2013 yılında Del Coso ve arkadaşlarının yayınladığı bir çalışma, kafein içeren enerji içeceklerinin bir uluslararası rugby yarışması sırasında sporcuların sprint performansını artırdığını bulmuştur. Çalışma, rugby gibi sık sık sprint gerektiren yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz yapan sporcular için kafein takviyesinin faydalı olabileceği sonucuna varmıştır (Del Coso ve ark., 2013). Benzer şekilde, 2016 yılında International Journal of Sports Physiology and Performance'de yayınlanan başka bir çalışmada ise, 400 metre sprint öncesinde 6 mg/kg kafein alımının plaseboya göre hem tek

hem de tekrarlı sprintlerde daha iyi performans sağladığı sonucunu okuyucuları ile paylaşmıştır (Glaister ve ark., 2008).

Bu bulgular, 2010 yılında Journal of the International Society of Sports Nutrition'da yayınlanan bir kafein ve sprint performansı derlemesi tarafından da desteklenmektedir. Goldstein ve arkadaşlarının yayınladığı derlemede, kafeinin sprint performansını artırabileceğini, ancak etkinin büyüklüğünün doz, tüketim zamanlaması ve kafein toleransı gibi bireysel faktörlere bağlı olarak değişebileceğini belirtmiştir (Goldstein ve ark., 2010). Ancak, kafeinin sprint performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı sonucunu ortaya koyan bazı çalışmalar olduğu da unutulmamalıdır. Örneğin, 2015 yılında Journal of Strength and Conditioning Research'de yayınlanan bir çalışma, kafein tüketiminin antrenmanlı erkek sprinterlerin sprint performansını iyileştirmediğini bulmuştur (Trexler ve ark., 2016).

Sonuçlardaki değişkenlik, çalışma tasarımındaki farklılıklar, katılımcı özellikleri, kafeinin dozu ve zamanlaması, kafein metabolizması ve toleransındaki bireysel farklılıklardan kaynaklanabilir. Karışık sonuçlara rağmen, birçok sporcu ve antrenör, özellikle sprint, sıçrama ve atma gibi yüksek seviyelerde güç ve patlayıcılık gerektiren branşlarda ergojenik yardımcı olarak kafein kullanmaktadır. Ancak kafeinin uykusuzluk, kaygı ve gastrointestinal rahatsızlıklar gibi olumsuz yan etkilere sahip olabileceğini ve bireysel tepkilerin geniş bir şekilde değişebileceğini unutmamak önemlidir. Bu sebeple sprint performansını artırmak için kafein kullanmadan önce potansiyel faydaları ve risklerini tartmak önemlidir.

Kafein ve Denge Performansı

Kafein, birçok sportif performans ögesini artırabilen ve yaygın tüketilen bir ergojenik yardımcıdır. Ancak denge performansı üzerindeki etkileri henüz net değildir. Bazı çalışmalar, kafein alımının denge performansını artırabileceğini gösterirken, yine bazı çalışmalar ise kafeinin denge üzerinde önemli bir etkisi olmadığını söylemektedir. Tallis ve arkadaşları 2020 yılındaki araştırmalarında 26 sağlıklı yaşlı yetişkine 6 mg/kg kafein vererek hem statik hem de dinamik denge performanslarını plasebo grubu ile karşılaştırmışlardır. Sonuçlar, kafein alımının yaşlı erişkinlerde statik denge performansını iyileştirdiğini, ancak dinamik denge performansına önemli ölçüde etki etmediğini göstermektedir (Tallis ve ark., 2020). Sainbayar ise 2016 yılında kapsül formda kafeinin dinamik ve statik denge üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma, plasebo veya 5 mg/kg kapsül formda kafein alan 25 sağlıklı erkek katılımcıyı içermektedir. Sonuçlar ise kafeinin dinamik denge performansını iyileştirdiğini ancak plasebo grubuna kıyasla statik denge üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir (Sainbayar, 2016). 2021 yılında Çıldır ve araştırma ekibi ise sağlıklı bireylerden oluşan 30 kişilik örneklem grubuna vücut ağırlığını baz alarak kilogram başına 3 mg kafein vermiş ve denge performanslarını incelemiştir. Sonuçlar, kafeinin kısa sürede plasebo grubuna kıyasla postüral dengeyi önemli ölçüde iyileştirdiği fakat denge sistemi üzerinde istatistiksel olarak bir gelişim bulunmadığını göstermektedir (Çıldır ve ark., 2021).

