

Sporcularda β -Alanin Takviyesinin Ergojenik Etkileri

Ergogenic Effects of β -Alanine Supplementation on Sports

İzel Aycan BAŞOĞLU,^a
Fatma Esra GÜNEŞ^a

^aBeslenme ve Diyetetik Bölümü,
Marmara Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Fakültesi,
İstanbul

Received: 08.05.2017
Accepted: 01.11.2017
Available online: 23.03.2018

Correspondence:
İzel Aycan BAŞOĞLU
Marmara Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Fakültesi,
Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul,
TÜRKİYE/TURKEY
dyt.aycanbasoglu@hotmail.com

ÖZET β -alanin; karaciğerde sentezlenen, esansiyel olmayan bir aminoasittir ve besinsel kaynakları kırmızı et, tavuk ve hindi etidir. Yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında H^+ (hidrojen) iyonlarını tamponlamaya önemli katkıda bulunan karnozinin substratıdır. Bu nedenle β -alanin takviyesiyle artırılan kas karnozin seviyesinin kas tamponlama kapasitesinde dolayısıyla da yorgunluğun geciktirilmesinde rol oynayabileceği düşünülmektedir. Ek olarak, β -alaninin vücut kütlesi üzerinde değişime neden olabileceği bilinmektedir. Çalışmalar, hedefleri kas hipertrofisini artırmak olan bireyler için β -alanin takviyesiyle yüksek yoğunluklu antrenmanlarda ek fayda sağlanabileceği ve yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında yorgunluğu geciktirerek vücut yağının azaltılmasında pozitif etkileri olabileceğini göstermektedir. β -alanin takviyesinin diğer ergojenik yardımcıları kombinasyon halinde, takviyelerin birlikte kullanıldığı egzersiz performansına sinerjik etkisinin incelendiği çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmaların sonucunda, sodyum bikarbonat anaerobik metabolizma süresince biriken asitleri nötralize etmektedir ve kısa süreli yoğun aktivite içeren sporlarda egzersiz öncesi sodyum bikarbonat tüketiminin yorulmayı geciktirerek performansı artırdığı bulunmuştur. Özetle; yüksek yoğunluklu aktivite-lerde amacı kuvveti artırmaktan çok, daha uzun süre devam ettirmek olan β -alanin takviyesinin spor performansını artırabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada, β -alaninin arkasındaki etki mekanizmalarının altında yatan fizyolojiye genel bir bakış sağlayacak doz şemalarının, yan etkilerinin, β -alaninin kreatin veya sodyum bikarbonatla ($NaHCO_3$) birlikte kullanımını ve β -alanin takviyesinin etkinliği hakkında yapılmış çalışmaların incelenmesi amaçlanmıştır. β -alaninin vücut kütlesi değişiklikleri üzerindeki etkisi veya aerobik kapasitedeki değişiklikleri uyabilme etkisi de tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: β -alanin takviyesi; egzersiz; performans; ergojenik

ABSTRACT β -alanine is a nonessential amino acid that is synthesized in the liver and the nutritional sources are red meat, chicken and turkey. It is the substrate of carnosine, which is an important contributor to buffering H^+ (hydrogen) ions during high intensity exercise. β -alanine is fast becoming a popular ergogenic aid to improve sports performance. In addition, it is known that the β -alanine can change body mass. Studies show that β -alanine supplementation can provide additional benefits in high intensity training and can have positive effects on body fat reduction by delaying fatigue during high intensity exercise for individuals who aim to increase muscle hypertrophy. There are also studies of the synergistic effect of β -alanine supplementation on exercise performance in combination with other ergogenic supplements in combination. As a result of these studies, sodium bicarbonate supplementation neutralize the acids that accumulate during anaerobic metabolism and it has been found that consumption of sodium bicarbonate before exercise with a short duration of intense activity improved performance by delaying fatigue in athletes. In addition, it is known that the β -alanine can change body mass. In sum, beta-alanine supplementation is thought to improve sports performance which it is to continue longer forces in high intensity activity rather than increases the purpose of the force. In this review, we studied the recent works and researches about dose schedules to provide an overview of the underlying physiology of the β -alanine's action mechanisms, effectiveness and side effects of β -alanine supplementation, combination of β -alanine with creatine or sodium bicarbonate ($NaHCO_3$). The effect of β -alanine on stimulating aerobic capacity or body mass changes is also discussed.

