

Egzersizde Makro Besin Öğelerinin Planlanması

Mustafa Fevzi KARAGÖZ¹, Nevin ŞANLIER²

¹Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü

²Biruni Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Derleme Makale

Özet

Sporcularda beslenme enerji ve besin ögesi gereksinimlerini karşılayabilmek için önemlidir. Artan fiziksel aktiviteye bağlı olarak makro ve mikro besin ögesi ihtiyacı da farklılık göstermektedir. Sporcularda temel olarak vücut ağırlığının denetimi, performansın korunması ve geliştirilmesi, vücut glikojen depolarının korunması ve artırılması, kas protein yıkımının önlenmesi amacıyla beslenme programları düzenlenmektedir. Bunlar dikkate alındığında sporcunun antrenman veya yarış sırasında en iyi performansı sergileyebilmesi için sporcunun egzersiz öncesinde karbonhidrat depolarının uygun düzeyde olması, egzersiz sırasında dayanıklılığın sürdürülmesi ve performans kaybının önlenmesi, egzersiz sonrasında tam ve etkin toparlanmanın sağlanması, kas doku kaybının önlenmesi amacıyla gerekli beslenme düzeninin planlanması gerekmektedir. Bu amaçla sporcunun egzersiz programına uygun beslenme programının nasıl hazırlanacağı üzerinde durulmuştur. İyi beslenen bir sporcunun performansı yüksek, antrenmanın etkinliği üst düzeydedir. Ayrıca hastalık ve sakatlanma oranı düşük, sporcu çocuk ise gelişimi beklenen düzeydedir. Günlük ihtiyacı belirlendikten sonra egzersizden en az 6 saat önce dengeli bir diyet tüketmeye başlanmalıdır. Egzersizden 1 saat öncesine kadar 1g/kg/sa karbonhidrat alımı sağlanabilir. Bir saatten uzun süren dayanıklılık egzersizlerinde 30-60 g/saat karbonhidrat sağlayacak %6-8 karbonhidrat içeren sıvı tüketimi sağlanmalı, farklı karbonhidrat türleri düşünülmelidir. Egzersiz sonrasında glikojen depoları yeniden doldurulmalı, pozitif protein dengesi sağlanmalıdır. Toparlanmanın ilk iki saatinde 0,8-1 g/kg/sa karbonhidrat ve 0,25-0,4 g/kg protein tüketilmeli ve sonraki iki saat için yenilenmelidir. Uygun beslenme programı sporcunun hem sağlığını hem performansını artıracak, ayrıca yaşamında daha iyi bir disiplin sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Spor, Beslenme, Diyet, Sporcu beslenmesi, Egzersizde öğün planlama

Macronutrient Timing in Exercise

Abstract

It is important that enabling energy and nutrient requirements for athletes. Macro- and micronutrient needs depend on different physical activity levels. In athletes, the diet should organize for the purpose of management of body weight, maintaining and improving performance, saving and enhancing body glycogen storages, prevent muscle protein loss. Regarding these, for the athlete to perform best during exercise, to set the appropriate level of carbohydrate deposits of athlete before exercise, maintaining endurance and preventing performance loss during exercise, enabling efficient recovery and preventing muscle tissue loss; nutrition program should be organize. It is intended how to fix the most appropriate nutrition program for the exercise program. A well-nourished athlete has a better performance and upper level of efficiency of training. Illnesses and injuries are low and the growing of athletic children is at expected levels. The athlete should begin to consume a balanced diet before at least 6 hours ago. Until 1 hour ago to exercise, 1 g/kg/h carbohydrate could consume. The endurance exercise lasting longer than 1 hour, fluids containing 6-8% carbohydrates should be consumed to provide 30-60 g/h carbohydrates, and should think about different type of carbohydrate. After exercise, glycogen stores must be replenished and positive protein balance provided. Within first two hours, 0,8-1 g/kg/h carbohydrate and 0,25-0,4 g/kg/h protein should consume, and repeat this for the next two hours. Proper nutrition program will have both performance and health of athlete get better and a better discipline in life.

Keywords: Sport, Nutrition, Diet, Sports nutrition, Nutrition timing

Giriş

Yaşamın sürdürülmesi ve sağlığın korunması için gerekli olan enerji ve besin öğelerinin yeterli miktarda alınması, vücutta uygun şekilde kullanılması yeterli ve dengeli beslenmeyi ifade etmektedir (Baysal, 2011). Birey ister sporcu olsun ister olmasın beslenme, sağlığın korunması ve geliştirilmesi amacıyla önemlidir. Sporcularda beslenme yönetimi oldukça karmaşıktır. Beslenmenin sporcunun vücut ağırlığını, vücut bileşimini, egzersiz performansını ve toparlanma süresini etkilediği dikkate alınmaktadır (Ersoy, 2016). Bu yüzden özellikle sporcu performansının ve toparlanma dönemi etkinliğinin geliştirilmesi, net protein dengesinin sağlanması egzersiz zamanına göre enerji ve besin öğelerinin planlanması açısından önemlidir (Campbell, 2012). Sporcu bireylerin 24 saatlik kas gelişim döngüsünde kaslar dönemsel olarak aktif şekilde enerji üretimine, toparlanma ve gelişme süreçlerine katılmaktadır (Ergen, 2002; J. Ivy & Portman, 2004). Enerjinin üretilmesi egzersiz sırasında kasın kasılması için gereklidir (Ergen, 2002). Toparlanma olarak belirtilen anabolik evrede boşalmış glikojen depoları tekrar dolmaya, hasar görmüş kas proteinleri ise onarılmaya başlamaktadır. Toparlanma dönemi egzersizden sonraki yaklaşık 45 dakikalık gelişme evresi, anabolik evreden sonra sıradaki egzersiz yapılanaya kadar geçen süreçlerdir. Bu evrede kas lifleri büyümekte, kontraktıl protein sayısı artmakta, glikojen depoları ise tam olarak yenilenmektedir (J. Ivy & Portman, 2004). Sporcu bireylerde egzersiz evreleri ardışık olarak birbirini takip ettiği için toparlanma dönemi aynı zamanda egzersiz öncesi dönem olmaktadır. Bu aşamada glikojen depolarının yeniden doldurulması antrenmanda yakıt sağlaması açısından önem kazanmaktadır (Almada, 2013; Austin, 2011; J. Ivy & Portman, 2004). Tüketilen karbonhidrat miktarı ve glikojen depolarının başlangıç seviyesi glikojen depolarının yenilenmesini etkileyen önemli unsurlar olmaktadır (Fery, Plat, & Balasse, 2003).