Sonuç olarak, literatürde güncel çalışmalar mevcut olsa da kafeinin denge performansı üzerindeki etkileri oldukça tartışmalıdır. Bazı çalışmalar dinamik denge performansını artırabilir, ancak statik denge performansını önemli ölçüde etkilemeyebilir hipotezini savunurken bazı çalışmalar tam aksini iddia etmektedir. Genel olarak denge performans artışı için optimal dozajların belirlenmesi ve denge kontrolü üzerindeki kafein etkilerinin tam olarak anlaşılması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Sonuç ve Öneriler

Özetle kafein, sportif performans üzerinde önemli bir etkiye sahip olan bir ergojenik yardımcı olarak bilinmektedir. Fakat literatür incelendiğinde farklı parametreler üzerinde, farklı etkileri olduğu da görülmektedir. Alandaki çalışmaların sınırlı olması sonuçlarda çelişiklere neden olmaktadır. Örneğin bazı çalışmalar, kafein takviyesinin kuvvet ve güç performansını iyileştirdiğini gösterirken, bazıları ise böyle bir etki bulmamıştır. Sonuçlar arasındaki farklılıklar, test edilen popülasyonlar, kullanılan metodoloji, kafeinin dozu ve diğer faktörlerden kaynaklanabilir. Sporcular arasında performansı artırmak için yaygın olarak tüketilen kafein, dayanıklılık performans parametresini geliştirebileceği gibi aynı zamanda konsantrasyonu ve reaksiyon zamanında da yükselen bir trend oluşturabilir. Dozaj ve tüketim zamanlamasına dikkat edildiğinde, kafein sporcuların performansını arttırmada etkili bir takviye olarak kullanılabilir. Ancak, tüm ergojenik yardımcıları gibi, kafeinin de dikkatli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Sporcuların kafein tüketiminde ölçülü olmaları ve tüketimlerini antrenman ve yarışlar öncesinde planlamaları önemlidir.

Beyanname

Rakip Çıkarlar

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazarların Katkıları

1. Yazar (sorumlu yazar) Ulaş Can YILDIRIM: Makaleye katkısı. (Araştırma ve/veya makale için fikir ya da hipotezin oluşturulması, çalışmanın planlanması, düzenlenmesi ve bildirilmesi için sorumluluk almak, araştırma sırasında literatür taraması ile ilgili sorumluluk almak, yazının tümünün oluşturulması için sorumluluk almak, makaleyi teslim etmeden önce sadece imla ve dil bilgisi açısından değil aynı zamanda entelektüel içerik açısından yeniden çalışma yapmak veya diğer katkılar...)

Kaynakça

- Abian-Vicen, J., Puente, C., Salinero, J. J., González-Millán, C., Areces, F., Muñoz, G., Muñoz-Guerra, J., & Del Coso, J. (2014). A caffeinated energy drink improves jump performance in adolescent basketball players. *Amino acids*, 46(5), 1333-1341.
- Ali, A., O'Donnell, J., Foskett, A., & Rutherford-Markwick, K. (2016). The influence of caffeine ingestion on strength and power performance in female team-sport players. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13(1), 46.
- Andre, T., Green, M., Gann, J., O'Neal, E., & Coates, T. (2015). Effects of caffeine on repeated upper/lower body Wingates and handgrip performance. *International Journal of Exercise Science*, 8(3), 5.
- Arazi, H., Dehlavinejad, N., & Gholizadeh, R. (2016). The acute effect of caffeine supplementation on strength, repetition sustainability and work volume of novice bodybuilders. *Turkish Journal of Kinesiology*, 2(3), 43-48.
- Astorino, T., Martin, B., Wong, K., & Schachtsiek, L. (2011). Effect of acute caffeine ingestion on EPOC after intense resistance training. *J Sports Med Phys Fitness*, 51(1), 11-17.
- Astorino, T. A., Rohmann, R. L., & Firth, K. (2008). Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength. *European journal of applied physiology*, 102(2), 127-132.

