

Adölesan Kız Hentbolcularda, Düşük Doz Kahve Tüketiminin Anaerobik Performansa Akut Etkileri

The Acute Effects of Low-Dose Coffee Consumption on Anaerobic Performance in Adolescent Female Handball Players

 Celil KAÇOĞLU^a

^aAntrenörlük Eğitimi Bölümü,
Eskişehir Teknik Üniversitesi
Spor Bilimleri Fakültesi,
Eskişehir, TÜRKİYE

Received: 17 Jun 2019
Received in revised form: 12 Jul 2019
Accepted: 16 Jul 2019
Available online: 19 Jul 2019

Correspondence:
Celil KAÇOĞLU
Eskişehir Teknik Üniversitesi
Spor Bilimleri Fakültesi,
Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Eskişehir,
TÜRKİYE/TURKEY
ckacoglu@eskisehir.edu.tr

ÖZET Amaç: Kafein, amatör ve profesyonel sporcular arasında en yaygın kullanılan ergojenik desteklerden biridir. İçerdiği kafein oranı bakımından en önemli kafein kaynaklarından biri kahvedir. Kafeinin atletik performansa etkileri kapsamlı olarak araştırılmasına rağmen adölesanlarda anaerobik performansa etkileriyle ilgili yeterli çalışma olmamakla birlikte çoğunlukla erkeklerde yapılmış olan mevcut araştırmaların sonuçları da kesin değildir. Bu araştırmanın amacı, düşük doz kahve tüketiminin adölesan kız hentbolcularda anaerobik performansa akut etkilerini incelemektir. **Gereç ve Yöntemler:** Bu araştırmaya kahve tüketim alışkanlığı olmayan 18 hentbol sporcusu kız (ortalama±standart sapma; yaş: 13,4±0,8 yıl; boy: 161±7 cm; kilo: 55±11,1 kg; vücut yağ yüzdesi: %24,9±4,45) gönüllü olarak katılmıştır. Testlerden yaklaşık on gün önce tüm katılımcılara test ve ölçümlerin birebir deneme ve tanımları yapılmıştır. Katılımcılar, kahve tüketimi sonrası (Kahve) ve kahve tüketmeden (Kontrol) olmak üzere bir hafta ara ile iki kez teste katılmışlardır. Katılımcılar düşük doz kafein içeren kahve (0,05 g/kg) tükettikten 60 dk sonra testlere geçilmiştir. **Bulgular:** Tüm katılımcılar 30-s Wingate anaerobik bisiklet testine katılmışlardır. Kahve tüketimi sonrası ve kontrol şartlarında yapılan test sonucu elde edilen maksimum güç (p=0,913), ortalama güç (p=0,201) ve yorgunluk indeksi (p=0,833) değerlerinde anlamlı fark olmadığı görülmüştür. **Sonuç:** Kahve ve kontrol ölçüm sonuçlarında maksimum güç, ortalama güç ve yorgunluk indeksi değerlerinin benzer olduğu söylenebilir. Analiz sonuçları, adölesan hentbolcu kızlarda düşük doz kafein içeren (~1,5-1,7 mg/kg) akut kahve tüketiminin maksimum güç, ortalama güç ve yorgunluk indeksine ergojenik etki ortaya çıkarmada yeterli olmadığını göstermiştir. Kahve tüketiminin adölesan ve çocuklarda atletik performansa etkileri ve bu etkilerin altında yatan mekanizmalarla ilgili doz-yanıt ilişkisi çerçevesinde yapılacak plasebo kontrollü yeni araştırmalara ihtiyaç olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kafein; kahve; adölesan; anaerobik performans; ergojenik maddeler

ABSTRACT Objective: Caffeine, is one of the most widely used ergogenic aid among amateur and professional athletes. Coffee is one of the most important caffeine source. Although the effects of caffeine on athletic performance have been investigated extensively. But the results of the current studies about the effects of coffee consumption on anaerobic performance are equivocal. Besides there are not enough studies the effects on adolescents and female athletes. Therefore, the aim of this study was to investigate the effects of acute coffee consumption with low-dose of caffeine on anaerobic performance in adolescent female handball players. **Material and Methods:** In this study, non-heavy coffee consumers 18 adolescent female handball player (mean±standard deviation; age: 13.4±0.8 years, height: 161±7 cm, weight: 55±11.1 kg, body fat percentage: 24.9±4.45%) voluntarily participated. All participants were presented with anaerobic test as a familiarization trial about ten days before the tests. Participants participated in the test twice a week after coffee consumption (Coffee) and without consuming coffee (Control). All participants participated in the 30-s Wingate anaerobic cycle test. Participants underwent tests after 60 minutes of consuming low-dose caffeine-containing coffee (0.05 g/kg). **Results:** The results of this study showed that there was no significant difference between coffee and control conditions in the maximum power (p=0.913), mean power (p=0.201) and fatigue index (p=0.833). **Conclusion:** According to the results coffee have no effect on maximum power, mean power and fatigue index values. The results of the analysis showed that the consumption of coffee with low-dose caffeine (~1.5-1.7 mg/kg) in adolescent handball female players was not sufficient to produce an ergogenic effect on maximal power, mean power and fatigue index. Further studies can be designed to investigate the effects and the underlying mechanisms of acute coffee consumption on athletic performance in adolescents and children with placebo controlled trials.

Keywords: Caffeine; coffee; adolescent; anaerobic performance; ergogenic substances

Besin takviyeleri, rutin beslenmeye ek olarak sağlık amacıyla veya ergojenik destek olarak performansta artış elde etme amacıyla günlük tüketim miktarının üzerinde tüketilen vitamin, mineral, amino asit, bitkisel besin maddesi, besin bileşeni, gıda veya gıda dışı bileşikler olarak tanımlanabilir.¹ Kafein de performans artırıcı olarak 30 yıldan fazla bir süredir sporcular tarafından ergojenik destek olarak kullanılmakta olup, atletik performansa etkileri kapsamlı olarak araştırılmıştır.^{2,3}

Doğal olarak yetişen bitkisel bir alkaloid ve psikostimülan olan kafein, metilksantin (1,3,7-trimethylxanthine) olarak sınıflandırılır. Metilksantinlerin örneklerinden olan teofilin ve teobromin gibi etken maddeler içermektedir.^{4,5} Ayrıca santral sinir sistemi (SSS)'ni uyarıcı etkisinden dolayı amfetaminlere benzer fakat daha düşük bir etkiye sahiptir.² Kafein, en fazla tüketilen ve uzun dönem kullanımının bilinen yan etkisi olmayan bir ilaçtır. İçeriğinde etken maddeler olduğu ve herhangi bir besin değerine sahip olmadığı için ilaç olarak değerlendirilmektedir.^{2,5,6}

