

Sporcularda Ergojenik Destekler

Ergogenic Supplements in Athletes

Hatice Merve BAYRAM^a, S. Arda ÖZTÜRKAN^a

^aİstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE

ÖZET Ergojenik destekler, iş üretmeye veya iş yapmaya yardım eden maddeler veya yöntemler olarak açıklanabilirler. Bunlar genellikle, günlük beslenme ile doğal olarak alınan besin öğelerinin sıvı, toz, jel ya da tablet formları şeklindedirler. Bu beslenme ürünleri; spor performansının artırılması, iyileşmenin hızlandırılması, kapasitesinin geliştirilmesi, kas yaralanmaları ve yorgunluğunun azaltılması gibi birçok amaçla kullanılmaktadır. Ergojenik desteklerin kullanımı özellikle son yıllarda oldukça artış göstermiş olup, neredeyse her hafta yeni bir ürün piyasada yerini almaktadır. Sporcuların temel hedefi, yaptıkları spor dallarında en iyi performans sergilemektir. Bu nedenle çoğu sporcu, amacına ulaşmak ve rakiplerine karşı avantaj sağlamak için ergojenik desteklere başvurmaktadır. Gün geçtikçe bu ergojenik desteklere olan ilginin artması, bu konu üzerine yoğunlaşılmasını gerektirmektedir. Bazı ergojenik desteklerin, sporcu performansı üzerine olumlu etkileri gösterilse de doğrudan sporcu sağlığını olumsuz yönde etkileyen ve piyasada satılan birçok üründe mevcuttur. Ergojenik desteklerin etkileri hakkındaki kanıtlar az sayıda ve çelişkilidir. Bu amaçla incelenen makaleler doğrultusunda, birkaç ergojenik destek dışında bunların olumlu etkisini kanıtlayan çalışmalar yetersiz ve az sayıda bulunmuştur. Unutulmamalıdır ki vücudun geliştirilmesi, sağlığın korunması ve yüksek sportif performansın ulaşılmaması ancak dengeli, düzenli ve amaca uygun beslenme yolu ile sağlanabilir. Ayrıca bu ürünler gelişigüzel kullanılmamalı, bu alanda yetişmiş bir diyetisyenden mutlaka yardım alınmalıdır. Bu derlemenin amacı ergojenik desteklerin sporcular üzerine olan etkilerini, son 15 yılın çalışmalarını içeren güncel literatür taraması ile fayda zarar bağlamında ele almaktır.

ABSTRACT Ergogenic supplements can be described as substances or methods that help to produce or do business. They are usually taken from natural and daily nutrition in the form of liquid, powder, gel or tablet forms of nutrients. These supplements are used for many purposes such as improving performance and capacity, accelerating healing, reducing muscle injuries and fatigue. The use of ergogenic supplements has increased considerably in recent years, and a new supplement is on the market almost every week. The main goal of the athletes is to provide the best performance in their sports branches. For this reason, most athletes use ergogenic supplements to achieve their goals and gain advantages over their competitors. The increasing interest in these ergogenic supplements needs to be focused on this issue. Although some ergogenic supplements have been shown to have positive effects on athletes performances, they are present in many commercially available products that directly affect athletes healths. Evidence of the effects of ergogenic supplements are limited and contradictory. The articles reviewed for this aim, there are few studies that prove their positive effect except for a few ergogenic supports. It should not be forgotten that the improvement of the body, the protection of health and improvement of sport performance can only be achieved through a balanced, regular and appropriate nutrition. In addition, these products should not be used, a dietician who is trained in the field should be absolutely help. The aim of this review is to examine the effects of ergogenic supplements on athletes with the current literature review including the studies of the last 15 years.

Anahtar Kelimeler: Ergojenik destek; sporcu beslenmesi; sporcu performansı; besin desteği

Keywords: Ergogenic supplement; sports nutrition; sports performance; nutritional supplements

Egzersiz sırasında performansın korunması, enerji ve su dengesi ile uygun makro ve mikro besin öğelerinin alımı gibi çeşitli diyet faktörlerine bağlıdır, ancak güç ve dayanıklılığı artırması, hedeflenen performansa daha hızlı ulaşım sağlaması ve egzersiz sırasında meydana gelebilecek yaralanma olasılığını

azaltmaya ve egzersiz sonrası iyileşmeye yardımcı olacağı düşüncesi ile ergojenik destekler sıklıkla sporcular tarafından kullanılmaktadır.^{1,2} Örneğin yapılan bir çalışmada, profesyonel tenis oyuncularının %81'inin en az 1 tane ergojenik destek aldığı tespit edilmiştir.³ Ankara'da vücut geliştirme alanında, ça-

Correspondence: S. Arda ÖZTÜRKAN

İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE

E-mail: drardaozturkcan@gmail.com



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

Received: 25 Oct 2019

Received in revised form: 16 Jan 2020

Accepted: 16 Jan 2020

Available online: 17 Dec 2020

2536-4391 / Copyright © 2020 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

lışanlarda yapılan başka bir çalışmada, sporcuların %33,3'ünün ergojenik destekler hakkında bilgi sahibi olduğu ve %95,8'inin ergojenik destekleri kullandıkları tespit edilmiştir.⁴ Yine Ankara'da yapılan başka bir çalışmada, sporcuların %64'ünün ergojenik destekleri kullandıkları saptanmıştır.⁵

Ergojenik destekler sıklıkla tabletler, kapsüller, yumuşak jeller, sıvılar, tozlar ve çubuklar hâlinde satılmaktadır.⁶ Ergojenik besin desteklerinin, gerçekte çok küçük bir bölümünün performansı artırdığı, bununla birlikte farklı sağlık problemlerine yol açabileceği bildirilmektedir.^{7,8} Kontrolsüz ergojenik besin destekleri kullanmak, birçok besin ögesinin biyoyararlılığını veya kullanılan diğer ilaçların etkinliğini azaltabilmektedir.⁹ Ancak yine de en iyi olabilmeye duyulan istek, sporcuların hatta sadece egzersiz amacıyla spor yapan kişilerin bile bu ürünlerin zararlı olabilecek etkilerini göz ardı etmelerine neden olabilmektedir.¹⁰ Bu derlemenin amacı, ergojenik besin desteklerinin sporcu performansı üzerine olumlu ve olumsuz etkilerini değerlendirmektir. Bu amaçla sporcular arasında kullanımı yaygın olan kreatin, kafein, glutamin, arjinin, sitrülün, beta alanin (β -alanin,) protein ve protein tozları, dallı zincirli amino asitler (DZAA), β -hidroksi metilbütirat (HMB), konjuge linoleik asit (CLA), L-karnitin, *ginseng* ve sodyum bikarbonat ile ilgili son 15 yılı içeren literatür çalışmaları derlenmiştir.

KREATİN

Kreatin, ergojenik destekler içerisinde en çok kullanılanlardan bir tanesidir. Özellikle 1992 yılında Barcelona'da düzenlenen olimpiyatlarda, kısa sürede yüksek yoğunlukta hız ve güç gerektiren dallardaki sporcuların, kreatin desteği sonucu performanslarını artırdıklarını dile getirmelerinden sonra kreatin kullanımı daha da artmıştır.¹¹

Kreatinin çoğunluğu, iskelet kasında (~%95) az bir kısmı da beyinde ve testislerde (~%5) bulunur.¹² Normal günlük bir diyet 1-2 g/gün kreatin içerir ve kas kreatin depoları yaklaşık %60-80 oranında doyurulur. Aslında ergojenik destek olarak alınan kreatininin, kas kreatinini ve fosfokreatinini %20-40 oranında artırmaya yarar.¹³

Kreatininin olası yararları; artan "sprint" performansında, maksimal kas kontraksiyonu gücünde set-

ler arasında, kas kütlesi ve gücünde, glikojen sentezinde, anaerobik eşikte, egzersiz kapasitesinde, yenilenmede ve egzersiz performansında artış sağlamasıdır.¹² Hem erkek hem kadın sporcularda faydaları bildirilmiş olmasına rağmen çalışmaların çoğu, erkek sporcular üzerinde yapılmıştır.¹³ Ayrıca bazı çalışmalar, kadınların kreatin takviyesine cevap olarak antrenman sırasında güç ve/veya kas kütlesinde fazla kazanım görmeyebileceğini göstermektedir.¹³

Sporcu performansı açısından, Uluslararası Spor Beslenme Derneği [International Society of Sports Nutrition (ISSN)], yüksek yoğunluklu egzersiz kapasitesini ve yağsız vücut kütlelerini arttırmada sporcular için mevcut olan en etkili ergojenik desteğin, kreatin monohidrat olduğu üzerinde durmuştur.^{6,14} Amerikan Diyetisyenler Birliği, Kanada Diyetisyenleri ve Amerikan Spor Hekimliği Kolejinin, atletik performans için beslenme konusundaki son görüşleri de benzerdir.^{15,16}