Keywords: β -alanine supplementation; exercise; performance; ergogenic

Spor; odak noktası aktivite olan fiziksel efor, beceri ve/veya el-göz koordinasyonu içeren bir faaliyettir. Elit sporcular fiziksel gücün üst sınırlarını zorlayan kişiler olduklarından, beslenme ve metabolik çalışmalar için iyi bir örnek oluşturmaktadır. Beslenme ve performans arasında güçlü bir neden-sonuç ilişkisi bulunduğundan optimal performans için beslenme önemlidir. Sporcunun yetersiz beslenmesi durumunda performans istenen düzeye çıkamamakta, antrenmanlar uygun düzeyde yapılamamakta, sakatlık durumunda iyileşme yavaşlamakta ve sporcu sakatlığa ve enfeksiyona karşı daha duyarlı olmaktadır. Ancak, beslenme kişiden kişiye ve spor dallarına göre farklılıklar göstermekte ve bu alanda öğrenilmesi, araştırılması gereken çok şey bulunmaktadır. Standart kuralları olmadığı ve bazı belirsizlikler bulunduğu için spor beslenmesinin, profesyonel takımlar ve sporcular tarafından önemi yeni anlaşılmaya başlanmış ve son zamanlarda sporcunun başarısını belirlemede beslenmenin önemli rol oynadığının farkına varılmıştır.¹

ERGOJENİK DESTEKLERİN KULLANIMI

Olimpik felsefenin temeli; Citius, Altius, Fortius yani “daha hızlı, daha yüksek, daha güçlü” dür.² Özellikle müsabaka sporlarında madalyaların saliseler farkıyla elde edilir olması, sporcuları antrenmanların yanında başka arayışlara yöneltmiştir ve besin desteklerinin kullanımı, spor beslenmesinde daima ilgi çekici konulardan biri olmuştur.^{1,3}

Ergojenik destekler; kuvveti, dayanıklılığı, hızı ve beceriyi sürekli olarak artırmak için kullanılmaktadır. Ayrıca, ergojenik desteklerin kas fibrillerine doğrudan etki ederek yorgunluğu azalttığı, kas kasılmaları için yakıt kaynağı oluşturduğu, kalp ve dolaşım sisteminin etkisini artırdığı da tahmin edilmektedir.⁴ Bu desteklerin kullanılmasındaki amaç; kas liflerine direkt etki ederek kas kasılması için gerekli yakıtı sağlayarak, beyindeki solunum merkezi üzerine etki ederek, yorgunluk ürünlerine karşı koyulması ve sinir sistemine etkisiyle yorulmanın geciktirilmesini sağlayarak kaslardan oksijen, yakıt ve artık ürünlerin taşınmasını kolaylaştırarak, kasın normalden daha fazla güç göstermesini sağlayarak sporsal verimi yükseltmektir.⁵

Ergojenik desteklerin bir kısmı sporcular arasındaki eşit yarışma şartlarını ortadan kaldırdığı veya doğrudan sporcu sağlığını tehdit ettiğinden; Uluslararası Olimpiyat Komitesi, Dünya Anti-Doping Ajansı ve Uluslararası Spor Federasyonları tarafından doping olarak kabul edilmiş ve yasaklanmıştır. Bu nedenle bu ürünlerin gelişigüzel kullanımından uzak durulmalı, doğru ürün, doğru zaman ve doğru miktara karar verme konusunda profesyonel yardım alınmalıdır.^{3,6}

Kullanımına müsaade edilen ergojenik desteklerin geniş bir ürün yelpazesi bulunmaktadır ve bu ürünlerden biri de özellikle dayanıklılık egzersiz performansını geliştirmede güçlü kanıtları bulunan β -alanin preparatlarıdır.

β -ALANİN VE FİZYOLOJİSİ

β -alanin karaciğerde sentezlenen, esansiyel olmayan bir aminoasittir.⁷ İnsan iskelet kasında baskın olarak bulunmaktadır. Bir yemekle β -alanin vücuda alındığı zaman; genel olarak dipeptit anserin, balenin ve karnozin içeren bir histidin formundadır. Bu dipeptitlerin hidrolizi ile daha sonra karnozin sentezi için iskelet dokusu içine emilen β -alanin elde edilmektedir. Tek başına β -alaninin ergojenik özelliklerinin çok sınırlı olduğu görülmektedir, ancak iskelet kaslarında karnozin oluşturmak üzere histidin ile birleştirildiğinde ergojenik etkileri görünmektedir.⁸

Karnozinin birincil rolü, gelişmiş kas içi hidrojen iyonu ile (H^+) tamponlama kapasitesi sayesinde asit-baz dengesinin korunmasıdır.^{9,10} β -alanin ilavesi ile intramusküler karnozin konsantrasyonunun artırılması; karnozinin dayanıklılık, kuvvet ve güç sporcuları için bir ergojenik potansiyeli olduğunu göstermiştir. Yeni bir meta-analizde, maksimum 60 ile 240 saniye süren egzersizlerin ergojenik olduğu kanıtlanmıştır.¹¹ Karnozinin beyin ve kalp gibi iskelet kası dışında başka uyartılabilen dokularda da yer aldığından, ilave fizyolojik rollerinin de olabileceği düşünülmektedir. Bazı çalışmalarda, karnozinin oksidatif stres ve yaşlanma karşıtı etkinliği ile indüklenen nörodejeneratif hastalıkların tedavi ve önlenmesinde muhtemel yardımcı bir nöroreseptör olarak davranabileceği ileri sürülmüştür.¹²⁻¹⁴