- Carpenter, M. (2015). *Caffeinated: How our daily habit helps, hurts, and hooks us*. Penguin.
- Castillo, D., Domínguez, R., Rodríguez-Fernández, A., & Raya-González, J. (2019). Effects of caffeine supplementation on power performance in a flywheel device: A randomised, double-blind cross-over study. *Nutrients*, 11(2), 255.
- Williams, J. H., Signorile, J. F., Barnes, W. S., & Henrich, T. W. (1988). Caffeine, maximal power output and fatigue. *British Journal of Sports Medicine*, 22(4), 132-134.
- Chambers, K. P. (2009). *Caffeine And Health Research*. Nova Science.
- Collomp, K., Ahmaidi, S., Chatard, J., Audran, M., & Prefaut, C. (1992). Benefits of caffeine ingestion on sprint performance in trained and untrained swimmers. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 64(4), 377-380.
- Collomp, K., Anselme, F., Audran, M., Gay, J., Chanal, J., & Prefaut, C. (1991). Effects of moderate exercise on the pharmacokinetics of caffeine. *European journal of clinical pharmacology*, 40(3), 279-282.
- Collomp, K., Caillaud, C., Audran, M., Chanal, J., & Prefaut, C. (1990). Effect of acute or chronic administration of caffeine on performance and on catecholamines during maximal cycle ergometer exercise. *Comptes rendus des seances de la societe de biologie et de ses filiales*, 184(1), 87-92.
- Costill, D., Dalsky, G. P., & Fink, W. (1978). Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Medicine and science in sports*, 10(3), 155-158.
- Çıldır, B., Altın, B., & Aksoy, S. (2021). Caffeine Enhances the Balance System and Postural Balance in Short Time in Healthy Individuals. *Turkish archives of otorhinolaryngology*, 59(4), 253.
- Del Coso, J., Portillo, J., Muñoz, G., Abián-Vicén, J., Gonzalez-Millán, C., & Muñoz-Guerra, J. (2013). Caffeine-containing energy drink improves sprint performance during an international rugby sevens competition. *Amino acids*, 44, 1511-1519.
- Dodd, S. L., Herb, R. A., & Powers, S. K. (1993). Caffeine and exercise performance. *Sports Medicine*, 15(1), 14-23.
- Duncan, M. J., Smith, M., Cook, K., & James, R. S. (2012). The acute effect of a caffeine-containing energy drink on mood state, readiness to invest effort, and resistance exercise to failure. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2858-2865.
- Ganio, M. S., Klau, J. F., Casa, D. J., Armstrong, L. E., & Maresh, C. M. (2009). Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: a systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 315-324.
- Glaister, M., Howatson, G., Abraham, C. S., Lockey, R. A., Goodwin, J. E., Foley, P., & McInnes, G. (2008). Caffeine supplementation and multiple sprint running performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(10), 1835-1840.
- Goldstein, E. R., Ziegenfuss, T., Kalman, D., Kreider, R., Campbell, B., Wilborn, C., Taylor, L., Willoughby, D., Stout, J., & Graves, B. S. (2010). International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7(1), 5.
- Green, J. M., Wickwire, P. J., McLester, J. R., Gendle, S., Hudson, G., Pritchett, R. C., & Laurent, C. M. (2007). Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during resistance training. *International journal of sports physiology and performance*, 2(3), 250-259.
- Greer, F., McLean, C., & Graham, T. (1998). Caffeine, performance, and metabolism during repeated Wingate exercise tests. *Journal of applied physiology*, 85(4), 1502-1508.