Kreatin takviyesi üzerine yapılan çalışmalar, kısa süreli maksimum yoğunluklu egzersizlerde, kas kuvveti, kas gücü yenilenmesi ve kas hasarını azaltma ile performans ve kuvvet artışı gösterdiğini bildirmiştir.¹⁷⁻²¹ Lanhers ve ark.nın yaptıkları metaanaliz çalışmasında, 28 gün kreatinin takviyesi alan ve yüksek yoğunluklu egzersiz yapanlarda alt ve üst ekstremitelerde güç artışı göstermişlerdir.²² Çoğu takım sporu, güç ve dayanıklılığı birlikte gerektiren aerobik ve anaerobik faaliyetlerin birleşimini gerektirir. Aerobik antrenmanın bir sonucu olarak, periferik yorgunluk ile kas gücü ve performansını potansiyel olarak azaltabilir. Kreatin takviyesi, rekreasyon sporcularında anaerobik aktivitelerle birleştirildiğinde, aerobik aktivite nedeniyle oluşan güç kaybını önleyebilir.²³ Ayrıca Deminice ve ark. da kreatin desteğinin aralıklı anaerobik "sprint" egzersizine cevap olarak, inflamatuvar biyogösterge artışını inhibe ettiğini göstermişlerdir.²⁴

Ergojenik destek olarak kreatinin dozajı ile ilgili öneriler farklıdır.²⁵ Yapılan bir metaanaliz çalışması, 0,07 g/kg ya da 5 g/gün kreatinin takviyesinin direnç egzersizlerinde olumlu etki gösterdiğini bildirmiştir.²⁶ Hall ve Trojian ise ortalama 4-6 hafta 0,03 g/gün kreatinin alımını önermektedir.²⁷ Günlük doz uygu-

lanmasından önce genellikle bir kreatin yükleme dozu kullanılır. Bazı çalışmalar, kreatin depolarının uzun süre de olsa, yükleme dozu olmadan artırılabilirliğini göstermiştir.¹⁴ Yaygın olarak kabul edilen yükleme dozu yöntemi 20-25 g/gün olup, 5-7 gün boyunca günde 4'e bölünmesi şeklindedir.²⁵ ISSN, en az 3 gün 0,3 g/kg kreatinin yükleme dozunu desteklemektedir.¹⁴ Bununla birlikte yükleme konusunda, kuvvet, sıklık veya süre bakımından doz önerileri için tutarlılık yoktur.²⁶

Kreatin kullanımıyla ilgili olarak, uygun dozlarda kullanıldığında ciddi bir yan etki gözlenmemiştir.¹⁴ Özellikle böbrek ve karaciğerde herhangi bir sorunu olan kişilerde, uzun süreli kullanım konusunda dikkatli olunmalıdır.²⁸ Kreatinin, ozmotik etkisinden dolayı idrar hacmini azalttığı bilinmektedir. Bu, özellikle yükleme aşamasında geçici vücut ağırlığı artışına neden olabilir. Hücre içi su hacmindeki artış nedeniyle kas krampları ve dehidrasyon riskinde artış görülebilir.^{29,30}

KAFEİN

Sporcular arasında kullanımı yaygın olan, önemli bir diğer ergojenik destek kafeindir. Kafeinin uyarıcı etkisi dolayısıyla uyanık kalma, performansı ve dikkati artırma gibi özelliklerinden ötürü kullanımı özellikle atletler arasında yaygındır.³¹

Kafein alımından sonra vücutta yükselmiş kafein konsantrasyonları, alımdan 15 dk kadar kısa bir sürede kan dolaşımında görülür ve 3-4 saatlik bir yarı ömürle yaklaşık 60 dk sonra en yüksek seviyesine ulaşır.³² Santral sinir sistemi içerisinde kafein, rekabetçi bir adenosin reseptör antagonisti olarak işlev görür, böylece adenosinin down regülasyonunu ve sinir aktivitesini azaltır.³³ Ayrıca kafeinin adenosin reseptörlerine bağlanması, nörotransmitter salınımını artırır.³⁴ Kafein, adrenal salgılanmasını da uyarır ve hücre salınımını artırır ki bunların hepsi egzersiz performansını artırarak ağrı algısını azaltmaktadır.^{32,35,36}

Birçok çalışma, egzersiz öncesi yaklaşık 2-6 mg/kg kafeinin yüksek yoğunluklu takım sporları yapan sporcularda alımının dayanıklılık, güç ve performansı artırabileceğini göstermiştir.³⁷⁻⁴⁰ Anaerobik gücü değerlendiren metaanaliz çalışmalarında da kafeinin gücü artırdığı, maksimum seviyeye ulaşma

gücü ve sıçrama yüksekliği üzerinde olumlu etkiler gösterdiği rapor edilmiştir.⁴¹⁻⁴⁴ Gano ve ark.nın yaptıkları bir derlemede ise 33 çalışmadan 30'unda performansta olumlu etkiler gösterilmişken, bunlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.⁴⁰ Bunun nedenleri arasında kafein tüketim zamanı, alım sırasındaki ruh hâli ve şekli ile kafeine alışkın olmanın performansı etkilediği düşünülmüştür. Kafeinin kısa süreli anaerobik egzersizlerde (örneğin "sprint") uzun süreli dayanıklılığa dayalı egzersizlerde (örneğin koşu) daha etkin rolü olduğu rapor edilmiştir.⁴⁰

Ayrıca çalışmalar genellikle erkek sporcular üzerinde yapılmış olup, kadınların adet döngüleri sırasındaki hormonal değişimin kafein atımını etkileyebileceği düşünülmektedir.⁴⁵ Her 2 cinsiyette de kafein alımının egzersiz performansı üzerindeki benzer akut etkilerinin yaşanabileceğini gösteren çalışmalar olsa da bulguların genelleştirilebilirliği çoğunlukla erkekler ile sınırlıdır.⁴⁵

Kafeinin yüksek doz alımı bazı durumlarda gastrointestinal rahatsızlıklar, baş ağrısı, taşikardi, sinirlilik, zihinsel bulanıklılık, odaklanma ve uykuda sorunlara yol açabilir.⁴⁶

GLUTAMİN

Glutamin, vücutta en yaygın bulunan amino asittir ve vücutta önemli rolleri vardır. Bunlardan bazıları; yara iyileşmesi, enerji kaynağı olma, nitrojen transferini sağlama ve protein sentezini regüle etme özelliğidir.⁴⁷ Bu nedenlerle sporcular tarafından tercih edilmektedir.

Glutamin, tüm vücuttaki serbest amino asit deposunun %50'sini oluşturmakta olup, %75'i iskelet kasında geri kalan kısmının çoğunluğu da karaciğerde yer almaktadır.⁴⁸ Kas depoları, bağırsak epiteli için gerekli olan glutaminin direkt kaynağıdır.⁴⁷

Sporcularda uzayan aktivite süresince glutamin düzeyi giderek düşmekte, sporcunun sağlıklı bir beslenme örüntüsü uyguladığı düşünüldüğünde glutamin düzeyi 24 saat içinde yeniden normal düzeye dönmektedir, fakat yoğun aktivite yapan sporcularda glutamin düzeyi kronik olarak düşük seyretmektedir.⁴⁹

Genel olarak glutaminin, tek başına takviyesinin sporcu performansı üzerine etkisine dair tam bir fikir birliği bulunmamasına rağmen diğer amino asitler ya

da karbonhidrat ile birlikte takviyesinin anlamlı performans artışı gerçekleştirebileceği düşünülmektedir.⁵⁰ Glikojen alımından sonra yapılan yüksek yoğunluklu antrenmanlarda tek başına glutamin takviyesinin performans üzerinde herhangi bir etki göstermediği, glutamin prekürsörü olan bir DZAA verildiğinde ise plazma glutamin seviyelerinin yükseldiği ve kas iyileşmesine olumlu katkı sağlamasına karşın egzersiz performansında anlamlı artış sağlamadığı bildirilmiştir.⁵¹

Literatürde çok az sayıda çalışma sadece glutamin desteğinin sporcular üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Hakimi ve ark., 8 hafta direnç egzersizi yapan erkeklerde 0,35 g/kg/gün glutamin takviyesinin egzersiz performansını artırdığını gözlemlemiştir.⁵² Legault ve ark., erkek ve kadın sporculara 3 gün ve üzerinde 0,3 g/kg glutamin ya da plasebo vermiş ve glutaminin güç kaybının azalmasını azalttığını ve yenilenmeyi hızlandırdığını göstermiş olup, özellikle erkeklerde daha etkili olduğunu gözlemlemiştir.⁵³ Street ve ark. ise 0,3 g/kg glutamin takviyesinin, güç kaybı ve kas yorgunluğunda iyileşme üzerine bir etkisine rastlamamışlardır.⁵⁴