Karnozin kasta β -alanin ve histidinden oluşan sitoplazmik bir dipeptittir. Ancak, kas dolaşımından absorbe edilme özelliği ile sınırlıdır.¹⁵ Bu nedenle, iskelet kası içinde sentez edilmesi gerekmektedir. İskelet kası β -alanince nispeten düşük bir konsantrasyona, fakat histidince yüksek bir konsantrasyona sahip olduğundan β -alanin, karnozin sentezinde hız sınırlayıcı bir adım olmaktadır.¹⁶

■ β -ALANİNİN ERGOJENİK ETKİLERİ

β -ALANİN TAKVİYESİNİN YORGUNLUK ÜZERİNE ETKİSİ

β -alanin takviyesi bireylerin H^+ tamponlama kapasitesini geliştirerek, enerji substratlarının kullanımını artırarak ve kas kontraksiyonunun dayanıklılığını devam ettirerek yorulmayı geciktirebilmektedir.¹⁵

Yüksek yoğunluklu egzersizle birlikte kas yorgunluğunda rol oynayan birkaç faktör bulunmaktadır. Bazı yaygın teoriler arasında; nöromusküler kavşağın bozulması Ca^{+2} salınımındaki düşüş, adenosin trifosfat (ATP) gibi yakıt depolarının tükenmesi, oksidatif strese bağlı olarak serbest radikallerin üretimi, ve adenosin difosfat, H^+ gibi metabolitlerin birikiminden kaynaklanmaktadır.^{17,18}

Nöromusküler yorgunluk, çalışan kasın elektriksel aktivitesi sonucu zamanla oluşmaktadır.¹⁹⁻²¹ Elektriksel aktivitedeki artış, elektromiyografi (EMG) amplitüdündeki artışla gözlemlenmektedir ve aktiviteyi sürdürmek için belirli/aktif motor ünitelerinin ateşlenme hızındaki artışın bir göstergesidir.²¹ Bu EMG yanıtının olası sebebinin H^+ iyon birikimi olduğu düşünülmektedir. Diğer olası sebeplerin enerji depolarındaki tükenme ve kas katyonlarındaki bozulmuş regülasyon olduğu varsayılmaktadır.^{22,23} deVries ve ark., bu nöromusküler yorgunluk eşiğini değerlendiren bir protokol geliştirmişlerdir.¹⁹ PWCFT olarak adlandırılan bu protokol; bisiklet ergometrisi sırasında EMG amplitüdü ve yorgunluk arasındaki ilişkiyi incelemekte ve özellikle nöromusküler yorgunluk noktasındaki güç çıkışını ölçmektedir.²⁴ Sonraki çalışmalar fiziksel çalışma kapasitesi ve ventilasyon eşiği arasındaki ilişkileri de göstermiştir.²⁵

Daha önceki araştırmalarda, β -alanin takviyesi kas karnozin içeriğinde artış sağlayarak egzersiz sırasında tamponlama özelliğini geliştirdiğinden, β -alanin takviyesinin yorgunluğu geciktirebileceği hipotezi ileri sürülmüştür.^{9,24-29} Stout ve ark., bir bisiklet ergometrisi protokolü sırasında kadınlarda 28 günlük β -alanin desteğinin etkilerini incelemişlerdir. Katılımcılara ilk hafta 3,2 g/gün, sonra 28. güne kadar 6,4 g/gün β -alanin veya plasebo (maltodekstrin) takviyesi verilmiştir. Sonuçlar, β -alanin desteğinin fiziksel çalışma kapasitesini %12,6, ventilasyon eşiğini %13,9 ve tükenme (yorgunluk) zamanını %2,5 artırdığını göstermiştir.²⁴

Stout ve ark., kısa süre önce yaptıkları başka bir çalışmada, yaşlı erkek ve kadınlarda üç aylık β -alanin takviyesinin fiziksel çalışma kapasitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir.¹⁴ Çalışmanın süresi boyunca katılımcılar 2,4 g β -alanin veya plasebo (mikrokristalin selüloz) ile günde üç kez takviye edilmiştir. Sonuçlar, β -alanin desteğinin yaşlı nüfusta fiziksel çalışma kapasitesini %28,5 artırdığını ortaya koymuştur. Araştırmacılar bu bulguları, çalışmada karnozin doğrudan ölçülmemesine rağmen, artmış tamponlama kapasitesine yol açan kas karnozin konsantrasyonlarındaki artışa bağlamaktadır.¹⁴

