

Dayanıklılık Sporcularında Egzersizin Neden Olduğu İmmün İşlev Bozuklukları Üzerine Beslenme Müdahalelerinin Etkileri

Effects of Nutritional Interventions on Exercise-Induced Immune Function Disturbances in Endurance Athletes

Damla Yılmaz¹, Gülgün Ersoy¹

¹ Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye

ÖZET

Dayanıklılık sporları, önemli ölçüde fizyolojik strese neden olmakta ve sporcularda immün sistemin zayıflamasına yol açabilmektedir. Özellikle uzun süreli ve orta-ağır şiddetteki egzersizleri izleyen süreçte, sporcunun enfeksiyonlara olan duyarlılığının arttığı bildirilmektedir. Son yıllarda sporcuların immün yeterliliklerini sağlayabilme ve hastalıklardan korunmaya yönelik beslenme stratejilerine olan ilgileri artmakta birlikte, mevcut kanıtlar sadece karbonhidratların uzun süreli egzersizler sırasında sıklıkla tüketilmesinin, immün yanıt üzerine olan olumlu etkilerini destekler niteliktedir. Sporcuların yeterli ve dengeli beslenmesinin immün işlevlerin korunmasında temel nokta olduğu da iyi bilinen bir gerçektir. Diğer besin öğeleri ve biyoaktif diyet bileşenlerinin dayanıklılık sporcularında egzersizin neden olduğu immün işlev bozukluklarının düzenlenmesi üzerine olan olası etkilerine ilişkin daha fazla sayıda çalışmaya gerek duyulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Dayanıklılık sporları, immün işlev, beslenme

ABSTRACT

Endurance sports are important physiologic stress sources and can cause attenuation of the immune system. Especially during the period following long-term moderate/heavy exercise, it is reported that an athlete's susceptibility to infections increases. Although athletes have become more interested in nutrition strategies to maintain immune system adequacy and to prevent diseases in the recent years, current evidence supports only the favorable effects of frequent consumption of carbohydrates during long term exercises on immune response. It is a well-known fact that an adequate and balanced diet is the key point in maintaining immune functions of an athlete. More studies are needed in order to show the possible effects of other nutrients and bioactive diet components on the maintenance exercise-induced immun function disturbances in endurance athletes.

Key words: Endurance sports, immune function, nutrition

GİRİŞ

İmmün sistem ve bu sistemin herhangi spesifik bir uyarana olan cevabı, patojen ajanlara karşı vücut dokularının korunmasını sağlamak üzere eksiksiz bir biçimde düzenlenmiştir (1). İmmün sistemin iki işlevsel birimi vardır. "Doğumsal immün sistem", yabancı öğelerin girişine karşı ilk savunmanın gerçekleştiği sistemdir. Deri, epitel hücreler,

mukoza sekresyonları, vücut sıvılarının asitliği, komplemanlar, lizozimler ve fagosit hücrelerden oluşur. Doğumsal immün sistemin yetersiz kaldığı durumda enfeksiyon ortaya çıkmakta ve "edinsel (kazanılmış) immün sistem" aktive olmaktadır. Edinsel immün sistem, T lenfositler, B-lenfositler ve antikorlardan oluşmaktadır (2). İmmün sistem hücre işlevleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

İletişim/Correspondence:

Araş. Gör: Damla Yılmaz
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, D Blokları, 06100 Sıhmanpazarı, Ankara, Türkiye

E-posta: damla.yilmaz@hacettepe.edu.tr

Geliş tarihi/received: 05.03.2013

Kabul tarihi/accepted: 03.04.2013

Tablo 1. İmmün sistem hücrelerinin işlevleri (3)

İmmün sistem hücreleri	İşlevleri
Doğal öldürücü hücreler	Üst solunum yolu enfeksiyonları açısından en kritik hücre grubudur, Virüsle infekte olmuş hücreler ve tümör hücrelerine sitotoksik etki yapar, Antikor üretiminden çok önce ilk savunmayı sağlar.
Nötrofiller	Fagositoz özelliği vardır, Oksijene bağımlı veya bağımsız olarak hücre içinde antijenlerin parçalanmasını sağlar.
Monositler/makrofajlar	Fagositoz, T lenfositlere antijen tanıtımı ve sitokin sekresyonu ile akut faz cevabının düzenlenmesini yönetir.
T lenfositler	Hücre içi ve hücrelerarası patojenlere cevabın düzenlenmesinde rol oynar, T Helper (CD4+) Lenfositler: B-lenfositlerde antikor yapımının uyarılmasını, sitotoksik T hücresi işlevlerinin düzenlenmesini, monosit/makrofaj, doğal öldürücü hücre işlevlerinin düzenlenmesini sağlar, T Sitotoksik/Supresör (CD8+) Lenfositler: Virüsle infekte olmuş hücrelerin veya tümör hücrelerinin yıkımını gerçekleştirir.
B lenfositler	Antikor yapımında görev alır.

Ağır antrenman programları, maraton, uzun-mesafe bisiklet gibi dayanıklılık sporları, önemli fizyolojik stres kaynağıdır ve sporcularda immün sistemin zayıflamasına yol açabilmektedir (4). İmmün yeterliliğe ilişkin, genetik altyapı, yetersiz beslenme, fiziksel, psikolojik ve çevresel stres ve uyku düzenindeki bozukluklar sporcularda immün işlevlerde bozulmaya neden olan diğer etmenler olarak bildirilmektedir (5). Optimal performans için stratejiler oluştururken, sporun doğasından gelen sağlığı olumsuz etkileyebilecek etmenlerin ortadan kaldırılması ve risklerin azaltılması gerekmektedir (3). Son yıllarda sporcuların immün yeterliliklerini sağlayabilme ve hastalıklardan korunmaya yönelik beslenme stratejilerine olan ilgileri artmıştır (6).