Yüksek doz glutamin kullanımının hiperamoniye yol açabileceği rapor edilmiştir.⁵⁵ Ayrıca uzun süreli glutamin tüketiminin kanser riskini artırdığı da bildirilmektedir.⁵⁰

ARJİNİN

Amino asitlerin, sporcular arasında en sık kullanılan ergojenik destekler olduğu bilinmektedir. Amino asitler içinde potansiyel ergojenik özelliklerinden dolayı tüm dünyada sporcular tarafından yaygın olarak kullanılmakta olan arjininin önemli bir yeri vardır.⁵⁶

Arjininin, akut etkisinin egzersiz kapasitesini, kronik etkisinin ise kas protein sentezini artırmak olduğu belirtilmiştir. Akut etkisi, aktivite esnasında aktif iskelet kaslarında nitrit oksit (NO) artışına bağlı vazodilatasyonu sağlayarak performans artışına yardımcı olmasıdır.⁵⁷ Artan kan akışı, egzersiz sırasında kaslara oksijen ve besleyici maddelerin verilmesine yardımcı olur ve kas yorgunluğuna neden olan atık ürünlerin atımını hızlandırır.^{58,59}

Araştırmalar sınırlı olsa da Eudy ve ark., arjinin desteklerinin, kas geliştirme ve güçlendirme egzer-

sizleri (vücut geliştirme gibi) ya da aerobik egzersizler (koşma ve bisiklet sürme gibi) üzerinde etkisi olmadığını göstermiştir ve genellikle önerilen doz 2-20 g/gün arjinin desteği şeklindedir.^{58,59} Brooks ve ark. yaptıkları bir derlemede, arjinin takviyesinin güç performansı, dayanıklılığı, kastaki kan hacmi ve akışı ile NO üretimi üzerindeki etkisini değerlendirmiş ve benzer sonuçlar bulmuş olup, çok az bir etkisi olduğunu bildirmişlerdir.⁶⁰

Arjinin takviyesinin 9 g/gün alındığında herhangi bir yan etkisi olmadığı belirtilmiş olup, genellikle yan etkilerinin 9-30 g/gün alımında görüldüğü rapor edilmiştir.⁶⁰ Yan etkileri ise gastrointestinal sistem hastalıkları, diyare, hipotansiyon ve taşikardi- dir.⁶⁰

SİTRÜLİN

Son 10 yıldır düzenleyici özelliklerinin ve nitrojen homeostazındaki anahtar görevlerinin ortaya çıkması üzerine sitrülün, umut verici olarak nitelendirilen bir aminoasit olmuştur.⁶¹

Sitrülünün glutaminle kombine bir şekilde kullanılması NO üretimini artırır ki bu, iskelet kaslarına daha iyi oksijen ve besin iletimine yardımcı olur. Kaslara daha fazla besin iletiminin sağlanması, daha çabuk yenilenme ve daha iyi büyüme gerçekleşmesi anlamına gelir. Sitrülün takviyesi kas erimesine sebep olan katabolik durumun önüne geçmesi açısından umut vericidir, ancak bu bilgiyi destekleyecek insan çalışmalarına ihtiyaç vardır.⁶¹

Sitrülün takviyesinin tek başına NO sentezini artırabileceği ileri sürülmektedir.⁶² Ayrıca diğer aminoasitler ve vitaminlerle birlikte kullanılmasının, NO sentezi ve egzersiz performansının artırılması için etkili olduğu bildirilmiştir.⁶²

β-ALANİN

Özellikle yüksek yoğunlukta egzersiz yapan sporcular, egzersiz kapasitelerini maksimum seviyeye çıkarmak adına β-alanin desteğine başvurumaktadırlar.

β-alanin vücutta ve iskelet kaslarında karnozin üretimi için kullanılır.⁶³ Yoğun egzersiz yapıldığında, vücut kasları laktik asit üretir ve bu da kas gücünün azalması ile yorgunluğa neden olur. Karnozin, laktik asit oluşumunu azaltır. β-alanin destekleri, kas kar-

nozin düzeylerini artırır ve miktarlar kişiden kişiye göre değişmektedir.⁶⁴

Yüksek yoğunluklu egzersizlerde kas pH'si, glikolitik sistem yoluyla adozin trifosfat (ATP) üretme kapasitesi seviyelerinde azalmaya yol açabilir. Bu nedenle β -alanin takviyesinin, kısa süreliğine yüksek yoğunluklu çaba gerektiren, kürek çekme, yüzme ve tekrarlanan "sprint" ve aralıklı aktivite içeren takım sporları (örneğin hokey ve futbol) gibi rekabet gerektiren sporlarda küçük performans yararları sağlayabileceği öne sürülmektedir.⁶⁴ Fakat yapılan bir metaanalizde önemli bir etkisi olmadığı rapor edilmişken, diğer çalışmalarda da böyle bir fayda sağlamamıştır.^{63,65-67} Dolayısıyla uzmanlar, β -alanin tüketiminin öncelikle eğitilmiş sporculara ya da sekresyonel olarak aktif kişilere fayda sağlayıp sağlamadığı konusunda fikir birliğine varamamıştır.⁶⁶

ISSN, eğer kişi sağlıklı ise ve β -alanin desteklerini denemek istiyorsa, yardımcı olup olmadığını öğrenmek için en az 2 hafta boyunca günde 4-6 g'lık bir yükleme dozu (öğünlerle bölünmüş dozlarda) alması gerektiğini önermektedir.⁶⁸ Ayrıca β -alanin takviyesi, 8 haftaya kadar 1,6-6,4 g/gün güvenli olarak gözükmektedir.⁶⁸ Bununla birlikte bazı kanıtlar, en az 800 mg veya 10 mg/kg dozunu aşan konvansiyonel bir β -alanin tüketilmesinin, orta ile şiddetli paresteziyi tetikleyebileceğini göstermektedir.^{68,69} Bu karıncalanma veya yanma hissi yüz, boyun, ellerin arka kısmında ve üst gövdede sık görülür ve tipik olarak 60-90 dk sürer, ancak acı verici, ciddi veya zararlı bir reaksiyon değildir.⁶⁹ Birkaç aydan fazla günlük β -alanin takviyesi almanın güvenli olup olmadığı bilinmemektedir.⁶⁸

PROTEİN VE PROTEİN TOZLARI

Protein, kas yapımı, sürdürülmesi ve onarımı için gereklidir. Egzersiz, kas içi protein oksidasyonunu ve bozulmasını artırır. Bunun ardından kas-protein sentezi 1 veya 2 güne kadar artar.⁷⁰ Bu nedenle kas-protein sentezi için gerekli olan esansiyel amino asit (EAA)leri sağlamak ve kas-protein yıkımını en aza indirmek için diyetle yeterli protein almak gerekmektedir.

Egzersiz sonrası yenilenme evresinde (0-2 saat içerisinde) yüksek kaliteli protein (yaklaşık 10 g EAA sağlar) tüketimi kas kütlesi artışını sağlamadaki en

uygun yol olarak rapor edilmiştir.¹⁶ Fakat yapılan bir metaanaliz, egzersizden bir saat önce veya sonra protein alımının kas gücünü veya boyutunu önemli ölçüde artırmadığını veya kas onarımı veya yeniden yapılanmasını kolaylaştırmadığını göstermiştir.⁷¹ Rosenbloom ve ark., protein alımının kas protein yıkımını azalttığını, kas oluşumunu ve egzersiz sırasında kaslarının oksijen kullanımını artırmak için mitokondriyal proteinleri artırdığı ve bu etkinin egzersizden sonraki 24 saate kadar sürebileceğini rapor etmişlerdir.⁷²

Yine protein tozları da kas kütlesini artırmak amacıyla sporcular arasında kullanımı yaygın olan ergojenik desteklerdir. Özellikle kazeinin, uzun süreli direnç egzersizlerinde pozitif etkileri olduğu düşünülmektedir. Bu amaçla Burk ve ark. yaptıkları bir çalışmada, 8 hafta boyunca erkek adolesan sporculara 2 doz şeklinde 70 g protein (%82 kazein içeren) takviyesi vermiştir ve 8 hafta sonunda squat egzersiz performansında bir artış saptamışlardır.⁷³ Cribb ve ark., 10 hafta boyunca 2 gruptan birine kazein, diğere whey protein takviyesi vermiş ve whey protein takviyesi alan grupta kas gücü ve yağsız vücut kütlesinde daha fazla artış olduğunu görmüşlerdir.⁷⁴ Buckley ve ark. yaptıkları benzer bir çalışmada ise whey protein alımının, kazein alımına kıyasla egzersizsiz takiben iyileşme hızını daha çabuk artırdığını saptamışlardır, fakat kazein ve whey protein desteğinin kas kütlesini ve protein sentezini artırmada benzer etki gösterdiklerini saptayan çalışmalarda mevcuttur.⁷⁵⁻⁷⁷ Protein tozu ya da protein şeklinde alımın genel olarak olumlu etkileri görülse de protein alımı mı yoksa tozu şeklinde mi alımının daha çok etkisi olduğu hâlâ bilinmemektedir.