Dutka ve ark.'nın yapmış olduğu benzer bir çalışmada, yüksek kas karnozin konsantrasyonlarında artan Ca^{+2} duyarlılığının, eksitasyon-kontraksiyon kaplini geliştirdiği, performans sırasında yorgunluk oranını azalttığı gösterilmiştir.³⁰ İki bin on iki yılında yapılan bir başka çalışmada; 4-12 haftalık 3-6 g/gün β -alanin takviyesinin hücre içi tamponlamayı %50-85 artırdığı bulunmuştur.³¹ β -alanin ve kas yorgunluğu ile ilgili veriler umut vaatetmektedir, fakat gelecekte daha fazla çalışmaya gereksinim duyulmaktadır.

β -ALANİN TAKVİYESİNİN VÜCUT KÜTLESİ DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Çeşitli çalışmalar, β -alanin takviyesinin etkisini incelemiştir ve hem erkek hem de kadınlarda vücut kompozisyonunu değiştirme üzerine çalışmalar yürütülmektedir. β -alanin takviyesini inceleyen antrenman çalışmalarının birkaçı, 4-15 haftalık takviye ile vücut kütlelerinde herhangi bir değişiklik görmenin mümkün olmadığını savunmaktadır. Bu

çalışmalarda katılımcıların düşük kalori aldığı sanılmaktadır. Bununla birlikte, dayanıklılık antrenmanı yapan sporculardan β -alanin takviyesi alan grup, sadece kreatin alan veya plasebo grubuyla karşılaştırıldığında önemli ölçüde yağ kütlesinde azalmayı ve yağsız vücut kütlesi kazanımını teşvik ettiği ortaya çıkmıştır.³² Altı haftalık yüksek yoğunluklu interval antrenman [high intensity (HIIT)] antrene kadınlarla yapılan çalışmada, plasebo ve kontrol grubunun vücut kütlesinde hiçbir değişim olmaz iken β -alanin takviyesi (6 g/gün) alan grupta vücut kütlesi artmıştır. Bununla birlikte, yağsız vücut kütlesi artışı bakımından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.³³ Benzer şekilde başka bir çalışmada, 28 haftalık 6 g/gün β -alanin takviyesinin vücut kütlesini artırdığı bildirilmiştir.³⁴

Çalışmalar, hedefleri kas hipertrofisini artırmak olan bireyler için β -alanin takviyesiyle yüksek yoğunluklu antrenmanlarda ek fayda sağlanabileceğini ve yüksek yoğunluklu sprint sırasında yorgunluğu geciktirerek vücut yağının azaltılmasında pozitif etkileri olabileceğini göstermektedir.³⁵

β -ALANİN TAKVİYESİNİN AEROBİK KAPASİTE VE PERFORMANS ÜZERİNE ETKİSİ

β -alanin alımının yararları ve dayanıklılık egzersizleri arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar sonuçsuz görünmektedir. Jordan ve ark., haftalık β -alanin takviyesiyle kan laktat birikiminde bir gecikme olduğunu bildirmişlerdir, fakat VO_{2max} 'da genel bir düşüş gözlemlemişlerdir. Bu şaşırtıcı değildir, çünkü artmış tamponlama kapasitesinin uzun süreli dayanıklılık egzersiz performansını artırması beklenmemektedir. Çünkü, kas asidozu bu tip egzersizler sırasında gelişen yorgunlukta büyük rol oynamamaktadır. Buna rağmen; altı haftalık HIIT ve β -alanin takviyesi kombinasyonunun aerobik kapasitede gelişmelerle sonuçlandığı bildirilmiştir. Aerobik gelişmeler hem plasebo hem de takviye alan grupta görülmüştür, fakat sadece takviye alan gruptaki gelişmeler anlamlıdır.³⁴

Benzer şekilde Walter ve ark. β -alaninin dayanıklılık performansındaki ergojenik etkisini kanıtlamada kanıtları yetersiz olsa da β -alanin ve HIIT'nin kardiyovasküler fitnessi geliştirebileceğini bildirmişlerdir.³³

Howe ve ark., izokinetik kuvvet ve bisiklet performansına β -alanin ilavesinin etkisini araştırdıkları çalışmalarının sonucunda, yüksek eğitimli bisikletçilerde; dört haftalık β -alanin takviyesi sonrası yorgunluğun anlamlı olarak azaldığını, β -alanin takviyesinin "time-trial" performansında ve kısa süreli kas kuvvet üretiminde anlamlı değişikliklere neden olduğunu bildirmişlerdir.³⁶ Bununla birlikte, Ducker ve ark.'nın çalışmasında, 28 gün boyunca günde 80 mg/kg (~7 g/gün) β -alanin takviyesinin iyi eğitimli kürekçilerde, 2.000 m kürekergometre performansını artırmada kesin sonuç vermediği gösterilmiştir.³⁷

Son zamanlarda yapılan çalışmalar kas karnozin içeriğinin, yüksek yoğunluklu performans artışının değerlendirilmesinde önemli bir değişken olabileceğini göstermiştir ve β -alanin takviyesi ile artırılan karnozin seviyesinin kas tamponlama kapasitesi gelişimi ve dolayısıyla da yorgunluğun geciktirilmesinde rolü olduğu hipotezini desteklemektedir.