Bu derleme makalede, dayanıklılık sporcularında egzersiz ile ilişkili immün işlev bozukluklarına neden olan etmenler ve beslenme müdahalelerinin etkileri üzerinde durulmuştur.

Egzersizin İmmün Sistem Üzerine Etkileri

Sporcularda her akut ağır egzersiz uygulamasının fizyolojik strese neden olduğu ve bunun sonucunda, stres hormonları, pro ve antiinflamatuvar sitokinler ile reaktif oksijen türlerinde artışın gerçekleştiği bildirilmektedir (6). Uzun süreli dayanıklılık sporları ile üst solunum yolu enfeksiyonu (ÜSYE) insidansına ilişkin bazı önemli çalışmalar 1980'li ve 1990'lı yıllarda yapılmıştır. Bu çalışmalardan birinde yarışma sonrası ÜSYE insidansı maraton koşucularında %33.3, kontrol grubunda ise %15.3 bulunmuştur (7).

Egzersiz şiddeti ile ÜSYE'ye olan yatkınlık arasındaki ilişki grafiğinin "J" şeklinde bir eğri çizdiği belirtilmektedir. Bu model, orta şiddetteki egzersizin üst solunum yolu enfeksiyonu riskini azalttığını göstermekle birlikte, yüksek şiddetteki egzersizlerin riski artırabileceğine işaret etmektedir (8). Daha sonraları bu modele getirilen 3 boyutlu yaklaşım sonucu, egzersiz şiddeti ile ÜSYE arasındaki ilişkinin kondisyonu düşük olan sporcularda, elit düzeydeki sporculara göre daha fazla olabileceği görüşü ortaya atılmıştır (9).

Dayanıklılık sporcularında, egzersizi izleyen 3-72 saat arasında bazı immün bileşenlerin baskılanmasına bağlı olarak immün işlevlerde bozulma olduğu rapor edilmiştir. Bu zaman aralığı patojenlere karşı direncin düştüğü, dolayısıyla enfeksiyon riskinin arttığı "açık pencere" dönemi olarak adlandırılmaktadır (1). Egzersiz sonrası immün işlev bozukluğunun en çok sürekli, uzun süreli (>90 dakika), orta-ağır şiddetteki (VO₂ maks %50-75) ve yiyecek, içecek tüketimi olmadan yapılan egzersizlerde gerçekleştiği belirtilmektedir (10).

Uzun süren, şiddeti yüksek egzersizlerin immün sistem üzerinde oluşturduğu değişiklikler, nötrofil sayısında, proinflamatuvar, antiinflamatuvar ve inflamatuvar birçok sitokin ve kortizolün salınımında, monosit kemotaksisinde ve adezyonunda artış ile lenfosit sayılarında, makrofajların oksidatif yıkım kapasitesinde, T-lenfositlerin proliferasyonunda, tükürük sekresyonunda, doğal öldürücü hücrelerin aktivitesinde azalma (IgA miktarında azalma

nedeniyle mukozal immünyet azalma) olarak özetlenebilir (3).

Beslenme Durumunun İmmün İşlevler Üzerine Etkisi

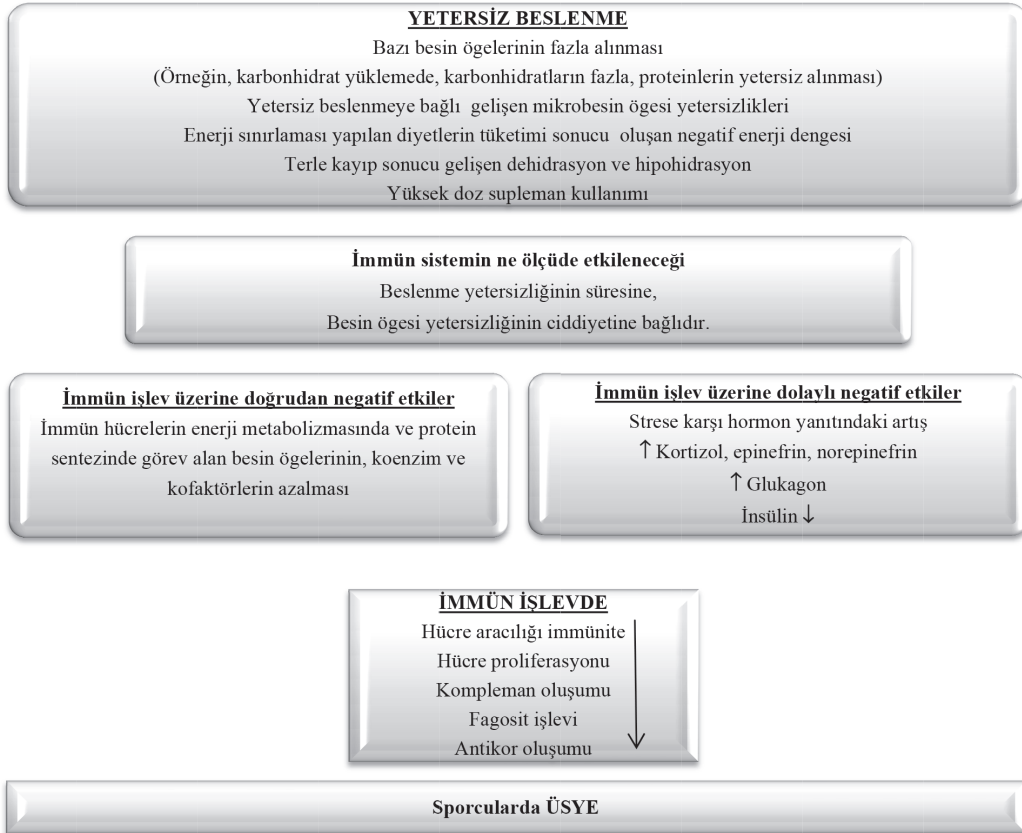
Yetersiz beslenmenin immün işlevlerde bozulmaya katkıda bulunabileceği ve kişinin enfeksiyonlara olan yatkınlığını artırabileceği uzun zamandır bilinmektedir (11). İmmün işlevlerin bozulmasına neden olan başlıca diyetler, enerji, makro (karbonhidrat, protein, yağ) ve/veya spesifik mikro besin öğelerinin yetersiz alınmasıdır (2).