Ayrıca potansiyel olumsuz etkileri konusundaki sınırlı verilerden dolayı yüksek protein alanların diyet kat etmesi önerilir. Yüksek proteinli diyetler, böbrek taşı veya dehidrasyon riskini artırmıyor gibi görünmektedir fakat böbrek fonksiyonlarını riske atabilir, kemik sağlığını bozabilir veya birkaç ay boyunca tüketildiğinde glomerüler filtrasyon hızını veya lipid, glukoz, kreatin veya kan üre azotunun seviyelerini değiştirebilir.^{78,79} Ayrıca üriner kalsiyum atılımını artırır fakat yüksek miktarda protein tüketiminin, kemik mineral yoğunluğunu doğrudan etkilediğine dair kanıt bulunmamaktadır.^{80,81}

İzin verilen günlük alım, sporcuların metabolik adaptasyonları, kas onarımını ve protein turnoverini desteklemek için günlük 1,2-2,0 g/kg protein alımına ihtiyaç duyduklarını göstermiştir.¹⁶

DALLI ZİNCİRLİ AMİNO ASİTLER

DZAA'lar; lösin, izolösin ve valindir. Diğer EAA'ların aksine DZAA'lar, egzersiz sırasında enerji sağlamak için iskelet kasındaki mitokondride metabolize edilebilirler.⁵¹ DZAA'lar, özellikle lösin, egzersiz sırasında protein sentezini uyurabilir fakat bununla ilgili veriler yetersizdir.⁸²

DZAA'lar, triptofan ile yarışarak yorgunluk hissinin geciktirebilir veya zihinsel odaklanmaya yardımcı olabilirler.⁵¹ Howatson ve ark., atlama sporu yapan sporcularda 12 gün boyunca 2 günde bir 10 g ek DZAA takviyesinin, plaseboya kıyasla egzersiz sonrası ağrıyı azalttığını gözlemlemişlerdir.⁸³ Benzer olarak Jackman ve ark.'nın yaptıkları çalışmada da 29,2 g DZAA alımı, plaseboya kıyasla ağrıyı azaltmıştır fakat Fouré ve ark.'nın yaptıkları çalışmada 0,1 g/kg takviyenin böyle bir etkisi gözlenmemiştir.^{84,85} Yine de direnç egzersizlerinde ılımlı protein alımına (1,4-2,0 g/kg) ek olarak DZAA alımının, egzersizin negatif etkilerini düzenleyebileceği düşünülmektedir.⁸⁶

Yüksek dozları, diğer amino asitlerin emiliminin önüne geçebilmekte ve ozmotik etkilerinden ötürü diyareye yol açabilmektedir.⁸⁷

β-HİDROKSİ METİLBÜTİRAT

HMB, lösin amino asidinin bir metabolitidir.⁸⁸ Etki mekanizmasına dair birçok düşünce vardır. Bu düşüncelerin en önemlilerinden biri, protein yapımında artışa yol açması ve kas hipertrofisine sebep olmasıdır.⁸⁹ Öte yandan HMB'nin yağsız vücut kütlelerini koruduğu ve proteolizi baskıladığı düşünülmektedir. Direnç antrenmanı öncesi HMB takviyesi kullanıldığında, azalmış laktat dehidrogenaz seviyesinin yükseldiği ve ağrıların azaldığı görülmüştür.⁸⁸

Literatürde ise HMB'nin, en önemli etkisinin antikatabolik etki olduğu rapor edilmiştir.⁹⁰ Yapılan bir çalışmada, HMB desteğinin egzersize bağlı kas hasarını azalttığı gösterilmiştir.⁹¹ Çok sayıda çalışma, kas kütlesi ile gücünü ve aerobik performansı artırma HMB desteğinin etkinliğini desteklese de bazı

çalışmalarda etkisi görülmemiştir.^{90,92-94-96} HMB desteklerini kullanmanın faydası olup olmadığını bilmek zordur, çünkü bu takviyelerle ilgili araştırmalar, farklı zaman aralıklarında çok çeşitli dozları alan çok farklı yaş ve spor düzeyindeki erişkinleri içermektedir. Genel olarak HMB, kasların zarar görmesine yetecek kadar yoğun olan egzersizde toparlanmayı hızlandırıyor gibi gözükmemektedir.⁸⁸

Erişkinlerde, 3 g/gün HMB kısa süreli kullanım için güvenli gibi gözükse de adolesanlarda güvenlik profili çalışılmamıştır.^{87,88} ISSN, HMB takviyesi kullanmakla ilgilenen sağlıklı erişkinlerin egzersiz öncesi 1-2 g HMB-Ca 60-120 dk veya egzersiz öncesi 1-2 g HMB-FA 30-60 dk sürmesini önerir. Ayrıca HMB'nin kas üzerindeki koruyucu etkilerini optimize etmek için yüksek yoğunluklu egzersizden en az 2 hafta önce 3 g/gün HMB (1 g 3 eşit porsiyon şeklinde) tüketmeleri önerilmektedir.⁸⁸

KONJUGE LİNOLEİK ASİT

CLA, omega-6 esansiyel yağ asidi olan linoleik asidin 18 karbonlu geometrik bir izomeridir.⁹⁷ CLA, özellikle yağ asitlerinin birçok fizyolojik özelliğini açıklayan oksidatif hücresel sistem açısından lipid metabolizmasında önemli bir role sahiptir. Lipid metabolizması üzerindeki etkileri, glukozun adipositlere girişinin inhibisyonu ile ilişkilidir. İnsülin metabolizmasında değişikliklere neden olabilir, hiperinsülinemi durumlarına ve ayrıca inflamatuvar belirteçlerinin varlığında insülinin artmasını engelleyici etkisi görülebilmektedir.⁹⁸

CLA takviyesinin sporculara etkisini değerlendiren çok az çalışma bulunmaktadır. Ribeiro ve ark., aerobik egzersiz üzerine bir etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir.⁹⁹ Tsao ve ark. ise 8 hafta 3,8 g/gün takviyenin iskelet kası içindeki glikojen sentez hızını artırabileceği sonucuna varmışlardır.¹⁰⁰

CLA'nın günlük dozları, çeşitli çalışmalara göre 3-6 g/gün arasında değişmektedir ve bu dozlar güvenli görünmektedir.¹⁰¹ Yüksek dozları; karın ağrısı, kabızlık ya da ishal gibi gastrointestinal semptomlara neden olabilmektedir.⁸⁷

L-KARNİTİN

L-karnitin (3-hidroksi-4-N-trimetilaminobutirat), tüm memeli türlerinde bulunan bir kuaterner amindir.¹⁰²

Mitochondriyal membranlar koenzim A (CoA) esterlerine ve uzun zincirli yağ asitlerine karşı geçirimsiz olduklarından, L-karnitin asetil gruplarına karnitin asiltransferaz yoluyla bağlanması asetillenmiş yağ asitlerinin mitokondri içine taşınması ve daha sonra β -oksidasyonu için esastır.¹⁰² β -oksidasyon ürünleri daha sonra Krebs döngüsü tarafından enerji olarak ATP üretmek için kullanılır. L-karnitin, ayrıca serbest CoA/asetil-CoA oranının tamponlanmasındaki kritik biyolojik işleviyle de bilinmektedir. Açıl-CoA oluşumunun fazla olduğu stres koşulları altında, L-karnitin ile transesterifikasyon potansiyel olarak Krebs döngüsünde substrat hareketini artırır.¹⁰²

Orer ve ark., futbolculara 3 g veya 4 g L-karnitin takviyesinin, ilgili laktat plazma seviyelerinde artmış hıza yol açtığını ve kalp atış hızının azaldığını ve bunun da uzun süreli tükenme egzersizini olumlu etkilediğini göstermişlerdir.¹⁰³ Ayrıca 2 g L-karnitin takviyesinin, egzersiz yapanlarda sedanterlere göre fiziksel aktiviteyi artırdığı ve trigliserid seviyelerinde azalmaya yol açtığı gösterilmiştir.¹⁰⁴ Koozehchion ve ark., 2 g/gün L-karnitin takviyesinin kan laktat seviyesini artırdığını ve fiziksel performansı olumlu yönde etkilediğini bulmuşlardır.¹⁰⁵ Çelişkili sonuçlar içeren çalışmalar da mevcuttur.¹⁰⁶⁻¹⁰⁸