β -ALANİN VE DİĞER BESİN TAKVİYELERİ İLE BİRLİKTE KULLANIMI

β -alanin takviyesi ile diğer ergojenik desteklerin birlikte kullanımının egzersiz performansını geliştirmede ek fayda sağlayabileceği düşünülmektedir. Tek başına kullanıldıklarında egzersiz performansına ergojenik bir fayda sağlayan iki takviyenin birlikte daha yararlı olacağı varsayılmasına rağmen, bu her zaman geçerli değildir ve beklenenin aksine ters etki yaratabilmektedir.³⁸ Bu nedenle, β -alanin takviyesinin diğer ergojenik yardımcımlarla kombinasyon halinde kullanımının önerilmesi için egzersiz performansına etkisini inceleyen çalışmalarla kanıtlanmalıdır.³⁹

KREATİN VE β -ALANİN TAKVİYESİ

Kreatin, hem et ve et ürünleri ile dışarıdan alınabilen hem de böbrek, karaciğer ve pankreasta glisin, metionin ve arginin gibi aminoasitlerden sentezlenebilen bir guanidin bileşiğidir. İnsan vücudunda ortalama 120 g kreatin havuzu bulunmakta, kaslarda ve karaciğerde depolanmaktadır. Kas kreatininin 2/3'ü fosfokreatin olarak depolanır iken, geriye kalan kısmı ise serbest kreatin şeklinde bulunmaktadır. Fosfojen enerji sistemi; ATP ve fos-

fokreatin (CP) depolarından oluşmaktadır. Vücuttaki fosfokreatin, ATP ile birlikte kısa süreli ve yüksek yoğunluklu maksimal bir eforu yaklaşık 10 saniye sürdürmeye yetecek kadardır.⁴⁰ Egzersizin yoğunluğu aerobik sistemin gücünü aştığında, kas anaerobik sistemle enerji üretmeye yönelmektedir. Özetle, egzersizin en yoğun olduğu süreçte kas enerji oluşumu için fosfokreatin depolarına yüklenmektedir.⁴¹ Kas aktivitesi bittiğinde kullanılan kreatin fosfat, glikojen yerine konulmaktadır. Hoffman ve ark., kreatin ve β -alanin kombinasyonunu araştıran ilk ekip olarak, bu takviyenin dayanıklılık/güç sporcularında önemli bir fayda sağlayacağı hipotezini savunmuşlardır. Çalışmalarının sonucunda, kreatin ile birlikte yapılan β -alanin takviyesinin antrenman kalitesini ve yağsız dokuyu yalnızca kreatin takviyesine göre daha fazla artırdığını ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte, özellikle antrenman yoğunluğundaki artışın, yağsız vücut kütlesi artışı ve yağ kütlesi azalışıyla ilişkili olduğu bulunmuştur.⁴²

β -ALANİN VE SODYUM BİKARBONAT (NaHCO_3) TAKVİYESİ

Yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında, ATP gereksiniminin karşılanması için anaerobik metabolizmanın kullanılması gerekmektedir. Anaerobik metabolizma sonucu kaslarda oluşan laktik asit, kasların fonksiyonunu etkilemekte ve yorgunluğa neden olmaktadır. Laktik asit birikimini önlemek, performansı geliştirmekte ve yorulmayı geciktirmektedir. Bikarbonat iyonları asiditedeki değişimleri önleyerek vücutta tampon görevi görmektedir. Yapılan çalışmalara göre, bikarbonat takviyesi anaerobik metabolizma süresince biriken asitleri nötralize etmektedir. Egzersiz öncesi sodyum bikarbonat tüketmenin, performansı artırdığı ve birkaç dakika içinde sonlanan yoğun aktivite içeren sporlarda yorulmayı geciktirdiği gösterilmiştir.⁴³

Glikojenin anaerobik ortamda enerji kaynağı olarak kullanılması ile ortaya çıkan ve kaslarda birikerek yorgunluğa neden olan laktik asidin olumsuz etkisini ortadan kaldırmak veya azaltmak için kas dokusundaki asiditeyi azaltmada tampon görevi yapan sodyum tuzları kullanılmaktadır.⁴⁴ β -alanin ve NaHCO_3 (sodyum bikarbonat) alımı, fiziko-

kimyasal tampon eş değerlerini, kas karnozin ve kan bikarbonat konsantrasyonlarını artırarak, yoğun egzersiz sırasında asidozla mücadele ederek performansa fayda sağlayabilmektedir.⁴⁵