Bazı spor dallarında ve özellikle kadın sporcular arasında yeme davranışı bozuklukları sık karşılaşılan sorunlardır. Koşucu, bisikletçi, yüzücü, triatlet, buz patenci, dansçı ve cimmastikçilerin negatif enerji dengesine eğilimleri olduğu bilinmektedir (3). Bazı besin öğelerinin fazla alınması, dehidrate bir şekilde antrenman yapmak, beslenme destek ürünlerinin gereksiz

kullanılması, sporcularda immün işlevler üzerine doğrudan veya dolaylı şekilde olumsuz etkiler yaparak enfeksiyon riskini arttırabilmektedir (1) (Şekil 1).

Karbonhidrat Alımı ve İmmün İşlevler

Yeterli karbonhidrat alımı, ağır antrenman programlarında ve spor performansının sürdürülmesinde kilit noktalardan biridir. Metabolik hızları çok yüksek olan immün hücreler için glukozun önemli bir yakıt kaynağı olduğu bilinmektedir. Kortizol ve katekolaminler (epinefrin, norepinefrin) gibi stres hormonlarının düzeylerinin yükselmesinin sadece yüksek şiddetteki egzersize değil, aynı zamanda kan glukoz düzeyinin sürdürülememesine bağlı olduğu bildirilmiştir (5). Egzersiz sonuna doğru sporcuda hipoglisemi semptomlarının görülmesi sonucunda, makrofaj ve lenfosit işlevleri bozulma tehlikesi ile karşı karşıya kalmakta (12) ve kan glukoz düzeyinin azalması, egzersize bağlı



Şekil 1. Besin öğesi almındaki yetersizliklerin immün işlev ile olası ilişkisi: doğrudan ve dolaylı mekanizmalar (1)

Tablo 2. Dayanıklılık sporlarında karbonhidrat tüketimi ve immün yanıt (1)

Hormonal/immün yanıt	Yüksek karbonhidratlı diyet alınması (%70 veya 9-12 g/kg/gün)	Düşük karbonhidratlı diyet alınması (%10 veya 0.5 g/kg/gün)
Glukoz yanıtı	Artmış glukoz yanıtı veya değişmeyen glukoz yanıtı	Düşük kan glukoz düzeyi
Glutamin düzeyi	Yüksek glutamin düzeyi	Düşük glutamin düzeyi
Kortizol yanıtı	Düşük plazma kortizol düzeyi	Yüksek plazma veya tükürük kortizol düzeyi
Lökosit ve Lenfosit hücre sayıları	Dolaşımda sabit lökosit Azalmış nötrofil sayısı Egzersiz sonrası değişmeyen lenfositopeni	Artan nötrofil sayısı Artan lökosit sayısı Artan lenfosit sayısı Nötrofil/lenfosit oranında artma
Mukozal immünite	Egzersiz sonrasında öncesine göre artan s-Ig-A düzeyi	-
Sitokin yanıtı		Artan IL-6, IL-10,IL-1ra düzeyleri

kortizol artışını desteklemektedir (13). Yeterli karbonhidrat alımının ve korunan kan glukoz düzeylerinin, dayanıklılık sporcularında stres hormonu yanıtlarını sınırlayabileceği ve immün hücreler için enerji kaynağı olarak glukoz sağlayarak immün işlevlerin korunmasına destek olabileceği belirtilmektedir (1).

Egzersiz Öncesi Karbonhidrat Depo Düzeylerinin İmmün İşlevlere Etkileri

Düşük karbonhidrat deposu ile yapılan antrenmanların, plazma ya da tükürükte yüksek kortizol düzeyleri, azalmış glutamin düzeyleri, dolaşımdaki immün hücre sayısının artması ve artmış sitokin yanıt ile ilişkili olarak egzersizin neden olduğu immün işlev değişikliklerinin şiddetini arttırabileceği belirtilmektedir (1).

Profesyonel bisikletçilerde, düşük karbonhidrat içeren (enerjinin %10'u) diyet tüketildikten sonra egzersiz yapıldığında, yüksek karbonhidrat içeren (enerjinin %70'i) diyete oranla plazma IL-6 ve IL-10 düzeylerinin 2 kat, plazma IL-1ra düzeyinin ise 9 kat daha yüksek olduğu görülmüştür (14). Egzersiz öncesinde alınan yüksek karbonhidratlı diyet (enerjinin %70'i veya 8 g/kg/gün), düşük karbonhidratlı diyetle kıyaslandığında (enerjinin %10'u veya 0.5 g/kg/gün) yüksek veya stabil kan glukoz düzeylerine neden olduğu, plazma kortizol düzeylerinin düşüş gösterdiği, egzersiz sonrası glutamin düzeylerinin yükseldiği veya etkilenmediği bildirilmiştir (1). Tablo 2'de egzersiz öncesi tüketilen yüksek veya düşük karbonhidratlı diyetlerin dayanıklılık egzersizlerindeki hormonal ve immün yanıt üzerine olan etkileri özetlenmiştir.

Dayanıklılık antrenmanı yapan sporcuların, kas ve glikojen depolarını korumak için 7-10 g/kg/gün karbonhidrat almaları önerilmektedir. Bu uygulamanın uzun bir antrenman sürecinde, aynı günde çoklu antrenman yapıldığı durumlarda veya yarışma dönemlerinde immün sistemin optimal işlevi için de yararlı olacağı bildirilmektedir (15).