Yapılan çalışmalarda, L-karnitin egzersize bağlı hipoksiyi azaltma ve kas hasarı üzerindeki olumlu etkisi de gösterilmiştir.^{109,110} Spiering ve ark., bu metabolik belirteçler ve subjektif olarak algılanan kas ağrıları üzerinde 2 farklı dozda L-karnitin takviyesini karşılaştırmışlar ve çalışma sonunda hem 1 g/gün hem de 2 g/gün ilavesinin karşılaştırılabilir bir fayda sağladığını göstermişlerdir.¹⁰⁹ Ayrıca Kraemer ve ark., günde 2 g L-karnitine eş değer olan L-karnitin L-tartarat ilavesinin, 3 hafta boyunca kas hücrelerinde androjen reseptörlerinin seviyesini artırdığını, böylece egzersiz sonrası toparlanma için gerekli olan protein sinyallemesinin arttığını tespit etmişlerdir.¹¹¹

GİNSENG

Ginseng, *Panax* cinsinden olan botanik için genel bir terimdir. *Ginseng* köklerinden yapılan hazırlıklar, geleneksel Çin tıbbında bin yıl boyunca dayanıklılığı ve canlılığı artırmak için tonik olarak kullanılmıştır.¹¹²

Sporcular, *ginsengi* aerobik performansı ve enerji düzeyini yükseltmek amacıyla kullanmakta-

dırlar. Olası etki mekanizması, yorucu spor sırasında kortizole cevabı artırması ve vücutta kreatin fosfat düzeylerini yüksek tutarak laktik asit üretimini düşürmesidir.⁸⁷

Plasebo kontrollü olan ve olmayan çok sayıda çalışmaya göre *ginseng* takviyesinin, egzersiz performansını artırıcı bir etkisi gözlenmemiştir.¹¹³⁻¹¹⁵ Güncel araştırmalar, *ginsengin* egzersiz veya atletik performansı artırması için çok az destek sağlamaktadır.^{112,116}

Ginsengin yüksek doz tüketimi durumunda en sık bildirilen yan etkileri ise baş ağrısı, uyku sorunları ve gastrointestinal bozukluklardır.¹¹⁶

SODYUM BİKARBONAT

Günümüzde sodyum bikarbonat, kabartma tozu olarak kullanılmaktadır. Birkaç çay kaşığı sodyum bikarbonatın kısa bir süre içerisinde tüketilmesi geçici olarak tamponlama görevi görerek kan pH'sini yükseltir. İndüklenmiş alkaloz egzersiz için ergojenik bir tepkiye neden olur ve kesin mekanizma ise belirsizdir. Bikarbonat yüklemesinin, yüksek yoğunluklu egzersizde anaerobik glikoliz yoluyla ATP formunda enerji ürettiği ve kaslarda biriken hidrojeni uzaklaştırma özelliği olduğu için yorgunluğa katkıda bulunan metabolik asidozu azalttığı düşünülmektedir.¹¹⁷ Bu nedenle sodyum bikarbonat takviyesi, kısa süreli ve yoğun egzersizlerde (örneğin "sprint" ve yüzme) ve aralıklı olarak yoğun sporlarda (örneğin boks ve tenis) performansı artırabileceği düşünülmektedir.

Sodyum bikarbonat takviyesi ile yapılan çalışmalarda, genellikle yaklaşık 300 mg/kg sodyum bikarbonat takviyesi verilmiş olup, kısa süreli ve/veya aralıklı yoğun egzersizlerde küçük ve orta derecede bir performans avantajı sağlayabileceği gösterilmiştir.¹¹⁷⁻¹¹⁹ Birçok çalışmanın sonuçları, sodyum bikarbonat ile takviyenin, profesyonel sporcuların performansını iyileştirme ihtimalinin yüksek olduğunu düşünse de Cameron ve ark. kan pH'sin, artmasına rağmen performansı önemli ölçüde artırıcı bir etkiye rastlamamışlardır.^{117,119,120}

Yüksek miktarda alımının ise geçirme, şişkinlik ve gaz gibi gastrointestinal sistem rahatsızlıklarına yol açabileceği belirtilmektedir.¹²⁰

TARTIŞMA

Ergojenik desteklerin öncelikli amacı, sporcu performansını artırmak ve vücut yağ oranını dengelemek olup, sporcular tarafından sporda dayanıklılığı, beceriyi, hızı ve kuvveti artırmaya yönelik kullanılırlar. Ayrıca ergojenik desteklerin kalp ve dolaşım sisteminin etkisini artırdığı, doğrudan kas fibrillerine etki ederek yorgunluğun etkisini azalttığı, kas kasılmaları için yakıt kaynağı oluşturduğu da düşünülmektedir.¹²¹ Bu nedenlerden dolayı ergojenik desteklerin tüketiminin sporcularda yaygın olduğu açıkça görülmektedir.

Araştırmaların desteklediği sınırlı sayıda ergojenik desteğin kullanımının, enerji metabolizmasına yardımcı olabileceği ve bazı başka ek faydalar sağlayabileceği yönündedir. Spor branşları arasındaki farklılıklar, kullanılan enerji sistemleri, vücuda alınan ve ihtiyaç duyulan besin öğelerinin toplam enerjiye olan katkısının yanı sıra temel olarak tüm sporcular için en önemli besin öğesi karbonhidratlardır. Kuvvet/güç gerektiren spor branşlarıyla uğraşan ve kas kütlesi fazla olan sporcularda ise protein ihtiyacının arttığı bilinmekle beraber, yeterli ve dengeli bir şekilde vitamin, mineral ve yağları tüketmeleri gerekmektedir. Yine tüm sporcular için hidrasyonun yeterli bir şekilde sağlanması oldukça önemlidir. Egzersiz öncesi ve sonrasında vücut ağırlığının takibi yapılmalı ve kaybedilen sıvı yerine konulmalıdır. Sporcular, aynı tür sporla uğraşsalar bile her biri için beslenmenin bireye özgü olması gerektiği unutulmamalıdır. Görüldüğü üzere ergojenik desteklerin kullanımı ile ilgili durumlar oldukça karışık olup, iddia edilen her olumlu sonucun bilimsel olarak kanıtlanmış herhangi bir etkisi yoktur.

Ergojenik desteklerin çoğu, abartılı iddialarda bulunur ve yüksek fiyatlarla satışa sunulur. Oysa bu kuruluşlar bilimsel kökenli ürünler geliştirmeli, ürünleri üzerinde çalışmalar yürütmeli ve araştırma sonuçlarını dürüst bir şekilde tüketicilerin bilinçli kararlar alabilmesi adına sunmalıdırlar. Ayrıca ürünlerin, doğru zamanda ve miktarda kullanımı-

nın sağlayacağı avantajların yanı sıra uygun olmayan ürünlerin tüketimi, yanlış ya da aşırı tüketim sonucu oluşabilecek olumsuz etkileri de dikkate alınmalıdır.

SONUÇ

Ergojenik desteklerin etkisine dair olan çalışmalara bakıldığında birkaç ürün dışında olumlu etkiyi kanıtlayan çalışmalar yetersiz ya da az sayıdadır. Sporcu performansı üzerine olumlu etki gösteren çalışmaların çoğu, besin desteğinin olası fizyolojik etkileri üzerindeki mekanizmalarına bağlamaktadır. Unutulmalıdır ki vücudun geliştirilmesi, sağlığın korunması ve yüksek sportif performansa ulaşılması ancak dengeli, düzenli ve amaca uygun beslenme yoluyla sağlanabilir. Ayrıca ergojenik destekler, bilinçsizce ve gelişigüzel kullanılmamalı, alanında yetişmiş bir diyetisyenden mutlaka yardım alınmalıdır. Sporcunun amacına göre belirlenmiş, iyi yapılandırılmış, periyodik bir antrenman programı, uygun bir beslenme planı ve egzersiz ile iyileşme arasındaki doğru denge, kişisel sportif hedeflere ulaşmak için temeldir.

Finansal Kaynak

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

Çıkar Çatışması

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

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: S. Arda Öztürkcan, Hatice Merve Bayram; **Tasarım:** S. Arda Öztürkcan, Hatice Merve Bayram; **Denetleme/Danışmanlık:** S. Arda Öztürkcan; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** S. Arda Öztürkcan, Hatice Merve Bayram; **Analiz ve/veya Yorum:** S. Arda Öztürkcan, Hatice Merve Bayram; **Kaynak Taraması:** Hatice Merve Bayram; **Makalenin Yazımı:** Hatice Merve Bayram, S. Arda Öztürkcan; **Eleştirel İnceleme:** S. Arda Öztürkcan.