Bikarbonat ve β -alaninin hücre içi ve dışı tamponlama kapasitesini artırdığı bilindiğinden beri, birlikte kullanımının fizyolojik ve performans avantajları bakımından teorik olarak yararlı olabileceği düşünülmüştür.⁴⁶ Tobias ve ark.nın çalışmasında tek başına, kronik β -alanin ve sodyum bikarbonat takviyesi iyi eğitilmiş atletlerde yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman performansını eşit derecede geliştirmiştir. Yine bu çalışmanın sonucu, β -alaninle birlikte sodyum bikarbonat takviyesi kullanımının kesin bir ergojenik katkısı olduğunu desteklemiştir.⁴⁷ Danaher ve ark., β -alanin ve NaHCO_3 ile birlikte alımının performans üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında; β -alanin ve NaHCO_3 kombine takviyesinin, sırasıyla, kas karnozin ve kan HCO_3^- 'ün artan konsantrasyonları ile hücre içi ve dışı tampon kapasitesi potansiyelinin yüksek olmasına rağmen, performans veya metabolizma üzerinde hiçbir olumlu etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.⁴⁵

β -alanin takviyesinin diğer ergojenik yardımcıları kombinasyon hâlinde, egzersiz performansına sinerjik etkisinin olup olmadığının anlaşılması için takviyelerin birlikte kullanıldığı stratejilerin etkinliği üzerine yapılan daha fazla çalışmaya gerek duyulmaktadır.

ÖNERİLEN β -ALANİN DOZU

Diğer tüm besin takviyeleri gibi, optimal β -alanin dozu da kişinin yaşı, cinsiyeti ve nütrisyonel/sağlık durumu gibi faktörlere bağlıdır. Birçok çalışma, sadece genç-lise çağı yaşlarındaki erkeklerle yapılmıştır. Caruso ve ark.nın yapmış olduğu derlemenin sonuçları, β -alaninin yüksek dozlarda alımının ergojenik etkilerinin daha fazla olduğunu göstermiştir. Ergojenik etki için minimal dozun sağlıklı erkekler için 1,2-4,8 g/gün arasında olduğu bulunmuştur.⁴⁸

Saunders ve ark. tarafından yapılan sistematik derleme ve meta-analizde ise en az 2-4 haftalık 4-6 g/gün β -alanin takviyesinin, 1-4 dk süren egzersiz performansını iyileştirdiği gösterilmiştir.⁴⁹ Dört hafta

boyunca 4-6 g alımın, 800 mg eşit dozlarda, kas karnozin seviyelerini %64 artırdığı ve takviyeyi 10 haftaya uzatmanın kas karnozini %80 oranında artırdığı belirtilmiştir.^{9,27} Meta-analiz, antrene insanlara göre antrene olmayan insanlar üzerinde daha küçük bir etkisi olduğunu bildirmiştir, ancak bu farkın nedeni net değildir.⁴⁹ B-alanin ile sodyum bikarbonatın birleştirilmesinin tek başına β-alanin ile karşılaştırıldığında performansı daha da artırdığı gösterilmiştir.^{49,50}

β-ALANİN TAKVİYESİYLE İLİŞKİLİ YAN ETKİLER

β-alanin takviyesiyle ilişkili bilinen tek yan etki parastezisidir. Parastezi, sıklıkla β-alanin yüksek dozlarda alındığı zaman oluşan deride uyuşma ve karıncalanma hissidir.¹⁰ Genellikle alımı takiben 1 saat içinde kaybolmaktadır. Bir karbonhidrat ya da elektrolit içeceğiyle birlikte alındığında, advers etkisinin göz ardı edilebileceği görülmektedir.⁴² Décombaz ve ark., yavaş salım tabletleri formunda 1,6 g β-alanin alımının plasebodan daha fazla duyuşal yan etkilere yol açmadığını bildirmişlerdir.⁵¹

Uzun süreli takviyenin (>15 hafta) potansiyel olumsuz etkilerini inceleyen çalışmalar yapılmamıştır. Bununla birlikte, doz çalışmaları diyetle tüketilene benzerdir ve kullanımı güvenlidir.¹⁰