Egzersiz Sırasında Karbonhidrat Alımı

Yüksek şiddetteki egzersizler sırasında karbonhidrat tüketiminin spor performansını artırdığı iyi bilinmekte ve bu uygulama sporcular tarafından yaygın şekilde kabul görmektedir. En az 1 saat süren yüksek şiddetli dayanıklılık egzersizleri süresince tüketilen en az %6 karbonhidrat (1 L/saat) içeren içeceklerin, toplam lökosit sayısı ve/veya monositler ve nötrofiller gibi lökosit alt gruplarında egzersize bağlı gerçekleşen artışları düşürebileceği gösterilmiştir (1). Maksimal oksijen tüketiminin %78-80'i şiddetinde (VO₂ maks %70-80) yapılan 1 saatlik bisiklet egzersizinin 13. 30. 45. ve 60. dakikalarında verilen toplam 1 L, %6 karbonhidrat içeren içeceği ve egzersizden sonraki 2 saatte verilen 150 gramlık karbonhidrat desteğinin, kontrol grubuna göre egzersiz sonrasında doğal öldürücü hücrelerin T-1 lenfositlerden salınan IL-2'ye cevabı artırdığı gösterilmiştir(16).

Akut karbonhidrat alımının, uzun süreli egzersiz sırasında IL-6, IL-10 ve IL-1ra sitokinlerini azalttığı, IL-8 ve TNF-α üzerine ise bir etkisinin olmadığı belirtilmektedir (1). Maraton koşucularına VO₂ maks %70 şiddetinde, 3 saat koşu sırasında toplam 1L/saat (egzersizden 15-30 dk önce 12 mL/kg ve egzersiz sırasında 4 mL/

kg/15 dk) %6 karbonhidrat içeren içecek veya plasebo verilerek yürütülen bir çalışmada, IL-6 ve IL-8 mRNA'sında egzersize bağlı olarak ortaya çıkan artışlar, karbonhidrat içeren içecek alan grupta plasebo grubuna göre düşük bulunmuştur. Karbonhidrat verilmesi bu sitokinlerin gen ekspresyonunu değiştirmiş, bunun yanında plasebo grubuna göre plazmadaki IL-6, IL-10 IL-1ra ve kortizol düzeylerini de düşürmüştür (17).

Egzersiz sırasında karbonhidrat desteğinin, yüksek (~%12) veya daha düşük dozlarda (%6) verilmesinin bazı immünolojik göstergeleri azaltmada daha etkili olup olmadığının araştırıldığı bazı doz çalışmaları bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, doza bağlı olarak önemli bir değişiklik olmadığı saptanmış ve egzersiz sırasında en az %6 oranında karbonhidrat içeren içecek tüketilmesinin egzersize olan hormonal ve immün yanıtı azaltmada yeterli olduğu sonucuna varılmıştır (1).

Egzersiz Sonrası Karbonhidrat Alımı

Egzersizden hemen sonra ve toparlanma süresince düşük miktarda karbonhidrat (1.0-1.2 g/kg) ve protein alımı, genellikle vücut glikojen depolarının yenilenmesi, kas protein sentezinin uyarılması ve antrenmana uyumun geliştirilmesi açısından önerilmektedir. Egzersiz sonrası karbonhidrat tüketiminin sporcularda immün parametrelere etkisine ilişkin çok az sayıda çalışma olmakla birlikte, toparlanma döneminde verilen 1.2 g/kg karbonhidratın lökosit ve lenfosit sayıları üzerine önemli bir etki yapmadığı gösterilmiştir (1).

Protein Alımı ve İmmün İşlevler

Proteinin yetersiz tüketiminin, immün işlevleri olumsuz etkilediği ve enfeksiyona yakınlık riskini artırdığı bilinmektedir. Bunun temel nedeni, sitokinler, immünooglobulinler ve akut faz proteinleri gibi bazı önemli immün öğelerin sentezinin yeterli protein varlığına bağlı olmasıdır (11). Elit bisikletçi ve koşucular üzerinde yapılan beslenme araştırma verileri incelendiğinde, günlük protein alımlarının (>1.5g/kg/gün) dayanıklılık sporcuları için önerilen (1.2-1.7g/kg/gün) alım düzeylerini rahatlıkla karşıladığı, hatta aştığı görülmüştür (18). Bu sonuçlar, dayanıklılık

sporcuları arasında yetersiz protein tüketimi sorununun olmadığını göstermektedir. Son 10 yılda, bazı aminoasitlerin egzersiz immünesine etkileri konusuna olan ilgi artmıştır (1).

Glutamin, kas ve plazmada en çok bulunan aminoasittir. Lökositlerin ve lenfositlerin ana yakıtı olup protein sentezinde, sitokin üretiminde ve makrofaj işlevinde önemli rol oynamaktadır (19). Uzun süreli egzersizler, plazma glutamin düzeyinde yaklaşık %20'lik azalma ile sonuçlanmaktadır (1). Ancak, egzersiz sırasında glutamin düzeylerini korumak amacıyla dayanıklılık sporcularına verilen glutamin desteğinin, Ig-A düzeyleri, egzersiz sonrası IL-6 düzeyleri, akut faz proteinleri, lenfosit ve nötrofil sayıları, egzersiz sonrası lökosit ve nötrofil işlevi gibi immün parametreler üzerine önemli etkileri gösterilememiştir (20). Ayrıca, plazma glutamin düzeylerini artırmak için her 30-60 dakikada, 5 g glutamin alınması gerektiği ve bu tür bir uygulamanın günlük antrenman programları için pratik olmadığı bildirilmiştir (21).