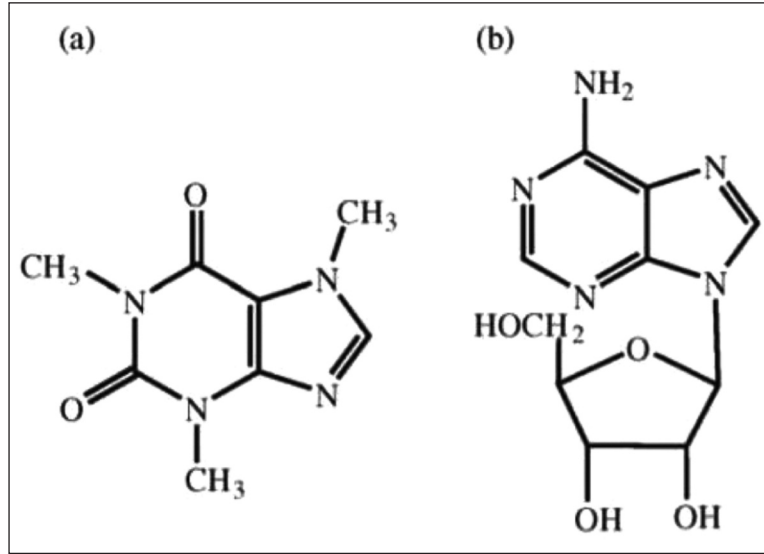
Dünyada her yaş grubu tarafından kullanılan kafein, birçok bitkinin yapısında doğal olarak bulunmaktadır. Kahve çekirdekleri, çay yaprakları, kakao çekirdekleri, kola cevizleri, "guarana", "yerba mate" başta olmak üzere 60'tan fazla bitki türünde farklı oranlarda kafein bulunmaktadır. Bununla beraber çikolatalar, gazlı içecekler, enerji içecekleri gibi birçok hazır gıda ve ayrıca iştah kesiciler, analjezikler, uyarıcı önleyiciler, soğuk algınlığı ilaçlarıyla da vücuda alınabilmektedir.^{2,5,7-9}

Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'ndeki erişkinlerin %85-90'ı günlük rutin olarak kahve, çay, kola ve enerji içeceği formunda kafein tüketmektedirler.^{10,11} Kafein tüketen erişkinlerde ortalama günlük tüketim miktarı 280 mg'dır ve bu da iki kupa kahveye eşittir.¹² ABD'de ortalama günlük kafein tüketimi erişkinlerde 2,4 mg/kg (2 kupa kahveye eşit), çocuklarda ise 1,1 mg/kg'dır.⁵ Tüketim oranlarına göre en önemli kafein kaynakları kahve (%71), gazlı içecekler (%16) ve çaydır (%12).⁷ Erişkinler arasında en önemli kafein kaynağı kahve iken, çocuk ve gençlerde (<18 yaş) gazlı içecekler-

dir.^{7,13} Kahve, diğer içeceklere göre daha fazla kafein içermekle birlikte yaygın ve sık olarak tüketilmektedir. Kafein tüketiminin yaklaşık %75'i kahve formunda tüketilmektedir. Yaklaşık bir fincan kahve (150 mL) 90-150 mg kafein içerirken, aynı miktarda çözünebilir kahve 40-108 mg, kafeinsiz kahve ise 2-5 mg kafein içermektedir.^{5,11} Kahvenin, kafein dozu eşit olduğunda (egzersizden 60 dk önce, 3-9 mg/kg) en az kafein kadar ergojenik etki gösterdiği ortaya konulmuştur.¹⁴

Günlük 400 mg'a kadar günlük kafein tüketiminin sağlıklı bireylerde güvenli olduğu ve bir yan etkisinin olmadığı hatta sağlık açısından bazı yararları olduğu belirtilmektedir. Güvenli kullanımı 6-12 yaş çocuklarda günlük 45-85 mg, 12 yaşından büyüklerde ise günlük 2,5 mg/kg olarak belirtilmiştir.^{13,15} Bu doz aralığında (3-9 mg/kg) kullanıldığında güvenli olduğu, fakat 9 mg/kg'dan fazla dozlarda tüketilmesinin performansı artırmadığı gibi anksiyete, baş ağrısı, mide bulantısı veya uykusuzluk, kusma, hipertansiyon, hipotansiyon, hiperaktivite gibi negatif yan etkiler nedeniyle performansta düşüslere yol açabileceği belirtilmektedir.^{1,4,10,13,14} Yüksek miktarda kafein tüketiminin bu etkileri çocuk ve gençlerde de genellenebileceği gibi, yüksek kafein tüketiminin çocuklarda baş ağrısı, iştahsızlık, uyku problemleri, mide ağrısı, algisal ve bilişsel performansta düşüşe neden olabileceği raporlanmıştır.¹⁶⁻¹⁸

Kafein, vücut tarafından emildiğinde merkezi ve çevresel birçok farmakolojik etkiye neden olmaktadır. Kafein yapısal olarak adenezine benzer ve jeneralize inhibitör fonksiyona sahiptir (Şekil 1).⁴ Beyin, yüksek adenezin reseptör düzeyine sahiptir ve adenezin genellikle serotonin, dopamin, asetilkolin, norepinefrin gibi nörotransmitterlerin konsantrasyonunu düşürür.¹⁹ Kafein, adenezin reseptör antagonistidir. Beyin-kan bariyerinden kolayca geçebildiği için SSS adenezin reseptörlerini bloke eder.^{1,5,20} A1, A2A, A2B ve A3 adenezin reseptör antagonistlerini harekete geçirerek adenezin reseptör bölgelerini işgal eder. Böylelikle adenezinin neden olduğu yorgunluk etkisini azaltarak uyarıcı tipte bir etki yaratır ve bunun sonucunda yoğun egzersizler sırasındaki performansta bir artış ortaya çıkarabilir.^{20,21} Kafeinin atletik per-



ŞEKİL 1: Kafein (a) ve adenosin (b) arasındaki yapısal benzerlik.⁴

formansa etkisinin altında; endorfin salınımında artış, egzersiz sonrası lenfositleri aktivasyon, nörofil fonksiyonundaki düşüşlerde azalma, nöromusküler fonksiyonda artış, nörotransmitter salınımında artış, motor ünite ateşleme sıklığında artış, SSS'yi uyararak uyanıklık ve odaklanmada artış, lipoliz uyarımı, yağ oksidasyonuna ve katekolamin salınımına etkisi, oksijen alımında, metabolik hızda, serotonin seviyesinde, endorfin salınımında ve sempatetik aktivitede artış, adenosin antagonizmasıyla inhibitör nöronların aktivitesinde azalma ve egzersiz sırasındaki efor ve ağrı algısında düşüş, ağrı kesici ve analjezik etkisi, pulmoner düz kaslarda gevşeme, bronşiyal dilatasyon, solunum oranında, nabızda artış, reaksiyon zamanında, maksimum kuvvet, kassal dayanıklılık ve güçte artış, sistolik kan basıncında artış etkisi yatmaktadır.^{1,3,5,6,10,14,22}

Kafeinin performansa olan etkilerinin altında, adipoz dokudan kaslara serbest yağ asitlerinin mobilizasyonunda ve yağ oksidasyonunda artış ile birlikte kas glikojenini koruma rolünün olduğu bildirilmektedir.²³ Bununla beraber iyi antrenmanlı ya da rekreasyonel olarak aktif bireylerde dayanıklılık performansına ve anaerobik performansa pozitif etkileri olduğunu belirten sonuçlar bulunmaktadır.^{24,25} Bunun yanı sıra sıçrama, sprint gibi kuvvet ve güç içeren kısa süreli ve yüksek şiddetli performansları artırdığını, değiştirmedini ya da

düşürdüğünü gösteren sonuçların olması bu konuda ortak bir konsensüs oluşmasını güçleştirmektedir.^{2,21,26-30} Bununla beraber kafeinin anaerobik aktivitelere etkileriyle ilgili yapılan çalışmaların çoğunluğu erkekler üzerinde yapılmış olup, kadın sporcularda çok sınırlı kaynak bulunmaktadır.^{10,31} Kafein ve kahvenin performans artırma amaçlı kullanımını fiziksel olarak aktif birçok birey arasında oldukça yaygın olmasına rağmen kafeinin ergojenik yardımcı etkileriyle ilgili çalışmaların büyük çoğunluğu erkek katılımcılarda yapıldığından sonuçlar yorumlanırken bu göz önüne alınmalıdır.^{5,10,14,32} Kadın sporcuların %65'inin ergojenik destek aldığı belirtilmekle birlikte, cinsiyetler arasındaki fizyolojik ve morfolojik farklılıklardan dolayı kadın ve erkekler kafeine benzer yanıtlar sergileyemeyebilirler.³²