Egzersiz öncesi öğünün zamanı, tüketilen karbonhidratın türü, karbonhidratın tek başına (Almada, 2013; DeMarco et al., 1999) ve proteinle birlikte kullanımı egzersiz öncesi evrenin önemli noktalarıdır (Kreider et al., 2007; Williams, 2007). Proteinler sporcularda kas protein yıkımını önleyici ve protein sentezini destekleyicidir. Bunu sağlamak için en iyi yöntem egzersiz öncesinde, sırasında ve sonrasında kullanıldığında olmaktadır. Egzersiz sırasında enerji oluşumuna katkısı, performansı geliştirmesi, egzersiz sonrası ise glikojen depolarını yenileyici etkisiyle olmaktadır (Phillips & Van Loon, 2011).

Egzersiz sırasında anabolik ve katabolik etkili birçok hormonun miktarı artmaya başlamaktadır. Bunlar arasında en önemli iki hormon insülin ve kortizoldür. Her ikisinin birbirleri üzerine yaptıkları zıt etki kas yıkılması ve glikojen depolarının boşalmasını etkilemektedir. Egzersiz sırasında besin alındığında insülin seviyeleri yükselirken, kortizol düşmektedir (J. Ivy & Portman, 2004). Artan insülin salınımı kortizol üzerine baskılayıcı etki yapmaktadır. Böylece karbonhidratın hücreye girişi artarken kas protein sentezi desteklenmektedir (Benardot, 2012). Bu aşamada egzersiz sırasında alınan özellikle karbonhidrat içeriğinden zengin sıvı veya katı besinler egzersiz performansını geliştirmektedir (Jeukendrup, 2004). Bunun tam tersine, egzersiz sırasında yeterli enerji alınmayışı performansın düşmesine, kas kayıplarına, kemik yoğunluğunda azalmaya, bağışıklık sisteminin zayıflamasına neden olmaktadır (Rodriguez et al., 2009). Özellikle 1 saatten uzun süren dayanıklılık egzersizlerinde 30-60 g/saat karbonhidrat sağlayacak %6-8'lik karbonhidrat içeceği tüketilmesi önerilmektedir (Jeukendrup & Baker, 2016). Egzersiz sonrası toparlanma döneminde ise kas ve karaciğer glikojen depolarının yenilenmesi temel hedeftir. Enerji ihtiyacına göre karbonhidrat miktarı değişirken alınan karbonhidratın çeşidi, zamanı vb. özellikler depoların yenilenmesinde büyük etkiye sahiptir. İki egzersiz arasında 8 saatten daha az bir zaman olduğunda en kısa sürede karbonhidrat alınması tavsiye edilmektedir (Burke et al., 2011). Ana veya ara öğünde karbonhidratla birlikte protein alınması glikojen depolarını geliştirerek etkinliğini artırmaktadır (Burke et al., 2011; Kreider et al., 2007).

Egzersiz Öncesi Makro Besin Ögelerinin Kullanımı

Egzersiz öncesi beslenmenin birincil hedefinin glikojen depolarını en üst seviyeye çıkarmak ve egzersiz sırasında kan glikoz seviyesini düzenli olarak devam ettirmektir (Kerksick et al., 2008). Glikojen depoları üst seviyede tutularak elzem aminoasit karbonhidrat takviyesi ile birlikte egzersiz öncesi kullanıldığında kas protein sentezi egzersiz sonrasına göre daha etkili olmaktadır (Tipton et al., 2001). Egzersiz esnasında sindirim zorluğu çekmemek için egzersiz öncesi öğünün kolay sindirilebilir olması gerekmektedir. Karbonhidrat ve protein temel enerji kaynağı olarak kullanılırken günlük posa ve yağ tüketimi azaltılmaktadır (Austin, 2011). Öğünün egzersizden ne kadar önce yapılacağı da öğün içeriğine karar vermek için önemli olmaktadır. Egzersize en fazla 1 saat kaldığında orta veya yüksek glisemik indeksli (çikolata süt ile muz, fındık ezmesi sandviç vb.) öğün (Austin, 2011), iki saat veya daha uzun süre kaldığında orta (peynirli makarna ile tavuk sote vb) ve düşük (patates pürelisi dana rosti vb.) glisemik indeksli öğün yapılması önerilmektedir (Jeukendrup & Baker, 2016). Egzersizden önceki bir saat içinde alınan karbonhidrat reaktif hipoglisemi cevabı oluşturabileceğinden egzersiz sırasında da

saatte 30-60 g karbonhidrat sağlayacak içecekler tüketilebilmektedir (Pritchett, 2008). Bunun yanında karbonhidratla birlikte bir miktar protein ve yağ alımı kan glukoz seviyelerinde devamlılık sağlayan daha dengeli bir öğün tüketilmesini sağlamaktadır (Austin, 2011). Egzersiz öncesi sporcu içeceklerinin araştırıldığı bir çalışmada katılımcılara egzersizden 30 dk önce spor içeceği (14 g fruktoz, orta zincirli trigliserit, aminoasit karışımı ve 240 mL su içeren içecek) ve plasebo verilmiştir. VO₂ maks ortalama değeri spor içeceği alanlarda daha yüksek, yorulma süresi daha uzun bulunmuştur (Byars, 2010).