Dallı zincirli aminoasitler (DZAA) olan löysin, izolöysin ve valinin egzersizin neden olduğu kas hasarını azaltmada etkili olduğu bilinmesine karşın, egzersize bağlı immün işlev üzerine olan etkilerine ilişkin veriler sınırlıdır. DZAA'ların protein sentezine ve sitokin aktivasyonuna katılmaları ve glutamin sentezinde kullanılmaları nedeniyle immün işlevlerin sürdürülmesi için gerekli olabileceği belirtilmiştir (1). Triatlondan 30 dakika önce, 30 gün süreyle verilen diyet ek 3g DZAA desteğinin egzersiz sırasında plazmada glutamin düzeylerinin düşmesini engellediği ve egzersize olan sitokin yanıtını düzenlediği gösterilmiştir. Ayrıca DZAA desteği yapılan grupta, plasebo grubuna göre enfeksiyon semptomları %34 oranında daha az bildirilmiştir. Ancak, bu sonuçların daha fazla sayıda kontrollü çalışma ile desteklenmesi gerektiği de vurgulanmıştır (22).

Yapılan bir çalışmada, kampa girmeden önce ve kamp süresince verilen 700 mg sistin (sisteinin dipeptidi) ve 280 mg teanin (yeşil çayda bulunan aminoasit) desteğinin, egzersiz sonrası nötrofilide önemli şekilde azalma, lenfositopenide azalma

Tablo 3. Makro besin öğelerinin sporcularda immün işlevlerin düzenlenmesi üzerindeki etkileri (1)

Besin öğesi/strateji	Gerekeçe	Kanıt	Olası etki
Mikro besin öğelerinin-sıvının yeterli alınması	Besin öğelerinin yeterli düzeyde alınması immün yeterliliğin korunmasını sağlar.	++++	++++
Yüksek karbonhidratlı diyet tüketimi	Korunan kan glukoz düzeyleri, düşük stres hormonu düzeyleri ve egzersiz sonrası immün yanıtta azalmaya neden olur.	++	++
Egzersiz sırasında karbonhidrat tüketimi	Korunan kan glukoz düzeyleri, düşük stres hormonu düzeylerine ve egzersiz sonrası immün yanıtta azalmaya neden olur.	+++	+++
Egzersiz sonrası karbonhidrat tüketimi	Toparlanma sürecinde bazı immün değişkenler üzerinde azaltıcı etki (lenfositopeninin önlenmesi, egzersiz öncesindeki IL-6 düzeylerine hızlı dönüşün sağlanması) gösterir.	-	-
Diyette protein yeterliliği	İmmün değişkenlerin sentezi için proteine gereksinim vardır.	++	++
Glutamin	Protein sentezinde rol oynar.	-	+
DZAA	Glutamin öncüleridir.	++	+
Kreatin	Ağır egzersiz sonrası kasta gerçekleşen travma, yüksek inflamatuvar göstergelere (TNF- α , prostoglandin) neden olur. Kreatin kas travmasını önler ve inflamasyon göstergelerini azaltır.	+	+
Sistin/teanin	Glutasyon sentezinde güçlenmeyi sağlayarak antioksidan yanıtta artışa ve daha iyi immün işleve katkıda bulunur.	+	+
Diyetle yağ alımı	Düşük yağ alımı enerji ve mikrobisim öğesi yetersizliğine neden olabilir.	++	++
n-3 PUFA	n-3 yağ asitlerinin anti-inflamatuvar etkileri vardır.	-	-

vesabit C-reaktif protein (CRP) düzeyleri ile ilişkili olduğu, ancak mukozal immünitenin sağlanmasında önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (23).

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, yarışma öncesi 5 gün boyunca, 20 g/gün kreatin desteğinin yarı-triatlon sonrası pro-inflamatuvar sitokin yanıtında düşüşe ve prostoglandin düzeylerinde azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (24). Ancak, kreatin desteğinin egzersiz immünitesi üzerine olan etkisine ilişkin kanıtın yetersiz olduğu bildirilmektedir (1).

Glutamin ve diğer aminoasit desteklerinin, plasebo ile karşılaştırıldığı kapsamlı çalışmalarda, yararlı etkilerinin gösterilememiş olması nedeniyle immün sistemi desteklemek amaçlı kullanımı önerilmemektedir. Sporcularda aminoasit depo havuzlarının geniş olması dolayısıyla egzersizle azalan miktarların kolaylıkla karşılanabilmesi, aminoasit desteklerinin immün işlev üzerine olan etkilerinin gösterilememesinin temel nedeni olarak gösterilmiştir (6).

Diyet Yağlarının Alımı ve İmmün İşlevler

Diyet yağlarının miktar ve bileşimlerinin immün işlevlerin ve inflamatuvar süreçlerin

düzenlenmesinde rol oynadığı iyi bilinmektedir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin tüketiminin bazı kronik hastalıklar üzerine olumlu etkilerinin olduğuna ilişkin kanıtlar bulunmakla birlikte, egzersiz sonrası lenfosit sayıları, nötrofiller, diğer lökosit türleri ve sitokin yanıtlarında yüksek yağlı diyet ile düşük yağlı diyet arasında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir (1). Ayrıca yüksek yağlı diyet, egzersiz öncesi ve sonrası dönemlerde kortizol düzeylerinde önemli ölçüde yükselme (25), doğal öldürücü hücre aktivitesinde ise azalma (26) ile ilişkilendirilmiştir.

Omega-3 Yağ Asitleri: Elzem omega 3 yağ asitleri EPA (eikosapentaenoik asit) ve DHA (dokosaheksaenoik asit) yağlı balıklarda ve balık yağında bulunmakta olan güçlü anti-inflamatuvar ajanlardır ve proinflatuar sitokinlerin sentezini düzenleyen araşidonik asit, prostoglandinler ve lökotrienlerin sentezini baskılama gibi önemli işlevleri bulunmaktadır. Sağlık üzerine olan yararlı etkileri bilinmesine karşın, n-3 PUFA (n-3 çoklu doymamış yağ asitleri) desteğinin egzersizle ilişkili anti-inflamatuvar etkilerine ait sınırlı kanıt bulunmaktadır (1). Ağır egzersiz öncesinde alınan 2.4 g/gün balık yağı desteğinin, 23 profesyonel bisikletçide egzersiz performansı, inflamasyon ve immün parametreler üzerine etkisinin