Kafeinin erişkinlerde performansa etkileri ile ilgili birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen çocuk, adolesan ve genç nüfusta kafeinin fizyolojik, psikolojik ve davranışsal etkileri ile ilgili yapılan deneysel araştırma sayısı sınırlıdır. Buna rağmen yüksek kafein içeren içeceklerin çocuk ve gençler arasındaki tüketimi giderek artmaktadır.^{18,33} Çocuk ve adolesanların %75'inden fazlası düzenli kafein tüketmektedir. Bununla birlikte 6-11 yaş çocuklarda günlük ortalama kafein tüketimi 25 mg/kg, 12-17 yaş adolesanlarda ise 50 mg/kg'dır.³³

Çocuklarda kafein tüketiminin etkileri ile ilgili yapılan çalışma sonuçları farklılık göstermektedir.¹⁸ Örneğin, 8-10 yaş erkek çocuklarda (5 mg/kg) akut kafein tüketiminin ortalama güçte artış sağladığı, maksimum güce ise etkisinin olmadığı belirtilmiştir.³⁴ Yaş ortalaması 14 yıl olan elit erkek futbolcularda kafein tüketiminin (6 mg/kg) reaksiyon zamanını artırdığı ve çeviklik performansına etkisi olabileceği belirtilmiştir.³⁵ Bununla birlikte 7-9 yaş kız ve erkeklerde (3-5 mg/kg) kafein tüketiminin submaksimal bisiklet testi sırasındaki metabolik ve solunum yanıtlarına etkisi olmadığı, 7-9 yaş erkeklerde nabızını düşürmesi dışında kan basıncı ve metabolizmaya (RER ve $\dot{V}O_2$) etkisinin olmadığı belirtilmiştir.^{36,37} Kafein ile ilgili literatüre genel olarak bakıldığında, yapılan çalışmaların yaklaşık %79'u erişkin bireylerle ilgili iken, %4'ünün 12-19 yaş adölesanlar, %2'sinin ise 3-11 yaş çocuklarla ilgili olduğu görülmektedir.³⁸ Kafeinin anaerobik performansa etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar az olmakla birlikte, çocuk ve gençlerdeki etkilerine yönelik çalışma sayısı daha da azdır ve bu çalışmalar da çoğunlukla erkek çocuklarıyla yapılmıştır. Buna göre bu araştırmanın amacı, düşük doz kahve tüketiminin adölesan kız hentbolcularda anaerobik performansa akut etkilerini incelemektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu araştırmaya, 18 hentbol sporcusu kız [ortalama (ort.)±standart sapma (ss)]; yaş: 13,4±0,8 yıl; boy: 161±7 cm, kilo: 55±11,1 kg, vücut yağ yüzdesi: %24,9±4,45) gönüllü olarak katılmıştır. Tüm katılımcılar bir hafta arayla biri tanıtım ve deneme, diğer ikisi ise ölçüm olmak üzere toplam 3 kez laboratuvara gelmişlerdir. Bu çalışmaya; yoğun kahve veya kafein içeren gazlı içecekler tüketme alışkanlığı olmayan, sigara kullanmayan, son üç ay içinde ergojenik destek kullanmamış, en az 2 yıllık haftada 2-4 gün hentbol antrenmanı geçmesine sahip, ilaç kullanmayan, herhangi bir alt ekstremitte spor yaralanması geçmişi olmayan sağlıklı hentbolcu kızlar dâhil edilmiştir. Katılımcılara araştırma süresince rutin beslenmelerini sürdürmeleri, testlerden önceki 48 saat içinde kafein tüketmelerini, 24 saat içinde ise yorucu egzersizlerden

uzak durmaları ve testten en az 2 saat öncesi yemek yememeleri deneme ve tanıtım günü sözel olarak belirtilmiştir. Testlerin, günün aynı saat aralığında (13:00-15:00) yapılmasına özen gösterilmiştir. Bu araştırma için Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulundan etik onay alınmıştır (Karar tarihi: 27.05.2019, Protokol No:14232). Araştırma öncesinde katılımcılar ve ebeveynleri tamamıyla bilgilendirilmiş olup, ebeveynlerden ve katılımcılardan yazılı izin alınmıştır. Araştırma prosedürleri 2008 Helsinki Deklarasyonu'nun insan araştırmaları etik standartlarına uygun şekilde yerine getirilmiştir.

Wingate anaerobik güç testi, Eskişehir Teknik Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi İnsan Performans Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Anaerobik güç testinin tanıtım ve deneme sırasında tüm katılımcılara test birebir olacak şekilde uygulanmıştır. Bu deneme ve tanıtım gününde katılımcıların boy, kilo ve vücut yağ yüzdesi ölçümleri de yapılmıştır. Katılımcılar kahve tüketimi sonrası (Kahve) ve kahve tüketmeden (Kontrol) olmak üzere bir hafta ara ile iki kez teste katılmışlardır. Deneme ve tanıtım gününden yaklaşık 10 gün sonra yapılan ilk test gününde katılımcılar, ilk olarak kahve tüketmişlerdir. Bu araştırmada, kahve olarak 0,05 g/kg (~1,5-1,7 mg/kg kafein) çözünebilir kahve (Nescafe Classic, Nestle®, India Ltd., Nanjangud) kullanılmıştır. Kahve, oda sıcaklığındaki su (150 mL) ile karıştırılarak katılımcılara saydam olmayan kapalı pet şişelerde testten 60 dk önce verilmiştir.³⁹⁻⁴² Çözünebilir kahve yaklaşık %3,4 kafein içerdiği gibi çocuk ve adölesanlarla ilgili yapılan çalışmalarda çoğunlukla 2,5 mg/kg kafein kullanılmıştır.³⁸ İlk testten yaklaşık bir hafta sonra yapılan ikinci test gününde ise testten 60 dk önce ilk testteki aynı miktar ve ısıdaki su kahvesiz olarak verilmiş ve bu 60 dk'lık süre sonunda anaerobik teste geçilmiştir.