Karbonhidratların kullanımı

Kas ve karaciğerdeki glikojen depoları orta veya yüksek yoğunluklu (%65-85 VO₂ max) bir egzersizde 90 dk ile 3 saate kadar tükenmektedir (Potgieter, 2013). Egzersiz öncesi yüksek karbonhidratlı bir öğünün yaklaşık olarak 90 dk önce tüketilmesi egzersiz esnasında dayanıklılığı desteklemektedir. Ayrıca egzersizin başlangıcında 60-120 mL karbonhidrat içeceği veya düşük posalı, kompleks karbonhidratlı atıştırmalıklar tüketilmeli ve 15 dk aralıklarla beslenmeye devam edilmelidir (Benardot, 2012). Bunun yanında gece boyunca oluşan açlık glikojenoliz hızının dakikada 0,2-0,3 mmol glikozil ünitesi hızına ulaşmasına neden olmaktadır. Bu da glikojen depolarının %80 boşalmasıyla sonuçlanabilmektedir. Böylece egzersiz öncesi karbonhidrat alımı glikojen depolarını doldurması sebebiyle performansa katkı sağlamaktadır (Rothman, Magnusson, Katz, Shulman, & Shulman, 1991). Glikojen seviyelerinin düşmesi ile egzersiz yoğunluğu ve güç çıkışı azalacak, kas doku yıkımı meydana gelecektir. Bu yüzden karbonhidrat yüklemesi glikojen depolarını doldurmak amacıyla yapılan bilinen en eski yöntemlerden biridir. Yarışmadan 5-7 gün önce enerjinin yaklaşık %70'inin karbonhidrattan sağlandığı beslenme planı düzenlenmektedir. Karbonhidrat alımı artırılmadan önce 3-6 gün süreyle glikojen depoları boşaltılmaktadır. Karbonhidrat alımı artırılırken eş zamanlı olarak fiziksel aktivite azaltılmaktadır. Sonuç olarak yüksek karbonhidrat alımına başladıktan 1-3 gün sonra net yüksek glikojen seviyelerine ulaşılmaktadır (Tipton et al., 2001). Yarışmadan 24-36 saat önce 6-12 g/kg karbonhidrat alımı glikojen depolarını olumlu olarak etkilemektedir (Close et al., 2016). Özellikle uzun süreli yüksek yoğunluklu antrenmanlarda egzersizden önceki 1-4 saat için 1-4 g/kg karbonhidrat alınması önerilmektedir (Kerksick et al., 2008). Bununla birlikte egzersizden önceki 1 saat içinde 1-1,5 g/kg karbonhidrat alımı gerekli görülmektedir (Austin, 2011).

Antrenmanlı atletler üzerinde yapılan bir çalışmada atletlere 6 gün süreyle {4.0 +/- 0,5} g/kg/gün karbonhidrat sağlayan karışık diyet ve ilk 3 gün {4.5 +/- 0.5} g/kg/gün karbonhidrat, sonraki 3 gün {8.2 +/- 0.4} g/kg/gün karbonhidrat içeren test diyeti uygulanmıştır. Atletler %70 VO₂ max yoğunluğunda günlük 90, 40, 40, 20, 20 dakika koşturulup, 6. gün dinlendirilmiş, testin yapıldığı 7. günde submaksimal yoğunlukta karbonhidrat oksidasyonu, test diyetinde daha yüksek bulunmuştur. Test diyetinde yorulma zamanının uzadığı ve performansın geliştiği tespit edilmiştir (Pizza et al., 1995). Glikojen depolarının 20.9 km koşu performansı ile olan ilişkisine bakıldığı bir başka çalışmada günlük enerjinin %15 (düşük), %50 (orta), %70 (yüksek) karbonhidrattan geldiği beslenme planı uygulanmıştır. Test A diyetinde 3 gün düşük, 3 gün orta; Test B'de

3 gün orta, 3 gün yüksek; Test C'de 6 gün orta düzey karbonhidratlı diyet verilmiştir. Beş günlük glikojen boşaltımından sonra %73 VO₂ max yoğunluğunda 90, 40, 40, 20, 20 dk koşmuşlar ve dinlenme gününün ardından 20.9 km koşusu yapılmıştır. Test A, B, C diyetleriyle glikojen depoları sırasıyla 207, 203, 159 mmol glukozil ünitesi/kg ıslak ağırlık (mmG) kadar artmıştır. Orta düzey egzersiz-diyet rejiminin glikojen depolarını doldurduğu ve başlangıç glikojen seviyesinin kullanılan glikojeni etkilediği sonucuna varılmıştır (Sherman et al, 1981). İdeal yarış öncesi bir öğünde 200-300 g karbonhidrat (3-5 g/kg) içermesi ve 3-4 saat önce alınması, yağ ve posadan fakir olup, midenin boş kalması önerilmektedir (Jeukendrup & Baker, 2016). Egzersiz öncesi karbonhidratlı öğün tüketiminin performansı artırdığı çalışmalarda bildirilmiştir (Chen et al., 2009; Chryssanthopoulos et al., 2002; Schabort et al., 1999). Egzersiz öncesi öğün tüketiminin yanında egzersiz sırasında karbonhidrat-elektrolit sıvılarının tüketilmesi performansı geliştirmesi açısından tavsiye edilmektedir (Chen et al., 2009; Chryssanthopoulos et al., 2002). Egzersiz öncesi tüketilen yüksek karbonhidratlı diyetin egzersiz sırasında ve sonrasında oksijen kullanımını, dolayısıyla enerji çıkışını artırdığı bildirilmiştir (Ferreira et al., 2016). Egzersiz öncesi yüksek karbonhidratla birlikte yüksek kalsiyum tüketilen bir kahvaltı öğününden bir saat sonra doyumluk ve insülin düzeyinin arttığı bulunmuş ancak bunun geçici olduğu görülmüştür (Gonzalez, 2013).