Tablo 4. Bazı immünonütrisyonel besin destekleri, sunulan gerekçeler ve mevcut kanıtı dayalı öneriler (5)

İmmünonütrisyonel destek	Sunulan gerekçe	Mevcut kanıtı dayalı öneri
E vitamini	Egzersiz neden olduğu reaktif oksijen türlerini baskılayarak immüniteyi artırır.	Önerilmemektedir. Ağır egzersizlerde prooksidatif olabilir.
C vitamini	Reaktif oksijen türlerini baskılayarak immüniteyi artırır.	Önerilmemektedir. Plasebodan farklı etkisi saptanmamıştır.
Multi-vitamin-mineral	Reaktif oksijen türlerini baskılamak için birlikte çalışır ve inflamasyonu azaltır.	Önerilmemektedir. Plasebodan farklı etkisi saptanmamıştır, dengeli diyet tüketmek yeterlidir
Kolostrum	İmmün, büyüme ve hormonal etmenlerin bir karışımıdır. İmmün işlevi ve nöroendokrin sistemi iyileştirir, hastalık riskini azaltır.	Çelişkili sonuçlar nedeni ile henüz karar verilmemiştir.
Probiyotikler	İntestinal mikrobiyal florayı geliştirir, dolayısıyla barsak ve sistemik immün işlevi güçlendirir.	Çelişkili sonuçlar nedeni ile henüz karar verilmemiştir.
Beta-glukan	İmmün hücrelerde bulunan reseptörlerdir ve hayvan çalışmaları beta-glukan desteğinin doğuştan immüniteyi geliştirdiğini, enfeksiyon oranını azalttığını göstermiştir.	Önerilmemektedir. Sporcularla yapılanlar dahil, insan çalışmalarında yararlı etkiler gösterilememiştir.
Bitkisel destekler (Ginseng, ekinezya)	İmmüniteyi artıran ve enfeksiyonu azaltan biyoaktif molekülleri içermektedir.	Önerilmemektedir. İnsan çalışmaları sporcular için tutarlı sonuçlar vermemektedir
Kuarsetin	İn-vitro çalışmalar, güçlü anti-inflamatuar, antioksidatif ve antipatojenik etkilerini göstermiştir. Hayvan çalışmaları mitokondriyal biyogenez ve dayanıklılık performansını artırdığını, hastalık riskini azalttığını göstermiştir.	Önerilmektedir. Özellikle diğer flavanoidlerle ve besin öğeleri ile tüketildiğinde, insan çalışmaları ağır egzersizlerin neden olduğu hastalık oranında önemli azalma ve mitokondriyal biyogenezde ve dayanıklılık performansında hafif derecede uyarı, yeşil çay ekstraktı ve balık yağı ile birlikte tüketildiğinde, anti-inflamatuar ve antioksidatif etkiler göstermiştir.

araştırıldığı bir çalışmada (27), destek verilen grupta plazma EPA ve DHA düzeyleri önemli şekilde artarken, 10 km deneme egzersizinin, plazma sitokinleri, lökosit sayısı, serum C-reaktif protein düzeyleri ve kreatin kinaz üzerinde önemli etkisi saptanmamıştır. Makro besin öğelerinin ve bazı aminoasitler ile n-3 yağ asitlerinin sporcularda immün işlevlerin düzenlenmesindeki etkinliklerine ilişkin kanıtın gücü ve olası etkileri Tablo 3'te özetlenmiştir.

Vitaminler Biyoaktif Diyet Bileşenlerinin Ahımı ve İmmün İşlevler

Hüresel antioksidan mekanizmalar, akut ve kronik egzersize etkin şekilde uyum sağlayabilmesine karşın, ağır egzersiz sporcularda oksidatif hasara neden olmaktadır (20). Yüksek dozda vitamin ve mineral desteklerinin, egzersizin neden olduğu immün baskılanma üzerindeki etkilerine ilişkin tutarlı sonuçlar bulunmamaktadır (6).

Günde 1000 mg veya üzerinde C vitamini desteğinin, ultramaraton koşucularında egzersiz sonrası lenfosit sayısındaki yükselmeyi artırdığı, kortizol düzeylerindeki yükselmeyi ve inflammatuar sitokin yanıtını azalttığı bildirilmiştir. Ancak C

vitamini desteğinin dozu 500 mg/gün olduğunda, aynı etkiler gösterilememiştir. Plasebo kontrollü randomize bir çalışmada, 4 hafta süresince 500 mg/gün C vitamini ile 400 IU E vitamini verilen grupta egzersiz sonrasında 3. ve 6. saatlerde plazma kortizol düzeyleriyle aktif kastan salınan IL-6 ve plazma IL-6 düzeyleri plasebo grubuna göre önemli şekilde düşük bulunmuştur (28).

Yeterli miktarda alındığında konakçının sağlığına yararlı etkileri olan canlı mikroorganizmalar olarak adlandırılan probiyotiklerin genel popülasyonda ÜSYE'nin önlenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir (29). Yirmi erkek elit uzun mesafe koşucusu üzerinde yapılan plasebo kontrollü bir araştırmada, kış antrenmanları döneminde 4 hafta süreyle günde 1.2×10^{10} Lactobacillus fermentum verilen grupta, üst solunum yolu enfeksiyonu belirtisi olan gün sayısı önemli şekilde düşük bulunmuştur (30). Sporcularda probiyotik kullanımına yönelik kesin öneriler oluşturulmadan önce probiyotiklerin immüniteyi hangi yollarla geliştirdiğinin belirlendiği daha fazla sayıda çalışmaya gereksinim olduğu bildirilmektedir (31).