Wingate anaerobik testi, bir bisiklet ergometresinde (Peak Bike, Monark Exercise AB 894E, İsveç) uygulanmıştır. Her test öncesinde bisiklet ergometresinin oturma yüksekliği katılımcının bacak boyuna göre ayarlanmıştır. Test sırasında katılımcının ayaklarının pedallardan çıkması için ayakları pedallara kayışla sabitlenmiştir. Katılımcının

test öncesinde ölçülen vücut ağırlığının kilogramı başına 75 g'lık serbest ağırlık test öncesinde ergometrenin kesesine yerleştirilmiştir. Sonrasında bisiklet ergometresinde yüksüz olarak 60-70 devir/dk pedal hızında 5-7 dk'lık ısınma uygulanmış ve bu ısınmayı takiben 3-5 dk dinlenme verilmiştir. Dinlenmeden sonra teste geçilmeden önce ise katılımcılara teste başlamadan önce kendilerini iyi hissedip hissetmedikleri sorulmuş ve olumlu yanıt alındığında deneme ve tanıtım gününde olduğu şekilde test süreci bir kez daha katılımcıya açıklanmıştır. Bu kısımda katılımcıya testin ilk 3-4 s'inde yüksüz olarak maksimum pedal çevirme hızına ulaşması gerektiği, test süresi boyunca pedalları maksimum hızda çevirmesi gerektiği ve test süresince bisiklette oturur pozisyonda olması gerektiği söylenmiş ve sonrasında 30 s süreli Wingate anaerobik güç testine geçilmiştir. Test, araştırmacının "başla" işaretiyle başlamış ve testin ilk 3-4 s'lik kısmında mümkün olan maksimum hıza (160-170 rpm) ulaştığı görüldüğünde daha önce katılımcının vücut ağırlığına göre hesaplanıp (75 g/kg) bisiklet ergometresinin kesesine yerleştirilmiş olan ağırlıklar serbest bırakılmıştır. Test, ilk 4 s yüksüz ve sonraki 30 s yüklü olmak üzere toplamda 34 s sürmüştür. Test esnasında katılımcılar test süresince sözlü olarak sürekli olarak cesaretlendirilmişlerdir. Test sonrası katılımcılardan baş dönmesi, mide bulantısı problemlerini azaltmak için 2-3 dk düşük şiddette pedal çevirmeleri istenmiştir. Testin ilk 5 s'inde sergilenen en yüksek güç maksimum anaerobik güç olarak, 30 s test süresince sergilenen güç ise ortalama güç olarak belirlenmiştir. Yorgunluk indeksi (Yİ) ise aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenmiştir:⁴³⁻⁴⁶

$$Yİ (\%) = \frac{(\text{Maksimum Güç} - \text{Minimum Güç})}{\text{Maksimum Güç}} \times 100$$

Tüm değişkenler ort. ve ss olarak belirlenmiştir. Verilerde uç değer olmadığı kutu grafiklerinde görülmüştür. Verilerin normal dağılım gösterdiği

ise Shapiro-Wilk analiziyle belirlenmiştir ($p > 0,05$). Kahve ve kontrol şartlarında yapılan testler arasında fark olup olmadığı Eşleştirilmiş Örneklem T-testi ile hesaplanmıştır. Testler sonucu elde edilen verilerin analizi için SPSS 20 analiz programı kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Kahve tüketimi sonrası ve kontrol şartlarında yapılan testler sonucu elde edilen maksimum güç, ortalama güç ve yorgunluk indeksi verilerinin analiz sonuçları Tablo 1'de görülmektedir. Buna göre maksimum güç ($p=0,913$), ortalama güç ($p=0,201$) ve yorgunluk indeksi ($p=0,833$) değerlerinde kahve ve kontrol ölçümleri arasında anlamlı fark olmadığı görülmüştür.

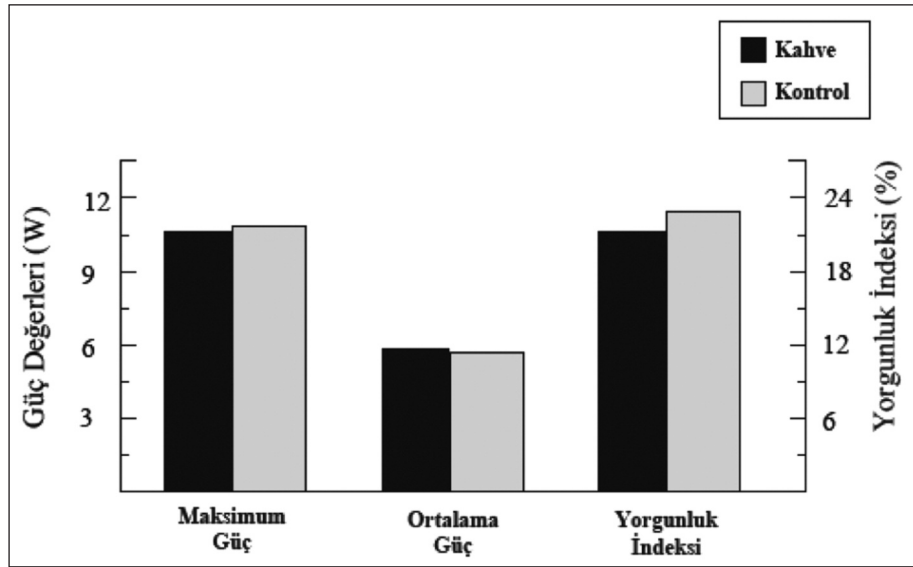
Analiz sonuçlarına göre maksimum güç, ortalama güç ve yorgunluk indeksi değerlerinin kahve ve kontrol ölçümlerinde benzer olduğu söylenebilir. Şekil 2'de görülebileceği gibi, kahve tüketimi sonrası yorgunluk indeksi değerlerinin kontrol değerlerine göre istatistiksel olmamasına rağmen küçük bir oranda daha düşük olduğu görülmektedir.

TARTIŞMA

Bu araştırmanın amacı, hentbolcu adölesan kızlarda düşük doz kafein içeren akut kahve tüketiminin anaerobik güç performansına etkilerinin incelenmesi idi. Sonuçlara göre araştırmanın ana bulgusu, düşük doz (0,05 g/kg) akut kahve tüketiminin adölesan hentbolcu kızlarda maksimum ve ortalama anaerobik güç çıktısını geliştirmede etkili olmadığıdır. Bunun yanında, istatistiksel olarak anlamlı fark olmamasına rağmen yorgunluk indeksi oranlarının kahve tüketimi sonrası küçük bir oranda (~%2) daha düşük olduğu görülmektedir.

TABLO 1: Maksimum güç, ortalama güç ve yorgunluk indeksi değerleri.

	Maksimum güç	p	Ortalama güç	p	Yorgunluk indeksi	p
Kahve	10,82±1,25	0,913	5,78±0,55	0,201	20,98±18,45	0,833
Kontrol	10,85±1,84		5,64±0,48		22,87±26,59	



ŞEKİL 2: Maksimum güç, ortalama güç ve yorgunluk indeksi ortalama değerleri.

Kahve tüketimi sonrası ve kontrol şartlarındaki ölçümlerde maksimum güç ve ortalama güç çıktıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur. Kısa süreli yüksek şiddetli egzersizlerden yaklaşık 60 dk önce tüketilen 3-6 mg/kg kafeinin kısa süreli anaerobik maksimum güç ve ortalama güç performansını yaklaşık %3-6,5 artırdığı belirtilmektedir.^{1,3,47,48} Glaister ve ark., rekreasyonel olarak aktif erkeklerde (21 yaş) 5 mg/kg akut kafein tüketiminin, 6 s süreli bisiklet ergometresinde yapılan sprint testi sırasındaki maksimum güçte artış sağladığını rapor etmişlerdir.⁶ Bu sonuçlara benzer olarak akut kafein tüketiminin 1 tekrar maksimum kuvvette, tükenene kadar tekrar sayısında, 1 km bisiklet performansı sırasındaki anaerobik güç çıktısında, üst beden anaerobik, tekrarlı anaerobik performansında, 200 m koşu performansında, yüksek açısız hızlarda maksimum izokinetik diz ekstansör kuvvetinde, aktif ve skuat sıçrama yüksekliğinde artış etkileri raporlayan araştırma sonuçları bulunmaktadır.^{14,25-27,42,47,49-51}