Proteinlerin Kullanımı

Günlük protein gereksinimi sedanter bireyde 0.8-1.0 g/kg/gün, dayanıklılık sporcularında 1.2-1.4 g/kg/gün, direnç sporcularında 1.2-1.7 g/kg/gün olarak bildirilmiştir (Rodriguez et al., 2009). Egzersiz öncesi protein tüketimine özgü belirli bir kılavuz olmamakla birlikte Uluslararası Sporda Beslenme Topluluğu (ISSN) bazı öneriler bildirmiştir. Buna göre 0.15-0.25 g/kg vücut ağırlığı/gün protein 1-2 g/kg vücut ağırlığı/gün karbonhidrat ile birlikte egzersizden 3-4 saat önce egzersiz öncesi öğün olarak tüketilmelidir (Kerksick et al., 2008). Tabii ki sporcunun yaptığı egzersizin süresine, bireyin formuna göre bu miktar değişebilmektedir (Dawson, 2002; Kerksick et al., 2008).

Protein alımının zamana göre yönetimi sporcuya kas sentezini ve onarımını hızlandırma, kas glikojen depolarını geliştirme, uyku kalitesini geliştirme, kan glikoz seviyelerini sabit tutma ve daha iyi glisemik cevap oluşturma açısından avantaj sağlamaktadır (Austin, 2011; Ormsbee et al., 2014). Kas sentezini destekleyici etkisini göstermesi için egzersizden önce 6-20 g protein alınması yeterli olmaktadır. Kas kütesini korumak veya artırmak için daha fazla protein alımı gerekmemektedir (Austin, 2011). Aminoasit-karbonhidrat (A-K) takviyesinin egzersizden önce ve sonra kullanımının kas protein sentezine olan etkisinin incelendiği bir çalışmada, egzersizden hemen önce ve hemen sonra tüketimi sağlandığında, kullanılan L-fenilalanin aminoasidinin kan ve kastaki yoğunluğunun arttığı saptanmıştır. Ancak A-K takviyesi egzersizden önce kullanıldığında aminoasit dağıtımının egzersiz sırasında ve egzersizden sonraki ilk 1 saatte daha fazla arttığı bildirilmiştir (Tipton et al., 2001). Yüksek yağlı, karbonhidratlı ve proteinli öğünlerin egzersize olan etkisinin incelendiği bir başka çalışmada yüksek karbonhidratlı öğün yüksek proteinli ve yüksek yağlı öğünlere göre yağ oksidasyonun

hızını yarıya düşürmüştür. Yüksek proteinli diyeti takiben, yüksek karbonhidratlı diyete göre lipoliz ve kan lipitleri kullanımı daha yüksek olarak kaydedilmiştir. Bununla birlikte öğün içeriğinin sprint veya 50 km koşusunda performansa etki etmediği belirtilmiştir (Rowlands & Hopkins, 2002). Başka bir çalışmada hem egzersiz öncesi hem sonrası sadece glukoz ve glukoz ile protein içecekleri tüketirilmiş ve tüketilen glukoz 50 g, protein ise 20 g whey proteindir. Egzersizden sonraki 2 saatte her 15 dakikada kan glukoz ve insülin düzeyleri ölçülmüştür. Egzersiz öncesi glukoz ve proteini birlikte (RGP) tüketen grupta egzersiz sonrası glukoz ve proteini birlikte (EGP) tüketen gruba göre insülin seviyeleri daha düşük bulunmuştur. Bunun yanında glukoz ile birlikte protein tüketilmesi sadece glukoz tüketimine göre kan glukoz seviyelerinin daha düşük kalmasını sağlamıştır (Roberts et al., 2013).

Egzersiz Sırasında Makro Besin Ögelerinin Kullanımı

Karbonhidratların Kullanımı

Egzersiz sırasında hızlı enerji sağlaması açısından üstünde en çok durulan besin ögesi karbonhidratlardır. Karbonhidratların oksidasyon için kullanımında hız sınırlayıcı nokta ince bağırsaktan emilim hızıdır. Çünkü ince bağırsaktan sodyum (Na) bağımlı glukoz taşıyıcısı SGLT1 aracılığıyla dakikada 1 gram glukoz taşınmaktadır (1g/dk). Bununla birlikte farklı karbonhidrat türleri ile glukozun birlikte kullanımı karbonhidrat emilimini 1,5 g/dk'ya çıkarabilmektedir (Burke et al., 2011). Böylece emilen karbonhidrat miktarının artması, okside olan karbonhidrat miktarını da artırarak egzersiz performansına katkıda bulunabilmektedir. Yapılan bir çalışmada glukoz ve sükrözün birlikte kullanıldığı bisiklet testi uygulanmış, %50 maksimum güç çıkışıyla 120 dk bisiklet kullanan sporcularda, egzersiz sırasında glukoz ve sükröz birlikte normal miktarlarda (144 g) kullanılsa bile sadece glukoz kullanımına göre daha yüksek seviyede ekzojen karbonhidrat oksidasyon hızına ulaşıldığı görülmüştür (Jentjens et al., 2005). Farklı yollarla taşınan karbonhidratların birlikte kullanılması daha etkili olmaktadır. Glukoz ve früktozun birlikte tüketilmesi sadece glukozu göre performansı daha fazla artırdığı bildirilmiştir (Currell & Jeukendrup, 2008; Jeukendrup & Moseley, 2010).

Egzersiz sırasında verilen karbonhidratın toparlanmaya da katkısı olmaktadır. Karbonhidratın 2 saat süren uzamış egzersizlerden sonra bolus olarak verilmesi aynı miktardaki karbonhidratın 15-20 dk aralıklarla verilmesinden daha etkili değildir. Bu sebeple egzersizin başlamasından kısa bir süre içinde az miktarlarda karbonhidrat alımına başlanması tavsiye edilmektedir (Dawson, 2002). Amerika Spor Hekimliği Koleji (ACSM) egzersiz sırasında saatte 0.7g/kg %6-8'lik karbonhidrat içeceği tüketimini önermektedir (Rodriguez et al., 2009). Bunu destekleyici olarak 0.6g/kg/sa maltodekstrin tüketildiğinde karbonhidrat kullanımının en üst seviyeye ulaştığı ve performansı artırdığı tespit edilmiştir (Harger-Domitrovich et al., 2007).