Kolostrum, protein, karbonhidratlar, yağ, vitamin ve minerallere ek olarak vücudun immün ve büyüme işlevleri için gerekli olan bazı biyolojik aktif molekülleri de içermektedir (32). Kolostrum desteğinin yüksek şiddetteki egzersizler sırasında ve sonrasında toparlanma sürecinde plazmada IGF-1 (insülin benzeri büyüme etmeni-1), tükürükte Ig-A düzeylerini yükselterek ve yağsız vücut kütlelerini artırarak egzersiz performansını artırıyor olabileceği belirtilmiştir. Ancak, kolostrum kullanımının sporcularda immün sistem üzerine olan etkilerine ilişkin daha fazla çalışmaya gereksinim duyulmaktadır (33).

Beta-glukan, yulaf kepeğinde, ekmek mayasında ve bazı mantar türlerinde bulunan bir polisakkarittir. Deney hayvanları üzerinde yapılan çalışmalar, yulaftaki beta-glukanın makrofaj ve nötrofil işlevlerini artırarak egzersiz stresi ile ilişkili olan enfeksiyon riskini azalttığını göstermiştir (34). Bisiklet sporcuları üzerinde yapılan bir çalışmada benzer sonuçlar gösterilememiştir (35).

Kuarsetin, epigallokateşin gallat, kurkumin, likopen, resveratrol, luteolin ve tilirosid gibi polifenoller, antioksidan, anti-inflamatuar, anti-patojenik, kalp sağlığını koruyucu, antikanserojenik ve mitokondriyi uyarıcı fizyolojik özellikleri nedeniyle araştırmacıların ilgisini çekmiştir (36). Kuarsetin, yeşil çay ekstraktı, izokuarsetin, balık yağı gibi başka besin bileşenleri ile kombine şekilde verildiğinde, doğuştan bağışıklığı güçlendirerek egzersiz kaynaklı inflamasyonda ve oksidatif strese olumlu etkiler göstermektedir (37). Egzersiz stresi altındaki sporcularda, kuarsetin desteğinin (1.000 mg/gün/2-3 hafta), hastalık oranlarını azalttığı gösterilmiştir (38). Tablo 4’de bazı immünonütrisyonel besin desteklerinin kullanımını ile ilgili sunulan gerekçeler ve etkinliklerine ilişkin mevcut kanıtı dayalı öneriler özetlenmiştir.

Sporcularda bitkisel besin desteklerini kullanım oranının (özellikle ginseng ve ekinezya) genel popülasyona göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Ancak, bu desteklerin sporcularda immün parametreler (sitokinler ve hücre işlevleri gibi) üzerine olan etkilerine ilişkin çalışmaların sayısının çok az ve kanıt gücünün yetersiz olduğu belirtilmektedir (39).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Özellikle uzun süreli ve orta-ağır şiddetteki egzersizleri izleyen “açık pencere” sürecinde sporcunun patojenlere olan direnci azalmakta, subklinik ve klinik enfeksiyonlara olan duyarlılığı artmaktadır. Elit sporcular en üst düzeyde yarışabilmek için ağır antrenmanlar yapmak durumundadır. Fizyolojik stresle karşılaştıkları bu dönemlerde, immün sistemi koruyucu bazı beslenme müdahalelerine gereksinim duyabilirler. Sporcularda tek bir makrobesin ögesinin immün parametreler üzerine olan yararlı etkisine ilişkin kanıt azdır ve çalışmaların sonuçları genellikle tutarlı değildir. Sadece karbonhidratların, uzun süreli egzersizler sırasında tüketilmesinin, egzersize olan immün yanıt üzerine az veya çok olası etkileri olduğu bilinmektedir. Günümüze kadar yapılan çalışmaların sonuçları, başka etkili müdahaleleri kanıtlamada yetersiz kalmış, egzersiz sonrası immünojenik yanıtı ve ÜSYE semptomlarını azaltmaya yönelik beslenme önerileri geliştirilememiştir. Sporcularda enfeksiyon riskini azaltacak, doğuştan immün sistem üzerine önemli ve ölçülebilir etkiler yaratacak, egzersizin neden olduğu oksidatif stres ve inflamasyonu azaltacak destekleri karışım halinde içeren spor içeceklerinin veya barlarının sağlanması hedeflenmektedir. Sporcuların beslenme stratejilerinin yanı sıra antrenman programlarının düzenlenmesi, uyku düzeninin korunması ve psikolojik stresinin yönetilmesi gibi yaklaşımlarla immün işlevleri ve sağlığını sürdürebileceği vurgulanmaktadır.

Çıkar çatışması/Conflict of interest: Yazarlar ya da yazı ile ilgili bildirilen herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

1. Gunzer W, Konrad M, Pail E. Exercise-induced immune depression in endurance athletes and nutritional intervention with carbohydrate, protein and fat- What is possible, what is not? *Nutrients* 2012;4:1187-1212.
2. Calder PC, Kew S. The immune system: a target for functional foods. *Br J Nutr* 2002;88:S165-S176.
3. Basoglu S, Turnagol H. Egzersiz ve immün sistem: Karbonhidratların etkisi. *Hacettepe Spor Bilimleri Dergisi* 2004;15(2):100-123.
4. Gleeson M, Nieman DC, Pedersen BK. Exercise, nutrition and immune function. *J Sports Sci* 2004;22:115-125.
5. Jeukendrup AE, Gleeson M. *Sport Nutrition: An Introduction to Energy Production and Performance*, 2nd ed.; Human Kinetics: Champaign, IL, USA, 2010.