KAYNAKLAR

- Papadopoulou S, Kroustalloudi E, Pagkalos I, Kokkinopoulou A, Hassapidou M. The effect of ergogenic supplements and mediterranean diet on cycling performance. Differences according to duration and intensity. *AJNE*. 2017;2(1):23-39. [Crossref]
- Arensberg ME, Costello R, Deuster PA, Jones D, Twillman G. Summit on human performance and dietary supplements summary report. *Nutr Today*. 2014;49(1):7-15. [Crossref]
- López-Samanes Á, Moreno-Pérez V, Kovacs MS, Pallarés JG, Mora-Rodríguez R, Ortega JF, et al. Use of nutritional supplements and ergogenic aids in professional tennis players. *Nutr Hosp*. 2017;17;34(5):1463-8. [Crossref] [PubMed]
- Yalnız İ, Gündüz N. [The investigation of the knowledge and the application levels of body building sportsmen about ergogenic AIDS in Ankara]. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 2004;9(2):33-42. [Link]
- Özdoğan Y, Karataş E, Uçar A. [Nutritional habits of males who participate in bodybuilding sports and use of ergogenic nutritional supplements]. *ACU Sağlık Bil Derg*. 2018;9(4):378-84. [Link]
- Kreider RB, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R, et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *Int J Sport Nutr Exerc*. 2010;7(7):1-43. [Crossref] [PMC]
- Di Luigi L. Supplements and the endocrine system in athletes. *Clin Sports Med*. 2008;27(1):131-51. [Crossref] [PubMed]
- Maughan RJ. Contamination of dietary supplements and positive drug tests in sport. *J Sports Sci*. 2005;23(9):883-9. [Crossref] [PubMed]
- Millen AE, Dodd KW, Subar AF. Use of vitamin, mineral, nonvitamin, and nonmineral supplements in the United States: the 1987, 1992, and 2000 National Health Interview Survey results. *J Am Diet Assoc*. 2004;104(6):942-50. [Crossref] [PubMed]
- Ersoy G. [Physical Fitness (Fitness) and Nutrition Basic Teachings]. Ersoy G, editör. 2. Baskı. Ankara: Ankara Nobel Tıp Kitabevi; 2013.
- Williams M, Kreider R, Branch JD. *Creatine: The Power Supplement*. 1th ed. Human Kinetics; 1999.
- Kreider RB, Jung YP. Invite review: creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *J Exerc Nutr Biochem*. 2011;15(2):53-69. [Crossref]
- Kreider RB, Kalman DS, Antonio J, Ziegenfuss TN, Wildman R, Collins R, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017;13;14:18. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Buford TW, Kreider RB, Stout JR, Greenwood M, Campbell B, Spano M, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: creatine supplementation and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*. 2007;30;4:6. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Rodríguez NR, DiMarco NM, Langley S; American Dietetic Association, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc*. 2009;109(3):509-27. [Crossref] [PubMed]
- Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *J Acad Nutr Diet*. 2016;116(3):501-28. [Crossref] [PubMed]
- Cooke MB, Rybalka E, Williams AD, Cribb PJ, Hayes A. Creatine supplementation enhances muscle force recovery after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. *J Int Soc Sports Nutr*. 2009;2;6:13. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Morton JP. Supplements for consideration in football. *Sports Science Exchange*. 2014;27(130):1-8. [Link]
- Aedma M, Timpmann S, Lätt E, Ööpik V. Short-term creatine supplementation has no impact on upper-body anaerobic power in trained wrestlers. *J Int Soc Sports Nutr*. 2015;9;12:45. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Volek JS, Ratamess NA, Rubin MR, Gómez AL, French DN, McGuigan MM, et al. The effects of creatine supplementation on muscular performance and body composition responses to short-term resistance training overreaching. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91(5-6):628-37. [Crossref] [PubMed]
- Zuniga JM, Housh TJ, Camic CL, Hendrix CR, Mielke M, Johnson GO, et al. The effects of creatine monohydrate loading on anaerobic performance and one-repetition maximum strength. *J Strength Cond Res*. 2012;26(6):1651-6. [Crossref] [PubMed]
- Lanhers C, Pereira B, Naughton G, Troussellard M, Lesage FX, Dutheil F, et al. Creatine supplementation and lower limb strength performance: a systematic review and meta-analyses. *Sports Med*. 2015;45(9):1285-94. [Crossref] [PubMed]
- de Salles Painelli V, Alves VT, Ugrinowitsch C, Benatti FB, Artioli GG, Lancha AH Jr, et al. Creatine supplementation prevents acute strength loss induced by concurrent exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2014;114(8):1749-55. [Crossref] [PubMed]
- Deminice R, Rosa FT, Franco GS, Jordao AA, de Freitas EC. Effects of creatine supplementation on oxidative stress and inflammatory markers after repeated-sprint exercise in humans. *Nutrition*. 2013;29(9):1127-32. [Crossref] [PubMed]
- Cooper R, Naclerio F, Allgrove J, Jimenez A. Creatine supplementation with specific view to exercise/sports performance: an update. *J Int Soc Sports Nutr*. 2012;20;9(1):33. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Devries MC, Phillips SM. Creatine supplementation during resistance training in older adults-a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(6):1194-203. [Crossref] [PubMed]
- Hall M, Trojian TH. Creatine supplementation. *Curr Sports Med Rep*. 2013;12(4):240-4. [Crossref] [PubMed]
- Liddle DG, Connor DJ. Nutritional supplements and ergogenic AIDS. *Prim Care*. 2013;40(2):487-505. [Crossref] [PubMed]
- Kim J, Lee J, Kim S, Yoon D, Kim J, Sung DJ, et al. Role of creatine supplementation in exercise-induced muscle damage: A mini review. *J Exerc Rehabil*. 2015;30;11(5):244-50. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Kim HJ, Kim CK, Carpentier A, Poortmans JR. Studies on the safety of creatine supplementation. *Amino Acids*. 2011;40(5):1409-18. [Crossref] [PubMed]
- Del Coso J, Mu-oz G, Mu-oz-Guerra J. Prevalence of caffeine use in elite athletes following its removal from the World Anti-Doping Agency list of banned substances. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2011;36(4):555-61. [Crossref] [PubMed]
- Graham TE. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. *Sports Med*. 2001;31(11):785-807. [Crossref] [PubMed]
- Ribeiro JA, Sebastião AM. Caffeine and adenosine. *J Alzheimers Dis*. 2010;20 Suppl 1:S3-15. [Crossref] [PubMed]
- Kalmar JM. The influence of caffeine on voluntary muscle activation. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(12):2113-9. [Crossref] [PubMed]
- Sökmen B, Armstrong LE, Kraemer WJ, Casa DJ, Dias JC, Judelson DA, et al. Caffeine use in sports: considerations for the athlete. *J Strength Cond Res*. 2008;22(3):978-86. [Crossref] [PubMed]