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

Bu çalışma hazırlanırken tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

1. Ersoy G. [What is sports nutrition?]. Argun N, editör. Egzersiz ve Spor Yapanlar İçin Beslenme. 5. Baskı. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım; 2012. p.200.
2. Ersoy G. [What is historical development of supplement use?]. Argun N, editör. Egzersiz ve Spor Yapanlar İçin Beslenme. 5. Baskı. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım; 2012. p.103.
3. Ünal M. [Effects of creatine supplementation on exercise performance in sports]. Genel Tıp Derg 2005;15(1):43-50.
4. Özmerdivenli R, Yıldırım E. [Effects of education levels of professional and amateur footballers to their tendency of acrogenic help and vitamins uses]. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi 2005;3(2):118-23.
5. Dündar U. Antrenman Teorisi. 6. Baskı. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım; 2003. p.353.
6. Ersoy G, Hasbay A. [Ergogenic aids]. Sporcu Beslenmesi. 1. Baskı. Ankara: Klasmat Matbaacılık; 2008. p.23.
7. Matthews MM, Traut TW. Regulation of N-carbamoyl-beta-alanine amidohydrolase, the terminal enzyme in pyrimidine catabolism, by ligand-induced change in polymerization. J Biol Chem 1987;262(15):7232-7.
8. Dunnett M, Harris RC. Influence of oral beta-alanine and L-histidine supplementation on the carnosine content of the gluteus medius. Equine Vet J Suppl 1999;(30):499-504.
9. Harris RC, Tallon MJ, Dunnett M, Boobis L, Coakley J, Kim HJ, et al. The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. Amino Acids 2006;30(3):279-89.
10. Artioli GG, Gualano B, Smith A, Stout J, Lancha AH Jr. Role of beta-alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance. Med Sci Sports Exerc 2010;42(6):1162-73.
11. 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.
12. Boldyrev AA, Stvolinsky SL, Fedorova TN, Suslina ZA. Carnosine as a natural antioxidant and geroprotector: from molecular mechanisms to clinical trials. Rejuvenation Res 2010;13(2-3):156-8.
13. del Favero S, Roschel H, Solis MY, Hayashi AP, Artioli GG, Otaduy MC, et al. Beta-alanine (Carnosyn™) supplementation in elderly subjects (60-80 years): effects on muscle carnosine content and physical capacity. Amino Acids 2012;43(1):49-56.
14. Stout JR, Graves BS, Smith AE, Hartman MJ, Cramer JT, Beck TW, et al. The effects of beta-alanine supplementation on neuromuscular fatigue in elderly (55-92 years): a double-blinded randomized study. J Int Soc Sports Nutr 2008;5:21.
15. Smith AE, Moon JR, Kendall KL, Graef JL, Lockwood CM, Walter AA, et al. The effects of beta-alanine supplementation and high-intensity interval training on neuromuscular fatigue and muscle function. Eur J Appl Physiol 2009;105(3):357-63.
16. Baguet A, Reynoudt H, Pottier A, Everaert I, Callens S, Achten E, et al. Carnosine loading and washout in human skeletal muscles. J Appl Physiol (1985) 2009;106(3):837-42.
17. Sale C, Saunders B, Harris RC. Effect of beta-alanine supplementation on muscle carnosine concentrations and exercise performance. Amino Acids 2010;39(2):321-33.
18. Begum G, Cunliffe A, Leveritt M. Physiological role of carnosine in contracting muscle. Int J Sport Nutr Exerc Metabol 2005;15(5):493-514.
19. deVries HA, Tichy MW, Housh TJ, Smyth KD, Tichy AM, Housh DJ. A method for estimating physical working capacity at the fatigue threshold (PWCFT). Ergonomics 1987;30(8):1195-204.
20. Matsumoto T, Ito K, Moritani T. The relationship between anaerobic threshold and electromyographic fatigue threshold in college women. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1991;63(1):1-5.
21. Moritani T, Takaishi T, Matsumoto T. Determination of maximal power output at neuromuscular fatigue threshold. J Appl Physiol (1985) 1993;74(4):1729-34.