Proteinlerin Kullanımı

Proteinlerin enerji oluşumuna katılma, kas yıkımını düzenleme, performansı geliştirici etkisi sayesinde egzersiz sırasında kullanımı üzerinde durulmaktadır (Phillips & Van Loon, 2011). Karbonhidrat (0,15g/kg/sa) ve protein hidrolizatu (0,15g/kg/sa)

kullanımının egzersiz sırasında ve erken toparlanma döneminde tüketilmesi kas protein sentezini uyardığı, tüm vücut protein sentezini de artırdığı bulunmuştur (M. Beelen et al., 2008). Bir grup bisikletçi üzerinde karbonhidrat içeceğine protein eklemenin aerobik dayanıklılığa olan etkisinin incelendiği bir çalışmada katılımcılara 20 dakika sıklıkla 200mL'lik sadece karbonhidrat (%7,75), karbonhidrat-protein (karbonhidrat: %7.75, protein: %1.94) ve plasebo tüketirilmişdir. Karbonhidrat-protein çözeltisi tüketenlerin sadece karbonhidrat ve plasebo tüketenlere göre yorulma süresi anlamlı düzeyde uzamış, performansı gelişmiştir (Ivy et al., 2003). Bir başka çalışmada direnç egzersizi sırasında proteinin karbonhidratla birlikte tüketimi araştırılmış ve egzersiz sırasında karbonhidrat-protein tüketen grupta tüm vücut proteinin yıkılması karbonhidrat tüketenlere göre düşük bulunmuştur. Sadece karbonhidrat tüketildiğinde negatif protein dengesi oluşurken, karbonhidrat ile proteinin de tüketilmesi pozitif protein dengesi ile sonuçlanmıştır. Protein tüketilmesi kas protein sentez hızını artırmıştır (Beelen et al., 2008). Bunların yanında Uluslararası Olimpiyat Komitesi (IOC) ve Amerika Spor Hekimliği Koleji (ACSM) kanıtların yetersiz olduğunu belirterek egzersiz sırasında protein tüketimi ile alakalı öneri verilemeyeceğini bildirmektedir (Cermak et al., 2009; Rodriguez et al., 2009; Slater & Phillips, 2011). Ancak Uluslararası Spor Beslenmesi Topluluğu (ISSN)'na göre özellikle dayanıklılık egzersizlerinde, kas glikojen depolarını artırması dayanıklılık performansını geliştirmesi, kas yıkımını düşürmesi ve sonuç itibarıyla egzersiz uyumunu artırdığı ifade edilmektedir. Ayrıca karbonhidrat protein oranını 3-4:1 olacak şekilde verilmesi önerilmektedir (Kerksick et al., 2008; Potgieter, 2013).

Egzersiz Sonrasında Makro Besin Ögelerinin Kullanımı

Egzersiz sonrası dönem aynı zamanda anabolik evre olarak da adlandırılabilir. Bu evre sporcular için hayati öneme sahiptir. Egzersiz sonrası 45 dakikalık süre özellikle insülinin anabolik etkisine daha duyarlı olduğu için beslenmenin doğru şekilde yapılması gerekmektedir (Clark et al., 2003). Bu evrede yükselmiş kortizol seviyesi devam ederken kreatin fosfat (CP) ve ATP seviyeleri ile kas glikojen depoları azalmaktadır. Fizyolojik strese bağlı olarak üretilen serbest radikaller kas hücresi hasarına neden olmaktadır. Hasar görmüş kas hücreleri onarımı başlatmak için protein sentezini uyarır ancak protein yıkım hızı protein sentezini aşarsa kas kaybıyla sonuçlanacaktır (Ivy & Portman, 2004). Bu sırada bazı elzem amino asitler, glutamin ve dallı zincirli amino asitler (DZAA) de tüketilmektedir (Blomstrand & Saltin, 2001). Bu yüzden egzersizden önce ve sonra DZAA kullanımı yararlı olarak bildirilmiştir (MacLean et al., 1994). Egzersiz sırasında yetersiz enerji alımına bağlı olarak DZAA'ler enerji verme amacıyla tüketilebilir. Bu da egzersiz sonrası glutamin sentezi için gerekli olan DZAA'lerin ve dolayısıyla glutamin seviyelerinin yetersiz kalmasına sebep olabilmektedir (Bishop & Clark, 1998). Kaslarda oluşan bu fizyolojik değişiklikleri dikkate alındığında egzersizden sonra toparlanma döneminde hedeflerden biri kas glikojen depolarını yeniden doldurmak olmalıdır. Bunun için kas glikojen sentezi en üst seviyeye çıkarılmalıdır (Kerksick et al., 2008). Egzersiz sonrası protein sentezi ile birlikte protein yıkımı da artmaktadır. Bu duruma pozitif protein dengesi sağlanması açısından dikkat edilmeli ve protein sentez hızının artırılması hedeflenmelidir (Ivy & Portman, 2004).