Kafeinin ragbi, basketbol, bisiklet ve güreş gibi bazı takım sporlarında ve bireysel sporlarda anaerobik performansa pozitif etkilerinin olduğu araştırma sonuçlarıyla ortaya konulmuştur. Kafeinin anaerobik performansa pozitif etkilerinin olduğunu gösteren bu sonuçların aksine voleybol ve futbolcularda anaerobik performansa etkisi olma-

dığını belirten araştırma sonuçları da bulunmaktadır.^{6,21,52-56}

Kafein tüketiminin erişkin erkeklerde anaerobik performansa etkisinin olmadığını, hatta maksimum güç çıktısında düşüşe neden olduğunu, izokinetik kuvvete etkisi olmadığını gösteren çalışmalar literatürde bulunmaktadır.^{2,29,30,46,57,58} Kafeinin anaerobik performansa etkileri ile ilgili çalışmaların büyük çoğunluğu, aktif erişkin erkek bireyler üzerinde yapılmış araştırmalardır.¹⁰ Kadın sporcularda yapılan çalışma sayısı az olmakla birlikte 1 tekrar maksimum kuvvette, voleybolcularda anaerobik tarzındaki performanslarda artış, ragbi ve futbol gibi takım sporcusu erişkin kadınlarda anaerobik performansı artırdığı; bunun aksi sonuçların belirtildiği çalışmalardan bazılarında erişkin kadın voleybolcularda anaerobik performansı artırmadığı, aktif kadınlarda ve iyi antrenmanlı bisikletçi kadınlarda anaerobik performansa etkisi olmadığı gibi tekrarlı anaerobik performansı düşürdüğü belirtilmektedir.^{28,55,59-64} Çalışma sonuçlarındaki bu çeşitlilik, ergojenik destek amacıyla tüketilen kafein ve kahvenin etkilerini yorumlarken tüketim zamanı, dozu, bireyin performans seviyesi, günlük kafein tüketimini sınırlama gibi faktörlerin adolesan kızlarda da dikkate alınması gerekliliğini ortaya koyar niteliktedir.⁶⁵ Menstrüasyonun performansa etkileriyle ilgili birçok araştırma yapılmış olmasına

rağmen negatif veya pozitif etkisinin olup olmadığı hakkında kesin bir konsensüs sağlanamadığı görülmektedir. Bu doğrultuda bu çalışmada, sporcuların menstrüasyon döngüleri göz ardı edilerek bir sınırlılık olarak değerlendirilmiştir.⁶⁶ Bu sonuçlar ışığında kafeinin, anaerobik egzersiz performanslarına akut etkilerinin net olarak bilinmediği söylenebilir.

Kafeinin ergojenik etki aralığı 3-6 mg/kg olarak belirtilmesine rağmen 1-2 mg/kg gibi az miktarlarda bile faydalı etkileri olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır.³⁹ Bunun yanında günlük kafein tüketimi düşük olan bireylerde (<50 mg/günlük), rutin kahve tüketenlere göre (>300 mg) daha fazla ergojenik etki gösterdiği rapor edilmiştir.⁵ Bu araştırmaya katılan bireylerin günlük rutin kahve tüketim alışkanlıklarının olmadığını belirtmelerine rağmen anaerobik performanslarında değişimin gözlemlenmemesi, egzersiz öncesi tüketilen düşük doz içeren kahvenin ergojenik etki ortaya çıkarmada yeterli olmadığını belirtir niteliktedir. Kahve veya susuz tüketilen kuru kahvenin anaerobik aktivitelerdeki etkileri submaksimal egzersizlerdeki etkileri kadar net ortaya konulmamış olmasına rağmen kahve tüketiminin (0,09 g/kg) antrenmanlı erişkin erkeklerde 1,6 km koşu performansında artış sağladığı, kuvvet antrenmanlı erişkin erkeklerde kahve tüketiminin (8,9 g çözünebilir kahve yaklaşık 303 mg kafein) tekrarlı anaerobik performansı artırdığı ve bu amaçla uygun bir kafein kaynağı olabileceği önerilmiştir.^{24,65,67} Bunun aksine aktif erişkin erkeklerde çözünebilir kahve tüketiminin anaerobik güç çıkışına ve 800 m koşu performansına etkisi olmadığını gösteren çalışmalar da vardır.^{68,69} Farklı formlarda hazırlanmış kahvenin performansa etkilerinin araştırıldığı çalışma örneklerinde Türk usulü hazırlanan kahvenin (3 mg/kg) 5 km performansında artış sağladığı, bunun aksine ise 2 haftalık düzenli Türk kahvesi tüketiminin (474 mg kafein), 50 km bisiklet performansına etkisinin olmadığı da belirtilmiştir.^{70,71}

Adölesan ve çocuklarda kafein tüketimi artmasına rağmen atletik performansa etkileriyle ilgili araştırmalar nispeten daha azdır. Adölesan ve çocuklarda yüksek doz kafein tüketimi erişkinler-

dekine benzer etkilere neden olabileceği gibi, 10-12 yaş kız ve erkek çocuklarda kola ve enerji içeceği gibi yüksek kafein içerikli içeceklerin tüketimi de doz-yanıt ilişkisi çerçevesinde baş ağrısı, iştahsızlık, uyku problemleri ve mide ağrısına neden olabilir.^{16,17} Ayrıca 9-11 yaşlarında fazla kafein tüketenlerde algısal ve bilişsel performansta düşüşler saptanmıştır.¹⁸ Bunun yanı sıra çocuk ve adölesanlarda yapılan yayınlar sınırlı olmakla birlikte, günlük 2,5 mg/kg kafein tüketiminin yan etkisinin olmadığı bildirilmektedir.³⁸ Bu çalışmada düşük doz kafein (~1,5-1,7 mg/kg) içeren kahvenin (0,05 g/kg) anaerobik performansa etkisinin olmaması, erişkinlerde yapılan bazı çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.^{2,29,46,58}

Adölesan ve çocuklarda kafein tüketiminin anaerobik performansa etkileriyle ilgili yapılan çalışma sayısı az olmakla birlikte, bunların çoğunluğu erkek bireylerde yapılan araştırmalardır. Turley ve ark.nın 8-10 yaş erkek çocuklarda farklı dozlarda akut tüketilen kafeinin anaerobik performansa etkilerini araştırdıkları çalışmada, 3 ve 5 mg/kg kafeinin, 30 s Wingate testi sırasında sergilenen maksimum ve ortalama güç çıkışında artışlar görülürken, 1 mg/kg doz kafeinin ise anaerobik performansa etkisi olmadığını belirtmişlerdir.⁴¹ Bu sonuçlarla karşılaştırıldığında, düşük doz kafeinin erkek çocuklarda anaerobik performansa etkisi olmaması ile hentbolcu adölesan kızların anaerobik güç çıktılarında farklılık görülmemesi benzerliklerinin, bu çalışmada tüketilen kahve içeriğindeki kafein miktarının düşük dozdaki kafein miktarına (~1,5-1,7 mg/kg) yakın olmasından kaynaklanabileceğini göstermektedir. Bu da düşük dozlarda tüketilen kafeinin, adölesan kızlarda ergojenik etki ortaya çıkarmaya yeterli olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Turley ve ark.nın bir başka çalışmasında, 8-10 yaş erkek çocuklarda kafein tüketimi (5 mg/kg) sonrası anaerobik ortalama güçte artış olduğu, maksimum güçte ise farklılık olmadığı rapor edilmiştir.³⁴ Bunun yanında kafeinin cinsiyetler arasındaki farkının puberte sonrası ortaya çıkmaya başladığı belirtilmektedir.¹⁶ Tüm bu sonuçlara göre kafeinin adölesanlarda anaerobik performansa etkileriyle ilgili netlik olmadığı söylenebilir.