22. McKenna MJ. The roles of ionic processes in muscular fatigue during intense exercise. *Sports Med* 1992;13(2):134-45.
23. MacLaren DP, Gibson H, Parry-Billings M, Edwards RH. A review of metabolic and physiological factors in fatigue. *Exerc Sports Sci Rev* 1989;17:29-66.
24. Stout JR, Cramer JT, Zoeller RF, Torok D, Costa P, Hoffman JR, et al. Effects of beta-alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilatory threshold in women. *Amino Acids* 2007;32(3):381-6.
25. Culbertson JY, Kreider RB, Greenwood M, Cooke M. Effects of beta-alanine on muscle carnosine and exercise performance: a review of the current literature. *Nutrients* 2010;2(1):75-98.
26. Derave W, Ozdemir MS, Harris RC, Pottier A, Reyngoudt H, Koppo K, et al. Beta-alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. *J Appl Physiol* (1985) 2007;103(5):1736-43.
27. Hill CA, Harris RC, Kim HJ, Harris BD, Sale C, Boobis LH, et al. Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids* 2007;32(2):225-33.
28. Kendrick IP, Harris RC, Kim HJ, Kim CK, Dang VH, Lam TQ, et al. The effects of 10 weeks of resistance training combined with beta-alanine supplementation on whole body strength, force production, muscular endurance and body composition. *Amino Acids* 2008;34(4):547-54.
29. Suzuki Y, Ito O, Mukai N, Takahashi H, Takamatsu K. High level of skeletal muscle carnosine contributes to the latter half of exercise performance during 30-s maximal cycle ergometer sprinting. *Jpn J Physiol* 2002;52(2):199-205.
30. Dutka TL, Lambolay CR, McKenna MJ, Murphy RM, Lamb GD. Effects of carnosine on contractile apparatus Ca^{2+} release in human skeletal muscle fibers. *J Appl Physiol* (1985) 2012;112(5):728-36.
31. Stellingwerff T, Decombaz J, Harris RC, Boesch C. Optimizing human in vivo dosing and delivery of beta-alanine supplements for muscle carnosine synthesis. *Amino Acids* 2012;43(1):57-65.
32. Helms ER, Aragon AA, Fitschen PJ. Evidence-based recommendations for natural bodybuilding contest preparation: nutrition and supplementation. *J Int Soc Sports Nutr* 2014;11:20.
33. Walter AA, Smith AE, Kendall KL, Stout JR, Cramer JT. Six weeks of high-intensity interval training with and without beta-alanine supplementation for improving cardiovascular fitness in women. *J Strength Cond Res* 2010;24(5):1199-207.
34. Jordan T, Lukaszuk J, Misic M, Umoren J. Effects of beta-alanine supplementation on the onset of blood lactate accumulation (OBLA) during treadmill running: pre/post 2 treatment experimental design. *J Int Soc Sports Nutr* 2010;7:20.
35. Hoffman JR, Emerson NS, Stout JR. β -alanine supplementation. *Curr Sports Med Rep* 2012;11(4):189-95.
36. Howe ST, Bellinger PM, Driller MW, Shing CM, Fell JW. The effect of beta-alanine supplementation on isokinetic force and cycling performance in highly trained cyclists. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2013;23(6):562-70.
37. Ducker KJ, Dawson B, Wallman KE. Effect of beta-alanine supplementation on 2000-m rowing-ergometer performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2013;23(4):336-43.
38. Vandenberghe K, Gillis N, Van Leemputte M, Van Hecke P, Vanstapel F, Hespel P. Caffeine counteracts the ergogenic action of muscle creatine loading. *J Appl Physiol* (1985) 1996;80(2):452-7.
39. Bellinger PM. β -alanine supplementation for athletic performance: an update. *J Strength Cond Res* 2013;28(6):1751-70.
40. 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;4:6.
41. Tarnopolsky MA. Caffeine and creatine use in sport. *Ann Nutr Metab* 2010;57 Suppl 2:1-8.
42. Hoffman J, Ratamess N, Kang J, Mangine G, Faigenbaum A, Stout J. Effect of creatine and beta-alanine supplementation on performance and endocrine responses in strength/power athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2006;16(4):430-46.
43. Krstrup P, Ermidis G, Mohr M. Sodium bicarbonate intake improves high-intensity intermittent exercise performance in trained young men. *J Int Soc Sports Nutr* 2015;12:25.
44. Günes Z. Spor ve Beslenme Antrenör ve Sporcu El Kitabı. 1. Baskı. Ankara: Bağırğan Yayınevi; 1998. p.87.
45. Danaher J, Gerber T, Wellard RM, Stathis CG. The effect of β -alanine and $NaHCO_3$ co-ingestion on buffering capacity and exercise performance with high-intensity exercise in healthy males. *Eur J Appl Physiol* 2014;114(8):1715-24.
46. Jones AM. Buffers and their role in the nutritional preparation of athletes. *Sports Science Exchange* 2014;27:(124):1-5.
47. Tobias G, Benatti FB, de Salles Painelli V, Roschel H, Gualano B, Sale C, et al. Additive effects of beta-alanine and sodium bicarbonate on upper-body intermittent performance. *Amino Acids* 2013;45(2):309-17.
48. Caruso J, Charles J, Unruh K, Giebel R, Learmonth L, Potter W. Ergogenic effects of β -alanine and carnosine: proposed future research to quantify their efficacy. *Nutrients* 2012;4(7):585-601.
49. 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.
50. 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;12:30.
51. Décombaz J, Beaumont M, Vuichoud J, Bouisset F, Stellingwerff T. The effect of slow-release β -alanine tablets on absorption kinetics and paresthesia. *Amino Acids* 2012;43(1):67-76.