Karbonhidratların Kullanımı

Egzersizden sonra meydana gelen fizyolojik değişiklikler dikkate alındığında karbonhidratlar birincil olarak kas glikojen depolarını yenilemek amacıyla kullanılmaktadır (Kerksick et al., 2008). Çünkü egzersizden birkaç saat sonra glikojen sentez hızı yarıya düşmektedir. Bundan dolayı egzersizden hemen sonra saatte 1.5g/kg karbonhidrat alınmalı ve 2 saatlik aralıklarla tekrarlanmalıdır (Tarnopolsky et al., 2005). Egzersizden sonraki 5 saatte 15-30 dakika aralıklarla 1.2g/kg/sa karbonhidrat alınmasının glikojen sentez hızını en üst düzeye getireceği bildirilmiştir (Jentjens & Jeukendrup, 2003). Normal glikojen sentez hızı 100 mmol/kg olup saatte 5mmol/kg'dır. Bu yüzden tam bir toparlanma için ortalama 20 saat gerekmektedir. Egzersizden sonraki ilk 2 saat glikojen sentezini artırmak için en değerli zamandır. Bu iki saatlik süreçte 50 g karbonhidrat tüketmek glikojen sentez hızını artırmak için yeterli miktardır (Burke et al., 2004). Bunun yanında 24 saatlik pasif toparlanma döneminde 10 g/kg karbonhidrat alımı glikojen sentez hızını artırarak desteklemektedir (Burke et al., 1996). İlk 2 saat içinde yüksek glisemik indeksli karbonhidratların kullanımı düşük glisemik indeksli olanlara göre glikojen sentezine daha çok katkıda bulunmaktadır (Burke et al., 1996; Kiens & Richter, 1996). Ancak karbonhidrat tüketimi geciktiğinde, 8 saat sonraki glikojen sentezi ile 24 saat sonraki arasında bir fark bulunmamıştır (Parkin et al., 1997). Toparlanma döneminin ilk 4-6 saati 15-30 dakika aralıklarla yüksek miktarda karbonhidrat tüketildiğinde glikojen sentez hızı çok yüksek olarak bulunmuştur. Bu durum kan insülin ve glukoz seviyelerinin yüksek düzeyde seyretmesine atfedilmektedir (van Loon et al., 2000). Maraton koşucularında bu durum daha farklıdır. Sabah 90 dk koşusu, öğleden sonra 3 saat bisiklet antrenmanı yapan bir triatlon sporcusu egzersiz aralarında glikojen depolarını yenilemek zorundadır (Rodriguez et al., 2009). Egzersizden sonra tüketilen karbonhidrata protein eklenmesi glikojen sentez hızında farklı etki yapmayıp yaklaşık 100 mmol/kg olarak belirtilmiştir (Alghannam et al., 2016). Başka bir çalışmada ise egzersizden sonraki ilk 2 saat içinde karbonhidrat ve protein birlikte tüketildiğinde tek başına tüketilen karbonhidrata göre 18 saat sonraki performans daha yüksek bulunmuş ve karbonhidrat proteinle birlikte tüketildiğinde pozitif nitrojen dengesi sağlanmıştır (Rustad et al., 2016).

Proteinlerin Kullanımı

Egzersiz sonrası kaslarda meydana gelen kas yıkımı düzeltilmeye çalışılmalıdır. Amino asit kullanımıyla insülin seviyeleri yükseltilerek kas onarımı hedeflenmektedir (Aragon & Schoenfeld, 2013). Dangin ve arkadaşları (2001) tarafından protein sindirilme hızının öğün sonrası etkisinin incelendiği bir çalışmada tek öğün serbest amino asit (AA), tek öğün kazein (CAS), tek öğün hızlı emilen whey protein (WP) ve tekrarlı öğünlerle yavaş emilen whey protein tüketimi sağlanmış ve ölçüt olarak l-lösin kullanılmıştır. Sonuçta hızlı emilen proteinli öğünlerde (AA,WP) aminoasidemi, lösin dolaşımı ve oksidasyonda güçlü ve hızlı bir artış görülmüştür. Yavaş sindirilen öğünden sonra (CAS, yavaş emilen WP) bu değişkenler orta hızda yükselmiş olup lösin dengesi 7 saatten fazla yüksek olarak kalmıştır. Yavaş sindirilen protein kullanımı pozitif protein dengesi için daha kullanışlı olmuştur (Dangin et al., 2001). Bununla birlikte dallı zincirli aminoasitlerin

karbonhidratla birlikte tüketimi (DZAA-karbonhidrat) sadece karbonhidrat tüketimiyle karşılaştırılmış ve DZAA-karbonhidrat tüketimi sadece karbonhidrat tüketimine göre vücut direncinin düşmesini engelleyemediği ya da kas yıkımını iyileştiremediği belirtilmiştir (Kephart et al., 2016). Toparlanma döneminde süt ürün bazlı içecek (SBİ) tüketiminin iştah üzerine yaptığı etkinin incelendiği bir çalışmada karbonhidrat tüketimine göre SBİ tüketiminin toparlanmayı hızlandırdığı, toplam enerji alımını çok fazla artırmadığı ve iştahın karbonhidrat tüketimine bağlı olduğu sonucuna varılmıştır (Brown et al., 2016). Başka bir çalışmada direnç egzersizi sonrası tüketilen whey protein enerji alımını düşürmektedir. Bu durum hipertrofiyi bozmayıp istenilen vücut ağırlığı kaybını destekleyici olmaktadır (Monteyne et al., 2016). Genel olarak süt proteinleri (whey, kazein) sindirim hızlarının farkına göre pik başlangıç zamanı farklı olmakla birlikte egzersiz sonrası kas protein sentezinde üstün etki sağlamaktadır (Kanda et al., 2016). Farklı kombinasyonların uygulandığı bir çalışmada, egzersiz sonrası yüksek karbonhidratlı bir diyetle tüketilen kreatin kas glikojen yenilenmesini en üst düzeye çıkarmıştır. Bunun yanında kas glikojen içeriğini fark edilebilir şekilde artırmıştır (Roberts et al., 2016). Kas protein sentezine olumlu katkıları olduğu düşünülen ve bir dalı zincirli amino asit olan lösinle ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Atherton et al., 2016; Dickinson et al., 2016; Kato et al., 2016). Lösinle zenginleştirilmiş amino asit karışımı egzersizden 30 dk ve 1 gün sonra tüketildiğinde egzersizden sonraki 2 gün boyunca kollojen protein sentezi arttığı saptanmıştır (Kato et al., 2016). Yaşlı erkeklerde direnç egzersizi sonrası bolus olarak tüketilen proteine lösin eklenmesi anabolik cevabını geliştirdiği bulunmuştur (Atherton et al., 2016). Lösinle zenginleştirilmiş elzem amino asit alımının anabolik cevabı uzattığı ve kasların aminoaside olan duyarlılığı arttığı, egzersiz tabanlı rehabilitasyon programlarında tedavi edici veya önleyici olarak lösinle zenginleştirmenin uygulanabileceği belirtilmiştir (Dickinson et al., 2014). Başka bir çalışmada geleneksel süt ürünlerine kıyasla yüksek whey proteinli lösinle zenginleştirilmiş takviye kullanımıyla kas protein sentez hızında daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum uzun dönem etkileri düşünüldüğünde kas kütlesi, kuvveti ve işlevinde umut vaat edici olarak bildirilmiştir (Luiking et al., 2014). Whey proteinin karbonhidratla birlikte veya tek başına kullanımının direnç egzersizi adaptasyonu üzerindeki etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada, haftada iki, üç kere tüketildiğinde kas boyutu ve gücünde büyük bir etkisi olmadığı ancak karın bölgesi yağ kaybını ve yağsız kütle adaptasyonunu artırdığı bulunmuştur (Hulmi, 2015). Kazein ve whey proteinlerin kadın sporcularda vücut bileşimi ve performansı üzerine yaptığı etkinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, kazein ve whey proteinin performans ve vücut bileşimi üzerinde farklılık olmadığı görülmüştür. Ancak her iki proteinin de özellikle direnç egzersizleriyle birlikte, egzersizden önce ve sonra kullanıldığında performansı geliştirdiği ve vücut yağını azalttığı bulunmuştur (Wilborn, 2013). Genel olarak 20 g protein özellikle yüksek yoğunluklu egzersizden sonraki ilk 45 dk içinde ara öğün olarak tüketilmesi uygun görülmüştür. Bunun yanında vücut ağırlığı kaybını hedefleyen sporcularda 6-8 g proteinin yeterli olduğu ve karbonhidratla birlikte tüketimin en iyi sonucu vereceği de bildirilmiştir. İlk 45 dakikalık süreçte 3:1 oranında karbonhidrat:protein alımının bu dengeyi sağlayacağı belirtilmiştir (Austin, 2011).