6. Walsh NP, Gleeson M, Pyne DB, Nieman DC, Dhabhar FS, Shephard RJ, et al. Position statement. Part two: Maintaining immune health. *Exerc Immunol Rev* 2011;17:64–103.
7. Peters EM, Bateman ED. Ultramarathon running and upper respiratory tract infections. An epidemiological survey. *S Afr Med J* 1983;64:582–584.
8. Nieman DC. Risk of upper respiratory tract infection in athletes: An epidemiologic and immunologic perspective. *J Athl Train* 1997;32:344–349.
9. Moreira A, Delgado L, Moreira P, Haahela T. Does exercise increase the risk of upper respiratory tract infections? *Br Med Bull* 2009;90:111–131.
10. Gleeson M. Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol* 2007;103:693–699.
11. Calder PC, Jackson AA. Undernutrition, infection and immune function. *Nutr Res Rev* 2000;13:3–29.
12. Bishop NC, Blannin AK, Walsh NP, Robson PJ, Gleeson M. Nutritional aspects of immune suppression in athletes. *Sports Med* 1999;28(3):151–176.
13. Nieman DC. Exercise immunology: Nutritional counter measures. *Can J Appl Physiol* 2001;26(Suppl):S45–S55.
14. Bishop NC, Walsh NP, Haines DL, Richards EE, Gleeson M. Pre-exercise carbohydrate status and immune responses to prolonged cycling II: Effect on plasma cytokine concentration. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001;11(4):503–512.
15. Pyne DB, Burke LM. Carbohydrate ingestion and immune system during prolonged exercise. *Int Sports Med J* 2000;1(4):1–3.
16. McFarlin BK, Flynn BG, Stewart LK, Timmerman KL. Carbohydrate intake during endurance exercise increases natural killer cell responsiveness to IL-2. *J Appl Physiol* 2004;96(1):271–275.
17. Nieman DC, Davis JM, Henson DA, Walberg-Rankin J, Shute M, Dumke CL, et al. Carbohydrate ingestion influences skeletal muscle cytokine mRNA and plasma cytokine levels after a 3-h run. *J Appl Physiol* 2003;94(5):1917–1925.
18. American Dietetic Association; Dietitians of Canada; American College of Sports Medicine; Rodriguez, N.R.; Di Marco, N.M.; Langley, S. American college of sports medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:709–731.
19. Li P, Yin YL, Li D, Kim SW, Wu G. Amino acids and immune function. *Br J Nutr* 2007;98:237–252.
20. Moreira A, Kekkonen RA, Delgado L, Fonseca J, Korpela R, Haahela T. Nutritional modulation of exercise-induced immunodepression in athletes: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Nutr* 2007;61:443–460.
21. Gleeson M. Dosing and efficacy of glutamine supplementation in human exercise and sport training. *J Nutr* 2008;138:2045S–2049S.
22. Bassit RA, Sawada LA, Bacurau RF, Navarro F, Costa Rosa LF. The effect of BCAA supplementation upon the immune response of triathletes. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1214–1219.
23. Murakami S, Kurihara S, Koikawa N, Nakamura A, Aoki K, Yosigi H, et al. Effects of oral supplementation with cystine and theanine on the immune function of athletes in endurance exercise: Randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Biosci Biotechnol Biochem* 2009;73:817–821.
24. Bassit RA, Curi R, Costa Rosa LF. Creatine supplementation reduces plasma levels of pro-inflammatory cytokines and PGE2 after a half-ironman competition. *Amino Acids* 2008;35:425–431.
25. Venkatraman JT, Feng X, Pendergast D. Effects of dietary fat and endurance exercise on plasma cortisol, prostaglandin E2, interferon-gamma and lipid peroxides in runners. *J Am Coll Nutr* 2001;20:529–536.
26. Pedersen BK, Helge JW, Richter EA, Rohde T, Kiens B. Training and natural immunity: Effects of diets rich in fat or carbohydrate. *Eur J Appl Physiol* 2000;82:98–102.
27. Nieman DC, Henson DA, McAnulty SR, Jin F, Maxwell KR. N-3 polyunsaturated fatty acids do not alter immune and inflammation measures in endurance athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2009;19:536–546.
28. Fischer CP, Hiscock NJ, Penkowa M, Basu S, Vessby B, Kallner A, et al. Vitamin C and E supplementation inhibits the release of interleukin-6 from contracting human skeletal muscle. *J Physiol* 2004;558:633–645.
29. Hao Q, Lu Z, Dong BR, Huang CQ, Wu T. Probiotics for preventing acute upper respiratory tract infections. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;7(9):1–51.
30. Cox AJ, Pyne DB, Saunders PU, Fricker PA. Oral administration of the probiotic *Lactobacillus fermentum* VRI-003 and mucosal immunity in endurance athletes. *Br J Sports Med* 2010;44:222–226.
31. West NP, Pyne DB, Peake JM, Cripps AW. Probiotics, immunity and exercise: a review. *Exerc Immunol Rev* 2009;15:107–126.
32. Kıvrak AO, Uçar G. Kolostrumun özellikleri ve sporcularda kullanımı. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi* 2012;14(2):138–142.
33. Shing CM, Hunter DC, Stevenson LM. Bovine colostrum supplementation and exercise performance: potential mechanisms. *Sports Med* 2009;39:1033–1054.
34. Murphy EA, Davis JM, Carmichael MD, Mayer EP, Ghaffar A. Benefits of oat beta-glucan and sucrose feedings on infection and macrophage antiviral resistance following exercise stress. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2009;297:R1188–R1194.
35. Nieman DC, Henson DA, McMahon M, Wrieden JL, Davis JM, Murphy EA, et al. Beta-glucan, immune function, and upper respiratory tract infections in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:1463–1471.
36. Nieman DC. Immunonutrition support for athletes. *Nutr Rev* 2008;66:310–320.
37. Nieman DC, Henson DA, Maxwell KR, Williams AS, McAnulty SR, Jin F, et al. Effects of quercetin and EGCG on mitochondrial biogenesis and immunity. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:1467–1475.
38. Nieman DC, Henson DA, Gross SJ, Jenkins DP, Davis JM, Murphy EA, et al. Quercetin reduces illness but not immune perturbations after intensive exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1561–1569.
39. Senchina DS, Shah NB, Doty DM, Sanderson CR, Hallam JE. Herbal supplements and athlete immune function—what's proven, disproven, and unproven? *Exerc Immunol Rev* 2009;15:66–106.