36. Gonglach AR, Ade CJ, Bemben MG, Larson RD, Black CD. Muscle pain as a regulator of cycling intensity: effect of caffeine ingestion. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48(2):287-96. [Crossref] [PubMed]
37. Goldstein ER, Jacobs PJ, Antonio J, Whitehurst M, Penhollow T. The effects of caffeine supplementation on strength and muscular endurance in resistance-trained females. *The Journal of Strength and Conditioning Research.* 2010;24(1):2-6. [Crossref]
38. Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C, et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010;27(7(1)):5. [Crossref] [PubMed] [PMC]
39. Mora-Rodríguez R, Pallarés JG. Performance outcomes and unwanted side effects associated with energy drinks. *Nutr Rev.* 2014;72 Suppl 1:108-20. [Crossref] [PubMed]
40. Gano MS, Klau JF, Casa DJ, Armstrong LE, Maresh CM. Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: a systematic review. *J Strength Cond Res.* 2009;23(1):315-24. [Crossref] [PubMed]
41. Gonçalves Ribeiro B, Pontes Morales A, Sampaio-Jorge F, Tinoco FDS, Matos AAD, Costa Leite T, et al. Efectos agudos de la ingesta de cafeína en el rendimiento atlético: Una revisión sistemática y meta-análisis. *Rev Chil Nutr.* 2017;44(3):283-91. [Crossref]
42. Christensen PM, Shirai Y, Ritz C, Nordsborg NB. Caffeine and bicarbonate for speed. A meta-analysis of legal supplements potential for improving intense endurance exercise performance. *Front Physiol.* 2017;8(240):1-16. [Crossref] [PubMed] [PMC]
43. Grgic J. Caffeine ingestion enhances Wingate performance: a meta-analysis. *Eur J Sport Sci.* 2018;18(2):219-25. [Crossref] [PubMed]
44. Grgic J, Trexler ET, Lazinica B, Pedisic Z. Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;5;15:11. [Crossref] [PubMed] [PMC]
45. Grgic J, Grgic I, Pickering C, Schoenfeld BJ, Bishop DJ, Pedisic Z, et al. Wake up and smell the coffee: caffeine supplementation and exercise performance-an umbrella review of 21 published meta-analyses. *Br J Sports Med.* 2020;54(11):681-8. [Crossref] [PubMed]
46. Spriet LL. Exercise and sport performance with low doses of caffeine. *Sports Med.* 2014;44 Suppl 2(Suppl 2):S175-84. [Crossref] [PubMed] [PMC]
47. Saka M, Parlak E. [Nutritional Supplements: Hydroxy Methyl Butyrate, Glutamine and Arginine]. *Güncel Gastroenteroloji.* 2015;19(1):26-9. [Link]
48. Bergström J, Fürst P, Norée LO, Vinnars E. Intracellular free amino acid concentration in human muscle tissue. *J Appl Physiol.* 1974;36(6):693-7. [Crossref] [PubMed]
49. Yılmaz B, Türker PF. [Immunonutrition and sportsman]. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi.* 2015;3(1):60-6. [Link]
50. Holecek M. Side effects of long-term glutamine supplementation. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2013;37(5):607-16. [Crossref] [PubMed]
51. Negro M, Giardina S, Marzani B, Marzatico F. Branched-chain amino acid supplementation does not enhance athletic performance but affects muscle recovery and the immune system. *J Sports Med Phys Fitness.* 2008;48(3):347-51. [PubMed]
52. Hakimi M, Mohamadi MA, Ghaderi Z. The effects of glutamine supplementation on performance and hormonal responses in non-athlete male students during eight week resistance training. *J Hum Sport Exerc.* 2012;7(4):770-82. [Crossref]
53. Legault Z, Bagnall N, Kimmerly DS. The Influence of oral L-Glutamine supplementation on muscle strength recovery and soreness following unilateral knee extension eccentric exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2015;25(5):417-26. [Crossref] [PubMed]
54. Street B, Byrne C, Eston R. Glutamine supplementation in recovery from eccentric exercise attenuates strength loss and muscle soreness. *J Exerc Sci Fit.* 2011;9(2):116-22. [Crossref]
55. Manninen AH. Protein hydrolysates in sports and exercise: a brief review. *J Sports Sci Med.* 2004;1;3(2):60-3. [PubMed] [PMC]
56. Yavuz HU. [Arginine supplementation and its effects on exercise]. *Spor Bilimleri Dergisi.* 2006;17(3):143-57. [Link]
57. Álvares TS, Meirelles CM, Bhamhani YN, Paschoalin VM, Gomes PS. L-Arginine as a potential ergogenic aid in healthy subjects. *Sports Med.* 2011;1;41(3):233-48. [Crossref] [PubMed]
58. Eudy AE, Gordon LL, Hockaday BC, Lee DA, Lee V, Luu D, et al. Efficacy and safety of ingredients found in preworkout supplements. *Am J Health Syst Pharm.* 2013;1;70(7):577-88. [Crossref] [PubMed]
59. Sureda A, Pons A. Arginine and citrulline supplementation in sports and exercise: ergogenic nutrients? *Med Sport Sci.* 2012;59:18-28. [Crossref] [PubMed]
60. Brooks JR, Oketch-Rabah H, Low Dog T, Gorecki DK, Barrett ML, Cantilena L, et al. Safety and performance benefits of arginine supplements for military personnel: a systematic review. *Nutr Rev.* 2016;74(11):708-21. [Crossref] [PubMed]
61. Faure C, Morio B, Chafey P, Le Plénier S, Noirez P, Randrianarison-Huetz V, et al. Citrulline enhances myofibrillar constituents expression of skeletal muscle and induces a switch in muscle energy metabolism in malnourished aged rats. *Proteomics.* 2013;13(14):2191-201. [Crossref] [PubMed]
62. Takeda K, Machida M, Kohara A, Omi N, Takemasa T. Effects of citrulline supplementation on fatigue and exercise performance in mice. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo).* 2011;57(3):246-50. [Crossref] [PubMed]
63. Hobson RM, Saunders B, Ball G, Harris RC, Sale C. Effects of β -alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. *Amino Acids.* 2012;43(1):25-37. [Crossref] [PubMed] [PMC]
64. Harris RC, Sale C. Beta-alanine supplementation in high-intensity exercise. *Med Sport Sci.* 2012;59:1-17. [Crossref] [PubMed]
65. Saunders B, Elliott-Sale K, Artioli GG, Swinton PA, Dolan E, Roschel H, et al. β -alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51(8):658-69. [Crossref] [PubMed]
66. Blancquaert L, Everaert I, Derave W. Beta-alanine supplementation, muscle carnosine and exercise performance. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2015;18(1):63-70. [Crossref] [PubMed]
67. Bex T, Chung W, Baguet A, Achten E, Derave W. Exercise training and Beta-alanine-induced muscle carnosine loading. *Front Nutr.* 2015;7;2:13. [Crossref] [PubMed] [PMC]
68. Trexler ET, Smith-Ryan AE, Stout JR, Hoffman JR, Wilborn CD, Sale C, et al. International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;15;12:30. [Crossref] [PubMed] [PMC]
69. Ko R, Low Dog T, Gorecki DK, Cantilena LR, Costello RB, Evans WJ, et al. Evidence-based evaluation of potential benefits and safety of beta-alanine supplementation for military personnel. *Nutr Rev.* 2014;72(3):217-25. [Crossref] [PubMed]
70. Cermak NM, Res PT, de Groot LC, Saris WH, van Loon LJ. Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2012;96(6):1454-64. [Crossref] [PubMed]
71. Schoenfeld BJ, Aragon AA, Krieger JW. The effect of protein timing on muscle strength and hypertrophy: a meta-analysis. *J Int Soc Sports Nutr.* 2013;3;10(1):53. [Crossref] [PubMed] [PMC]
72. Rosenbloom C. Protein power: answering athletes' questions about protein. *Nutr Today.* 2015;50(2):72-7. [Crossref]
73. Burk A, Timpmann S, Medijainen L, Vähi M, Oöpik V. Time-divided ingestion pattern of casein-based protein supplement stimulates an increase in fat-free body mass during resistance training in young untrained men. *Nutr Res.* 2009;29(6):405-13. [Crossref] [PubMed]