Yağların Kullanımı

Genel olarak sporcuların da sedanter bireyler gibi günlük enerji ihtiyacının yaklaşık %30'unu tüketmesi istenmektedir. Yağ kaybı hedefleyen sporcular için 0.5-1g/kg/gün yağ tüketimi önerilmektedir (Kreider et al., 2010). Günde 40 g'dan daha az yağ tüketenlerin vücut ağırlık kaybında ve bunu korumada daha başarılı oldukları bildirilmiştir (Miller, 2001). Elzem yağ asidi alımlarına bakıldığında omega 3 yağ asidi ihtiyacı günlük enerji gereksiniminin %0.6-1.2, omega 6 ise %5-10 karşılamalıdır. Bu şekilde olması gereken 3-5:1 omega 6:omega 3 oranı sağlanırken, batı tarzı beslenme ile bu oran 10:1, 20:1'e kadar çıkmaktadır. Toplam omega 3 gereksinimi günlük ortalama 1-2 g olarak hesaplanabilmekte ve EPA:DHA oranının 2:1 olması istenmektedir (Simopoulos, 2007).

Egzersiz Sonrası Toparlanma Besini Olarak Süt

Özellikle dayanıklılık ve direnç egzersizlerinden sonra toparlanma amacıyla kullanılabilir bir besin olarak süt üzerinde durulmaktadır. Egzersiz sonrası gerekli olan enerji, protein ve diğer makro besin öğelerini, sodyum, potasyum ve diğer mikro besin öğelerini belli bir miktarda içermesinden dolayı toparlanmayı daha etkili ve ekonomik olarak sağlamaktadır (Roy, 2008). Egzersiz kaynaklı kas hasarı üzerinde sütün etkisinin araştırıldığı bir çalışmada erkek ve kadın sporculara 500 mL süt ve enerjisi denk karbonhidrat çözeltisi tüketirilmiş, kreatin kinaz (CK), sıçrama yüksekliği, 20 m sprint performansı, kas ağrısı gibi değişkenler kontrol edilmiştir. Egzersiz sonrası 500 mL süt tüketiminin erkek sporcularda serumdaki kas yıkımı göstergelerini ve ağrıyı azalttığı, kadınlarda buna ek olarak kas işlevlerindeki düşüşü sınırladığı bildirilmiştir (Rankin, 2015). Çikolatalı sütün tırmanma sonrası toparlanmaya nasıl yardımcı olduğunun araştırıldığı başka bir çalışmada çikolatalı süt tüketimini takiben üç gün sonra bile kas ağrısının azaldığı görülmüştür. Tırmanışın sürdürülebilirliğini artıracığından dolayı dağcılarda toparlanma yardımcısı olarak kullanımının uygun olacağı düşünülmektedir (Potter, 2015). Egzersiz sonrası toparlanmada sütün kullanımına yönelik bir çalışmada iş gücü kapasitesini artırarak toplam işi artırıp yorulma süresini uzattığı bulunmuştur (Karp, 2006). Normal süttten farklı olarak kolostrumun sporcularda kullanımından bahsedilmektedir. Sporcularda antrenmandan sonra bağışıklık sistemi T hücreleri ve doğal öldürücü hücrelerin üretimi birkaç saatliğine geçici olarak azalmakta ve sonra eski haline dönmektedir. Bu yüzden immünooglobülin içeriği normal süttten çok daha fazla olan kolostrum bu süreçte sporcuyla fırsatçı patojenlere karşı korumaktadır. Ayrıca insülin benzeri büyüme faktörleri (IGF-1,2) vb. içeriğinden dolayı kolostrum sporcularda güç ve dayanıklılık, kas yapımı ve yağ yakımı, hızlı iyileşme ve toparlanma gibi özellikleri daha çok geliştirmektedir (Kıvrak, 2012).

Sonuç ve Öneriler

Makro besin öğelerinin egzersiz öncesinde, sırasında ve sonrasında alınmasına dikkat edilmesi sporcu performansı açısından önemli olup üzerinde en çok durulan besin ögesi karbonhidratlardır. Egzersizin temel amaçlarından biri olan kas glikojen depolarının yenilenmesi, artırılması için karbonhidratlar elzemdir. Bunun yanında protein yıkımının ve kas kaybının önlenmesi diğer çok önemli amaçlardan biri olup en çok dikkat edilen

besin ögesi proteinler olsa da kas glikojen depolarının geliştirilmesi ile protein kaybının da önüne geçilmektedir. Karbonhidratların proteinlerle birlikte tüketilmesi egzersizden en iyi şekilde faydalanmayı sağlamaktadır.