Jordan ve ark., adölesan elit erkek futbolcularda (yaş ortalaması 14 yıl) akut kafein (6 mg/kg) tüketiminin reaksiyon zamanını artırdığını ve çeviklik performansına etkisi olabileceğini belirtmişlerdir.³⁵ Astley ve ark., yaş ortalaması 16 yıl olan judoculara 4 mg/kg akut kafein tüketiminin judo kondisyon testi performansını artırdığını ortaya koymuşlardır.⁷² Bu sonuçlara göre, kafeinin sağlıklı ve fiziksel olarak aktif adölesan bireylerdeki etkileriyle iyi antrenmanlı adölesanlardaki etkilerinin farklılık gösterebileceğini söylemek yanlış olmayacaktır. Fakat kafeinin iyi antrenmanlı adölesan erkek judocu ve futbolcularda anaerobik performansa etkisi olduğu sonucuyla bu çalışmanın sonuçları farklılık göstermektedir. Kafein tüketiminin antrenmansız bireylerde anaerobik performansa etkisinin olmadığı, antrenmanlı bireylerde ise etkisinin olduğu ve araştırma sonuçlarının değişkenlik gösterdiği belirtilmektedir.⁷³ Çalışmalar arasındaki farklılığın, kafein dozajındaki farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Turley ve ark.'nın çalışmasında da 3 ve 5 mg/kg kafein tüketen 7-9 yaş kız ve erkeklerde egzersiz öncesi ve egzersiz sırasındaki nabızda küçük düşüşler görülmesine rağmen 1 mg/kg tüketiminde farklılık olmaması da bunu destekler niteliktedir.³⁶

Kafein veya kahve tüketiminin en geniş ve tutarlı etkisi, uykuyu ve submaksimal egzersizlerde yorgunluğu geciktirmesidir.^{16,65} Aerobik yorgunluğu geciktirmesinin yanı sıra anaerobik yorgunluğu da geciktirdiği belirtilmektedir.⁷⁴ Erişkin kadın ve erkek bireylerde kafeinin (5-7 mg/kg) yorgunluk indeksine etkilerinin incelendiği bazı çalışmalarda yorgunluk indeksinde farklılık olmadığı görülmüştür.^{28,30,75} Bu araştırmanın sonucuyla benzerlik göstermesine rağmen kafein tüketimi sonrasında yorgunluk indeksi değerlerinde kontrol ölçümlerine göre istatistiksel olmayan bir oranda düşüş görülmesi, düşük dozlarda kafeinin iyi antrenmanlı adölesan takım sporcularında anaerobik yorgunluğa etkisinin olabileceği olasılığını akla getirmektedir.

Literatürdeki sonuçların çok çeşitlilik göstermesi; kafeinin içilme zamanı, miktarı, içeceklerin tipi ve içeriği, içeceğin içerdiği kafein miktarı, bi-

reyler arasında kafein metabolizmasındaki farklılıklar uzun ve kısa dönem tüketiminin performans geliştirme amacıyla kullanımında önemli rol oynadığını ortaya koyar niteliktedir.^{10,18} Kafeinin ergojenik yararlarının, büyüklüğü test edilen kas grubu, katılımcıların atletik özellikleri, uygulanan egzersiz protokolü, bireyler arası performans yanıtlarındaki değişkenliğin yüksek oluşu, gen polimorfizmi, tüketilen kafeinin dozu ve tipi gibi faktörlerin kombinasyonundan kaynaklı olabileceğini göstermektedir.^{15,31}

Akut kafein tüketiminin anaerobik performans etkilerinin altında yatan mekanizma net olmamakla birlikte, en muhtemel mekanizmanın adozin antagonizması kaynaklı olabileceği, ayrıca algılanan zorluk, reaksiyon zamanı, bilişsel ve ruhsal durumdaki etkilerinden kaynaklanabileceği belirtilmektedir.¹⁰ İleride yapılması planlanan çalışmalarda akut veya kronik kafein veya kahve tüketiminin anaerobik performansa etkileri araştırılabileceği gibi, en büyük kafein kaynağı olan kahvenin farklı kafein oranı ihtiva eden dozları ve farklı hazırlama teknikleriyle yapılan türlerinin atletik performansa etki açısından farklılık yaratıp yaratmayacağı araştırma konusu olarak değerlendirilebilir. Ayrıca yoğun egzersizler sonrası veya belli zaman aralıklarıyla turnuva özelliğinde birbirini izleyen spor aktiviteleri arasında tüketilen kahvenin toparlanmaya etkileri de farklı bir araştırma konusu olarak ele alınabilir.

SONUÇ

Bu araştırmanın bulgularına göre, düşük doz kahve tüketiminin adölesan kız hentbolcularda anaerobik güçte akut ergojenik bir etki ortaya çıkarmada yeterli olmadığı söylenebilir. Kahve tüketiminin atletik performansa etkileri ile ilgili doz-yanıt ilişkisinin gözetildiği, kafein ergojenik yardımcıları kahvenin performansa etkilerinin karşılaştırıldığı plasebo kontrollü yeni araştırmalara da ihtiyaç olduğu söylenebilir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya her-

hangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite

üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.