- Grgic, J., & Mikulic, P. (2017). Caffeine ingestion acutely enhances muscular strength and power but not muscular endurance in resistance-trained men. *European journal of sport science*, 17(8), 1029-1036.
- Ivy, J., Costill, D., Fink, W., & Lower, R. (1979). Influence of caffeine and carbohydrate feedings on endurance performance. *Pulse*, 1620(16.18), 1693.
- Landolt, H.-P. (2008). Sleep homeostasis: a role for adenosine in humans? *Biochemical pharmacology*, 75(11), 2070-2079.
- Laurent, D., Schneider, K. E., Prusaczyk, W. K., Franklin, C., Vogel, S. M., Krssak, M., Petersen, K. F., Goforth, H. W., & Shulman, G. I. (2000). Effects of caffeine on muscle glycogen utilization and the neuroendocrine axis during exercise. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 85(6), 2170-2175.
- Lippi, D. (2013). Chocolate in history: food, medicine, medi-food. In (Vol. 5, pp. 1573-1584): MDPI.
- Marriott, M., Krstrup, P., & Mohr, M. (2015). Ergogenic effects of caffeine and sodium bicarbonate supplementation on intermittent exercise performance preceded by intense arm cranking exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12(1), 1-8.
- McCormack, W. P., & Hoffman, J. R. (2012). Caffeine, energy drinks, and strength-power performance. *Strength & Conditioning Journal*, 34(4), 11-16.
- McLellan, T. M., Caldwell, J. A., & Lieberman, H. R. (2016). A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neurosci Biobehav Rev*, 71, 294-312. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.09.001>
- Mohr, M., Nielsen, J. J., & Bangsbo, J. (2011). Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. *Journal of applied physiology*, 111(5), 1372-1379.
- Nehlig, A. (2016). Effects of coffee/caffeine on brain health and disease: What should I tell my patients? *Pract Neurol*, 16(2), 89-95. <https://doi.org/10.1136/practneurol-2015-001162>
- Norum, M., Risvang, L. C., Bjørnsen, T., Dimitriou, L., Rønning, P. O., Bjørgen, M., & Raastad, T. (2020). Caffeine increases strength and power performance in resistance-trained females during early follicular phase. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(11), 2116-2129.
- Sabblah, S., Dixon, D., & Bottoms, L. (2015). Sex differences on the acute effects of caffeine on maximal strength and muscular endurance. *Comparative Exercise Physiology*, 11(2), 89-94.
- Sainbayar, E. (2016). Effects Of Caffeine Capsules On Dynamic And Static Balance.
- Spriet, L. L. (2014). Exercise and sport performance with low doses of caffeine. *Sports Medicine*, 44, 175-184.
- Tallis, J., Bradford, C., Duncan, M. J., Ledington-Wright, S., Higgins, M. F., & Hill, M. (2020). The effect of acute caffeine ingestion on cognitive dual task performance during assessment of static and dynamic balance in older adults. *Nutrients*, 12(12), 3653.
- Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Roelofs, E. J., Hirsch, K. R., & Mock, M. G. (2016). Effects of coffee and caffeine anhydrous on strength and sprint performance. *European journal of sport science*, 16(6), 702-710.
- WADA. (2022). Prohibited List International Standard. World Anti-Doping Agency. https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/2022_wada_prohibited_list_en.pdf.
- Wikoff, D., Welsh, B. T., Henderson, R., Brorby, G. P., Britt, J., Myers, E., Goldberger, J., Lieberman, H. R., O'Brien, C., & Peck, J. (2017). Systematic review of the potential adverse effects of caffeine consumption in healthy adults, pregnant women, adolescents, and children. *Food and chemical toxicology*, 109, 585-648.

Williams, A. D., Cribb, P. J., Cooke, M. B., & Hayes, A. (2008). The effect of ephedra and caffeine on maximal strength and power in resistance-trained athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 464-470.

Yildirim, U. C. (2022). Kafein Alımının 3x3 Basketbolcuların Fiziksel Performansına Akut Etkisi. Efe Akademi Yayınları.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).