74. Cribb PJ, Williams AD, Carey MF, Hayes A. The effect of whey isolate and resistance training on strength, body composition, and plasma glutamine. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006;16(5):494-509. [Crossref] [PubMed]
75. Buckley JD, Thomson RL, Coates AM, Howe PR, DeNichilo MO, Rowney MK, et al. Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise. *J Sci Med Sport.* 2010;13(1):178-81. [Crossref] [PubMed]
76. Tipton KD, Wolfe RR. Protein and amino acids for athletes. *J Sports Sci.* 2004;22(1):65-79. [Crossref] [PubMed]
77. Wilborn CD, Taylor LW, Outlaw J, Williams L, Campbell B, Foster CA, et al. S The effects of pre- and post-exercise whey vs. casein protein consumption on body composition and performance measures in collegiate female athletes. *J Sports Sci Med.* 2013;1;12(1):74-9. [PubMed] [PMC]
78. Phillips SM. Nutritional supplements in support of resistance exercise to counter age-related sarcopenia. *Adv Nutr.* 2015;15;6(4):452-60. [Crossref] [PubMed] [PMC]
79. Antonio J, Ellerbroek A, Silver T, Vargas L, Tamayo A, Buehn R, et al. A high protein diet has no harmful effects: a one-year crossover study in resistance-trained males. *J Nutr Metab.* 2016;2016:9104792. [Crossref] [PubMed] [PMC]
80. Bonjour JP. Protein intake and bone health. *Int J Vitam Nutr Res.* 2011;81(2-3):134-42. [Crossref] [PubMed]
81. Antonio J, Ellerbroek A, Evans C, Silver T, Peacock CA. High protein consumption in trained women: bad to the bone? *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;31;15:6. [Crossref] [PubMed] [PMC]
82. Pasiakos SM, McClung JP. Supplemental dietary leucine and the skeletal muscle anabolic response to essential amino acids. *Nutr Rev.* 2011;69(9):550-7. [Crossref] [PubMed]
83. Howatson G, Hoad M, Goodall S, Tallent J, Bell PG, French DN, et al. Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. *J Int Soc Sports Nutr.* 2012;12;9:20. [Crossref] [PubMed] [PMC]
84. Jackman SR, Witard OC, Jeukendrup AE, Tipton KD. Branched-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(5):962-70. [Crossref] [PubMed]
85. Fouré A, Nosaka K, Gastaldi M, Mattei JP, Boudinet H, Guye M, et al. Effects of branched-chain amino acids supplementation on both plasma amino acids concentration and muscle energetics changes resulting from muscle damage: a randomized placebo controlled trial. *Clin Nutr.* 2016;35(1):83-94. [Crossref] [PubMed]
86. Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, Cribb PJ, Wells SD, Skwiat TM, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;20;14:20. [Crossref] [PubMed] [PMC]
87. İlhan O, Akova B. [Using popular nutritional supplements in sports: how safe are they?]. *Türkiye Klinikleri J Sports Med-Special Topics.* 2016;2(3):37-44. [Link]
88. Wilson JM, Fitschen PJ, Campbell B, Wilson GJ, Zanchi N, Taylor L, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB). *J Int Soc Sports Nutr.* 2013;2;10(1):6. [Crossref] [PubMed] [PMC]
89. Holeček M. Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation and skeletal muscle in healthy and muscle-wasting conditions. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2017;8(4):529-41. Epub 2017 May 10. [Crossref] [PubMed] [PMC]
90. Durkalec-Michalski K, Jeszka J, Podgórski T. The effect of a 12-Week Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) Supplementation on highly-trained combat sports athletes: a randomized, double-blind, placebo-controlled crossover study. *Nutrients.* 2017;14;9(7):753. [Crossref] [PubMed] [PMC]
91. van Someren KA, Edwards AJ, Howatson G. Supplementation with beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) and alpha-ketoisocaproic acid (KIC) reduces signs and symptoms of exercise-induced muscle damage in man. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2005;15(4):413-24. [Crossref] [PubMed]
92. Thomson JS, Watson PE, Rowlands DS. Effects of nine weeks of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation on strength and body composition in resistance trained men. *J Strength Cond Res.* 2009;23(3):827-35. [Crossref] [PubMed]
93. Flakoll P, Sharp R, Baier S, Levenhagen D, Carr C, Nissen S, et al. Effect of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate, arginine, and lysine supplementation on strength, functionality, body composition, and protein metabolism in elderly women. *Nutrition.* 2004;20(5):445-51. [Crossref] [PubMed]
94. Wilson JM, Lowery RP, Joy JM, Andersen JC, Wilson SM, Stout JR, et al. The effects of 12 weeks of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate free acid supplementation on muscle mass, strength, and power in resistance-trained individuals: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114(6):1217-27. [Crossref] [PubMed] [PMC]
95. Wilson JM, Kim JS, Lee SR, Rathmacher JA, Dalmau B, Kingsley JD, et al. Acute and timing effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) on indirect markers of skeletal muscle damage. *Nutr Metab (Lond).* 2009;4;6:6. [Crossref] [PubMed] [PMC]
96. Hoffman JR, Cooper J, Wendell M, Im J, Kang J. Effects of beta-hydroxy beta-methylbutyrate on power performance and indices of muscle damage and stress during high-intensity training. *J Strength Cond Res.* 2004;18(4):747-52. [Crossref] [PubMed]
97. Lehnen TE, da Silva MR, Camacho A, Marcadenti A, Lehnen AM. A review on effects of conjugated linoleic fatty acid (CLA) upon body composition and energetic metabolism. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;17;12:36. [Crossref] [PubMed] [PMC]
98. Martins SV, Madeira A, Lopes PA, Pires VM, Alfaia CM, Prates JA, et al. Adipocyte membrane glycerol permeability is involved in the anti-adipogenic effect of conjugated linoleic acid. *Biochem Biophys Res Commun.* 2015;6;458(2):356-61. [Crossref] [PubMed]
99. Ribeiro AS, Pina FL, Dodero SR, Silva DR, Schoenfeld BJ, Sugihara Júnior P, et al. Effect of conjugated linoleic acid associated with aerobic exercise on body fat and lipid profile in obese women: a randomized, double-blinded, and placebo-controlled trial. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2016;26(2):135-44. [Crossref] [PubMed]
100. Tsao JP, Liao SF, Korivi M, Hou CW, Kuo CH, Wang HF, et al. Oral conjugated linoleic acid supplementation enhanced glycogen resynthesis in exercised human skeletal muscle. *J Sports Sci.* 2015;33(9):915-23. [Crossref] [PubMed]
101. Iwata T, Kamegai T, Yamauchi-Sato Y, Ogawa A, Kasai M, Aoyama T, et al. Safety of dietary conjugated linoleic acid (CLA) in a 12-weeks trial in healthy overweight Japanese male volunteers. *J Oleo Sci.* 2007;56(10):517-25. [Crossref] [PubMed]
102. Fielding R, Riede L, Lugo JP, Bellamine A. L-carnitine supplementation in recovery after exercise. *Nutrients.* 2018;13;10(3):349. [Crossref] [PubMed] [PMC]
103. Orer GE, Guzel NA. The effects of acute L-carnitine supplementation on endurance performance of athletes. *J Strength Cond Res.* 2014;28(2):514-9. [Crossref] [PubMed]
104. Leelarungrayub J, Pinkaew D, Klaphajone J, Eungpinichpong W, Bloomer RJ. Effects of L-carnitine supplementation on metabolic utilization of oxygen and lipid profile among trained and untrained humans. *Asian J Sports Med.* 2016;8(1):e38707. [Crossref]
105. Koozehchian MS, Daneshfar A, Fallah E, Agha-Alinejad H, Samadi M, Kaviani M, et al. Effects of nine weeks L-Carnitine supplementation on exercise performance, anaerobic power, and exercise-induced oxidative stress in resistance-trained males. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry.* 2018;22(4):7-19. [Crossref] [PubMed] [PMC]

106. Broad EM, Maughan RJ, Galloway SD. Effects of four weeks L-carnitine L-tartrate ingestion on substrate utilization during prolonged exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2005;15(6):665-79. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
107. Ezadi M, Pourvaghari AK, Nazem F, Eghdami A, Khorshidi D. The determination of acute oral L-carnitine ingestion on physiological and biochemical parameters related with lipids in endurance exercise. *JBUMS.* 2009;11(5):45-51. [[Link](#)]
108. Mojtaba I, Maryam C, Davood K, fatemeh K. The effect of chronic l-carnitine l-tartrate supplementation on glucose and lactate concentration and aerobic capacity. *Procedia Soc Behav Sci.* 2009;1(1):2692-5. [[Crossref](#)]
109. Spiering BA, Kraemer WJ, Vingren JL, Hatfield DL, Fragala MS, Ho JY, et al. Responses of criterion variables to different supplemental doses of L-carnitine L-tartrate. *J Strength Cond Res.* 2007;21(1):259-64. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
110. Spiering BA, Kraemer WJ, Hatfield DL, Vingren JL, Fragala MS, Ho JY, et al. Effects of L-carnitine L-tartrate supplementation on muscle oxygenation responses to resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2008;22(4):1130-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
111. Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Ratamess NA, Sharman MJ, Rubin MR, et al. Androgenic responses to resistance exercise: effects of feeding and L-carnitine. *Med Sci Sports Exerc.* 2006 Oct;38(10):1861. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
112. Shergis JL, Zhang AL, Zhou W, Xue CC. Panax ginseng in randomised controlled trials: a systematic review. *Phytother Res.* 2013;27(7):949-65. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
113. Hsu CC, Ho MC, Lin LC, Su B, Hsu MC. American ginseng supplementation attenuates creatine kinase level induced by submaximal exercise in human beings. *World J Gastroenterol.* 2005;14;11(34):5327-31. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
114. Kulaputana O, Thanakomsirichot S, Anomasiri W. Ginseng supplementation does not change lactate threshold and physical performances in physically active Thai men. *J Med Assoc Thai.* 2007;90(6):1172-9. [[PubMed](#)]
115. Goulet ED, Dionne IJ. Assessment of the effects of *eleutherococcus senticosus* on endurance performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2005;15(1):75-83. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
116. Bahrke MS, Morgan WP, Stegner A. Is ginseng an ergogenic aid? *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2009;19(3):298-322. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
117. McNaughton LR, Gough L, Deb S, Bentley D, Sparks SA. Recent developments in the use of sodium bicarbonate as an ergogenic aid. *Curr Sports Med Rep.* 2016;15(4):233-44. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
118. Burke LM. Practical considerations for bicarbonate loading and sports performance. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser.* 2013;75:15-26. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
119. Wu CL, Shih MC, Yang CC, Huang MH, Chang CK. Sodium bicarbonate supplementation prevents skilled tennis performance decline after a simulated match. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010;26;7:33. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
120. Cameron SL, McLay-Cooke RT, Brown RC, Gray AR, Fairbairn KA. Increased blood pH but not performance with sodium bicarbonate supplementation in elite rugby union players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2010;20(4):307-21. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
121. Karakuş M. [Ergogenic aid in athletes]. *Turkish Journal of Sports Medicine.* 2014;49(4):155-67. [[Link](#)]