KAYNAKLAR

- Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018;28(2):104-25. [Crossref] [PubMed]
- Hoffman JR, Kang J, Ratamess NA, Jennings PF, Mangine GT, Faigenbaum AD. Effect of nutritionally enriched coffee consumption on aerobic and anaerobic exercise performance. *Strength Cond Res.* 2007;21(2):456-9. [Crossref] [PubMed]
- Peeling P, Binnie MJ, Goods PSR, Sim M, Burke LM. Evidence-based supplements for the enhancement of athletic performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018;28(2):178-87. [Crossref] [PubMed]
- Kerrigan S, Lindsey T. Fatal caffeine overdose: two case reports. *Forensic Sci Int.* 2005;153(1):67-9. [Crossref] [PubMed]
- Keisler BD, Armsey TD 2nd. Caffeine as an ergogenic aid. *Curr Sports Med Rep.* 2006;5(4):215-9. [Crossref] [PubMed]
- Glaister M, Muniz-Pumares D, Patterson SD, Foley P, McInnes G. Caffeine supplementation and peak anaerobic power output. *Eur J Sport Sci.* 2015;15(5):400-6. [Crossref] [PubMed]
- Frory CD, Johnson RK, Wang MQ. Food sources and intakes of caffeine in the diets of persons in the United States. *J Am Diet Assoc.* 2005;105(1):110-3. [Crossref] [PubMed]
- Andrews KW, Schweitzer A, Zhao C, Holden JM, Roseland JM, Brandt M, et al. The caffeine contents of dietary supplements commonly purchased in the US: analysis of 53 products with caffeine-containing ingredients. *Anal Bioanal Chem.* 2007;389(1):231-9. [Crossref] [PubMed]
- Uçar K, Göktaş Z. [Non-alcoholic fatty liver disease and caffeine]. *Bes Diy Derg.* 2018;46(2):183-91.
- Astorino TA, Roberson DW. Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: a systematic review. *J Strength Cond Res.* 2010;24(1):257-65. [Crossref] [PubMed]
- McLellan TM, Caldwell JA, Lieberman HR. A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neurosci Biobehav Rev.* 2016;71:294-312. [Crossref] [PubMed]
- Huntley ED, Juliano LM. Caffeine Expectancy Questionnaire (CaffEQ): construction, psychometric properties, and associations with caffeine use, caffeine dependence, and other related variables. *Psychol Assess.* 2012;24(3):592-607. [Crossref] [PubMed]
- Mitchell DC, Knight CA, Hockenberry J, Teplansky R, Hartman TJ. Beverage caffeine intakes in the US. *Food Chem Toxicol.* 2014;63:136-42. [Crossref] [PubMed]
- Grgic J, Mikulic P, Schoenfeld BJ, Bishop DJ, Pedisic Z. The influence of caffeine supplementation on resistance exercise: a review. *Sports Med.* 2019;49(1):17-30. [Crossref] [PubMed]
- Guimarães-Ferreira L TE, Jaffe DA, Cholewa JM. Role of caffeine in sports nutrition. In: Bagchi D, ed. *Sustained Energy for Enhanced Human Functions and Activity.* 1st ed. London; San Diego, CA; Kidlington, Oxford: Elsevier, Academic Press; 2017. p.299-319. [Crossref] [PubMed]
- Temple JL. Review: trends, safety, and recommendations for caffeine use in children and adolescents. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry.* 2018;58(1):36-45. [Crossref] [PubMed]
- Kristjánsson AL, Sigfusdóttir ID, Mann MJ, James JE. Caffeinated sugar-sweetened beverages and common physical complaints in Icelandic children aged 10-12 years. *Prev Med.* 2014;58:40-4. [Crossref] [PubMed]
- Owens JA, Mindell J, Baylor A. Effect of energy drink and caffeinated beverage consumption on sleep, mood, and performance in children and adolescents. *Nutr Rev.* 2014;72(Suppl 1):65-71. [Crossref] [PubMed]
- Spiet LL, Gibala MJ. Nutritional strategies to influence adaptations to training. *J Sports Sci.* 2004;22(1):127-41. [Crossref] [PubMed]
- Saltan FZ, Kaya H. [Coffee: pharmacognosic review]. *FABAD J Pharm Sci.* 2018;43(3):279-89.
- Salinero JJ, Lara B, Del Coso J. Effects of acute ingestion of caffeine on team sports performance: a systematic review and meta-analysis. *Res Sports Med.* 2019;27(2):238-56. [Crossref] [PubMed]
- Elkins RN, Rapoport JL, Zahn TP, Buchsbaum MS, Weingartner H, Kopin IJ, et al. Acute effects of caffeine in normal prepubertal boys. *Am J Psychiatry.* 1981;138(2):178-83. [Crossref] [PubMed]
- Maughan RJ, King DS, Lea T. Dietary supplements. *J Sports Sci.* 2004;22(1):95-113. [Crossref] [PubMed]
- Clarke ND, Richardson DL, Thie J, Taylor R. Coffee ingestion enhances 1-mile running race performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018;13(6):789-94. [Crossref] [PubMed]
- Andre T, Green M, Gann J, O'Neal E, Coates T. Effects of caffeine on repeated upper/lower body Wingates and handgrip performance. *International Journal of Exercise Science (IJES).* 2015;8(3):243-55.
- Duncan MJ, Stanley M, Parkhouse N, Cook K, Smith M. Acute caffeine ingestion enhances strength performance and reduces perceived exertion and muscle pain perception during resistance exercise. *Eur J Sport Sci.* 2013;13(4):392-9. [Crossref] [PubMed]
- Bloms LP, Fitzgerald JS, Short MW, Whitehead JR. The effects of caffeine on vertical jump height and execution in collegiate athletes. *J Strength Cond Res.* 2016;30(7):1855-61. [Crossref] [PubMed]
- Pereira LA, Curti JO, Camata TV, Gonçalves EM, Leite ST, Costa TG, et al. Caffeine does not change the anaerobic performance and rate of muscle fatigue in young men and women. *Medicina Sportiva.* 2010;14(2):67-72. [Crossref]
- Mahdavi R, Daneghian S, Jafari A, Homayouni A. Effect of acute caffeine supplementation on anaerobic power and blood lactate levels in female athletes. *J Caffeine Res.* 2015;5(2):83-7. [Crossref]

30. Woolf K, Bidwell WK, Carlson AG. The effect of caffeine as an ergogenic aid in anaerobic exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2008;18(4):412-29. [Crossref] [PubMed]
31. Brooks JH, Wyld K, Christmas BC. Caffeine supplementation as an ergogenic aid for muscular strength and endurance: a recommendation for coaches and athletes. *J Athl Enhanc.* 2016;5(4):1-7. [Crossref]
32. Glenn JM, Gray M, Gualano B, Roschel H. The ergogenic effects of supplemental nutritional aids on anaerobic performance in female athletes. *Strength & Conditioning Journal.* 2016;38(2):105-20. [Crossref]
33. Temple JL, Dewey AM, Briatico LN. Effects of acute caffeine administration on adolescents. *Exp Clin Psychopharmacol.* 2010;18(6):510-20. [Crossref] [PubMed]
34. Turley KR, Rivas JD, Townsend JR, Morton AB, Kosarek JW, Cullum MG. Effects of caffeine on anaerobic exercise in boys. *Pediatr Exerc Sci.* 2012;24(2):210-9. [Crossref] [PubMed]
35. Jordan JB, Korgaokar A, Farley RS, Coons JM, Caputo JL. Caffeine supplementation and reactive agility in elite youth soccer players. *Pediatr Exerc Sci.* 2014;26(2):168-76. [Crossref] [PubMed]
36. Turley KR, Bland JR, Evans WJ. Effects of different doses of caffeine on exercise responses in young children. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(5):871-8. [Crossref] [PubMed]
37. Turley KR, DeSisso T, Gerst JW. Effects of caffeine on physiological responses to exercise: boys versus men. *Pediatr Exerc Sci.* 2007;19(4):481-92. [Crossref] [PubMed]
38. Wikoff D, Welsh BT, Henderson R, Brorby GP, Britt J, Myers E, et al. Systematic review of the potential adverse effects of caffeine consumption in healthy adults, pregnant women, adolescents, and children. *Food Chem Toxicol.* 2017;109(Pt 1):585-648. [Crossref] [PubMed]
39. Tunnicliffe JM, Erdman KA, Reimer RA, Lun V, Shearer J. Consumption of dietary caffeine and coffee in physically active populations: physiological interactions. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2008;33(6):1301-10. [Crossref] [PubMed]
40. Hodgson AB, Randell RK, Jeukendrup AE. The metabolic and performance effects of caffeine compared to coffee during endurance exercise. *PLoS One.* 2013;8(4):e59561. [Crossref] [PubMed] [PMC]
41. Turley KR, Eusse PA, Thomas MM, Townsend JR, Morton AB. Effects of different doses of caffeine on anaerobic exercise in boys. *Pediatr Exerc Sci.* 2015;27(1):50-6. [Crossref] [PubMed]
42. Arteaga-Sacro AA, Villota-Bedoya DF. [Effect of acute caffeine consumption on the maximum force and blood lactate levels in sedentary young: randomized clinical trial]. *Univ Salud.* 2016;18(2):266-75. [Crossref]
43. Inbar O, Bar-Or O, Skinner JS. *The Wingate Anaerobic Test.* 1st ed. Champaign IL: Human Kinetics Books, 1996. p.8-11.
44. Beneke R, Pollmann C, Bleif I, Leithäuser R, Hütler M. How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans? *Eur J Appl Physiol.* 2002;87(4-5):388-92. [PubMed]
45. Maud PJ, Foster C. *Physiological Assessment of Human Fitness.* 2nd ed. USA, IL: Human Kinetics; 2006. p.319.
46. Cakir-Atabek H. Effects of acute caffeine ingestion on anaerobic cycling performance in recreationally active men. *Journal of Exercise Physiology Online (JEP).* 2017;20(1):46-58.
47. Wiles JD, Coleman D, Tegerdine M, Swaine IL. The effects of caffeine ingestion on performance time, speed and power during a laboratory-based 1 km cycling time-trial. *J Sports Sci.* 2006;24(11):1165-71. [Crossref] [PubMed]
48. Grgic J. Caffeine ingestion enhances Wingate performance: a meta-analysis. *Eur J Sport Sci.* 2018;18(2):219-25. [Crossref] [PubMed]
49. Duncan MJ, Dobbell AP, Caygill CL, Eyre E, Tallis J. The effect of acute caffeine ingestion on upper body anaerobic exercise and cognitive performance. *Eur J Sport Sci.* 2019;19(1):103-11. [Crossref] [PubMed]
50. Cardoso TE, De Aguiar RA, Turnes T, De Oliveira Cruz RS, Da Silveira BH, Lisboa FD, et al. [Effect of caffeine ingestion on 200 meter running performance]. *Motriz, Rio Claro.* 2013;19(2):298-305. [Crossref]
51. Duncan MJ, Thake CD, Downs PJ. Effect of caffeine ingestion on torque and muscle activity during resistance exercise in men. *Muscle Nerve.* 2014;50(4):523-7. [Crossref] [PubMed]
52. Wellington BM, Leveritt MD, Kelly VG. The effect of caffeine on repeat-high-intensity-effort performance in rugby league players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12(2):206-10. [Crossref] [PubMed]
53. Puente C, Abián-Vicén J, Salinero J, Lara B, Areces F, Del Coso J. Caffeine improves basketball performance in experienced basketball players. *Nutrients.* 2017;9(9):pii: E1033. [Crossref] [PubMed] [PMC]
54. Negaresh R, Del Coso J, Mokhtarzade M, Lima-Silva AE, Baker JS, Willems ME, et al. Effects of different dosages of caffeine administration on wrestling performance during a simulated tournament. *Eur J Sport Sci.* 2019;19(4):499-507. [Crossref] [PubMed]
55. Fernández-Campos C, Dengo AL, Moncada-Jiménez J. Acute consumption of an energy drink does not improve physical performance of female volleyball players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2015;25(3):271-7. [Crossref] [PubMed]
56. Pereira L, Bortolotti H, Pasquarelli B, Pedroso J, Avelar A, Estanislau C, et al. [The caffeine improves performance in repeated sprints ability test in young soccer players?]. *Rev Andal Med Deporte.* 2011;4(3):109-13.
57. Astorino TA, Terzi MN, Roberson DW, Burnett TR. Effect of two doses of caffeine on muscular function during isokinetic exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(12):2205-10. [Crossref] [PubMed]
58. Karayığit R, Yaşlı BÇ, Karabıyık H, Koz M, Ersöz G. [Effect of low dose caffeinated coffee on anaerobic power in physically active males]. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi.* 2017;15(4):157-64. [Crossref]
59. Goldstein E, Jacobs PL, Whitehurst M, Penhollow T, Antonio J. Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010;7:18. [Crossref] [PubMed] [PMC]
60. Pérez-López A, Salinero JJ, Abian-Vicen J, Valadés D, Lara B, Hernandez C, et al. Caffeinated energy drinks improve volleyball performance in elite female players. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(4):850-6. [Crossref] [PubMed]
61. Del Coso J, Portillo J, Muñoz G, Abián-Vicén J, Gonzalez-Millán C, Muñoz-Guerra J. Caffeine-containing energy drink improves sprint performance during an international rugby sevens competition. *Amino Acids.* 2013;44(6):1511-9. [Crossref] [PubMed]
62. Lara B, Gonzalez-Millán C, Salinero JJ, Abian-Vicen J, Areces F, Barbero-Alvarez JC, et al. Caffeine-containing energy drink improves physical performance in female soccer players. *Amino Acids.* 2014;46(5):1385-92. [Crossref] [PubMed]
63. Buck C, Guelfi K, Dawson B, McNaughton L, Wallman K. Effects of sodium phosphate and caffeine loading on repeated-sprint ability. *J Sports Sci.* 2015;33(19):1971-9. [Crossref] [PubMed]
64. da Silva CG, Cavazzotto TG, Queiroga MR. [Supplementation of caffeine and anaerobic power indicators]. *Journal of Physical Education.* 2014;25(1):109-16. [Crossref]
65. Anderson DE. Beneficial roles of caffeine in sports nutrition and beverage formulations. In: Bagchi D, ed. *Sustained Energy for Enhanced Human Functions and Activity.* 1st ed. London; San Diego, CA; Kidlington, Oxford.; Academic Press; 2017. p.321-35. [Crossref]
66. Ön S, Diker G, Özkamçı H. [Effect of menstrual cycle anaerobic power and active jumping performance at adolescent volleyball athletes]. *ENWSA-Sports Sciences.* 2014;9(2):32-42. [Crossref]

67. Trexler ET, Smith-Ryan AE, Roelofs EJ, Hirsch KR, Mock MG. Effects of coffee and caffeine anhydrous on strength and sprint performance. *Eur J Sport Sci.* 2016;16(6):702-10. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
68. Clarke N, Baxter H, Fajemilua E, Jones V, Oxford S, Richardson D, et al. Coffee and caffeine ingestion have little effect on repeated sprint cycling in relatively untrained males. *Sports (Basel).* 2016;4(3). pii: E45. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
69. Marques AC, Jesus AA, Giglio BM, Marini AC, Lobo PCB, Mota JF, et al. Acute caffeinated coffee consumption does not improve time trial performance in an 800-m run: a randomized, double-blind, crossover, placebo-controlled study. *Nutrients.* 2018;10(6).pii: E657. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
70. Church DD, Hoffman JR, LaMonica MB, Riffe JJ, Hoffman MW, Baker KM, et al. The effect of an acute ingestion of Turkish coffee on reaction time and time trial performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;12:37. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
71. Nieman DC, Goodman CL, Capps CR, Shue ZL, Arnot R. Influence of 2-weeks ingestion of high chlorogenic acid coffee on mood state, performance, and postexercise inflammation and oxidative stress: a randomized, placebo-controlled trial. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018;28(1):55-65. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
72. Astley C, Souza D, Polito M. Acute caffeine ingestion on performance in young judo athletes. *Pediatr Exerc Sci.* 2017;29(3):336-40. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
73. Akça F, Aras D, Arslan E. [Caffeine, mechanisms of action and effects on physical performance]. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi.* 2018;16(1):1-12. [[Crossref](#)]
74. Davis JK, Green JM. Caffeine and anaerobic performance: ergogenic value and mechanisms of action. *Sports Med.* 2009;39(10):813-32. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
75. Williams J, Signorile J, Barnes W, Henrich T. Caffeine, maximal power output and fatigue. *Br J Sports Med.* 1988;22(4):132-4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]