Genel karbonhidrat yükleme ilkesi olarak 7-12 g/kg vücut ağırlığı karbonhidrat tüketilmesi, 60 dakikadan uzun süren veya aralıklı egzersizlerde 36-48 saat önce 10-12g/kg/24sa sağlayacak karbonhidrat tüketilmesi önerilmektedir. Egzersizden 1-4 saat önce 1-4 g/kg karbonhidrat tüketilmesi istenirken egzersiz süresi 45 dakikadan az olduğunda karbonhidrat tüketimi gerekli görülmemektedir. Ancak 1-2,5 saat süren dayanıklılık egzersizlerinde saatte 30-60 g karbonhidrat tüketimi sağlanmalı ve özellikle 2,5-3 saat süren yoğun dayanıklılık egzersizlerinde ise 90 g/saate kadar karbonhidrat alımı artırılabilir. Egzersiz sonrasında ilk 4 saat 1-1,2 g/kg/sa karbonhidrat tüketilmeli, depolar ivedilikle yenilenmelidir. Bu süreçte karbonhidrat protein oranının 3-4:1 olarak tutulması yeterli protein tüketimini sağlayacaktır. Özellikle egzersiz sonrası toparlanma döneminde protein kayıplarının yaşanmaması için protein tüketimine dikkat edilmeli, ilk 45 dk 3:1 karbonhidrat:protein oranına sahip bir ara öğün yapıldıktan sonra 20-25 g yüksek kaliteli protein içeren ana öğün tüketimi sağlanmalıdır.

Dolayısıyla yarışmadan en az 6 saat önce yeterli ve dengeli bir diyet tüketimi, öğün zamanının planlanması ve enerji ve besin öğelerinin yeterli düzeyde alınması çok önemlidir. Kas dokusu egzersiz sırasında güçlü bir çıkış sağlaması gerekirken, enerji ve besin öğelerinin yetersiz alınmasından dolayı yıkıma uğrayabilmektedir. Yarışmadan 7 gün önce sporcu performansını desteklemek amacıyla sporcunun dinlenmesi sağlanmalı ve aşırı egzersizden kaçınılmalıdır. Sporcunun kas ve karaciğer glikojen depoları doldurulmalı ve sporcunun yeterli düzeyde sıvı alması sağlanmalıdır. Hidrasyonun iyi düzeyde olması glikojen depolarının da geliştirilmesinde yarar sağlamaktadır.

Yazışma Adresi (Corresponding Address):
Arş. Gör. Mustafa Fevzi KARAGÖZ
Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi
E-posta: fevzkaragoz@gazi.edu.tr

Kaynaklar

1. **Alghannam, A. F., Jedrzejewski, D., Bilzon, J., Thompson, D., Tsintzas, K., & Betts, J. A.** (2016). Influence of Post-Exercise Carbohydrate-Protein Ingestion on Muscle Glycogen Metabolism in Recovery and Subsequent Running Exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 1-24. doi:10.1123/ijsnem.2016-0021
2. **Almada, A. L.** (2013). Carbohydrate and Muscle Glycogen Metabolism: Exercise Demands and Nutritional Influences A2 - Bagchi, Debasis. In S. Nair & C. K. Sen (Eds.), *Nutrition and Enhanced Sports Performance* (pp. 333-341). San Diego: Academic Press.
3. **Aragon, A. A., & Schoenfeld, B. J.** (2013). Nutrient timing revisited: is there a post-exercise anabolic window? *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10(1), 5. doi:10.1186/1550-2783-10-5
4. **Atherton, P. J., Kumar, V., Selby, A. L., Rankin, D., Hildebrandt, W., Phillips, B. E., . . . Smith, K.** (2016). Enriching a protein drink with leucine augments muscle protein synthesis after resistance exercise in young and older men. *Clin Nutr*. doi:10.1016/j.clnu.2016.04.025
5. **Austin, K., Seebohar, B.** (2011). *Performance Nutrition: Applying the Science of Nutrition Timing*. USA: Associated Press.
6. **Baysal, A.** (2011). *Beslenme* (11. Baskı ed. Vol. Hatipoğlu Yayınları: 93). Ankara: Hatipoğlu Yayınevi.
7. **Beelen, M., Koopman, R., Gijzen, A. P., Vandereyt, H., Kies, A. K., Kuipers, H., . . . van Loon, L. J. C.** (2008). Protein coingestion stimulates muscle protein synthesis during resistance-type exercise. *American Journal of Physiology - Endocrinology And Metabolism*, 295(1), E70-E77. doi:10.1152/ajpendo.00774.2007
8. **Beelen, M., Tieland, M., Gijzen, A. P., Vandereyt, H., Kies, A. K., Kuipers, H., . . . van Loon, L. J.** (2008). Coingestion of carbohydrate and protein hydrolysate stimulates muscle protein synthesis during exercise in young men, with no further increase during subsequent overnight recovery. *J Nutr*, 138(11), 2198-2204. doi:10.3945/jn.108.092924
9. **Benardot, D.** (2012). *Advanced Sports Nutrition* (2nd ed. ed.). USA: Versa Press.
10. **Bishop, N. C., & Clark, A. M.** (1998). Effect of low-and high-carbohydrate diets on the plasma glutamine and circulating leukocyte responses to exercise. *International Journal of Sport Nutrition*, 8, 49-59.
11. **Blomstrand, E., & Saltin, B.** (2001). BCAA intake affects protein metabolism in muscle after but not during exercise in humans. *American Journal of Physiology - Endocrinology And Metabolism*, 281(2), E365-E374.
12. **Brown, M. A., Green, B. P., James, L. J., Stevenson, E. J., & Rumbold, P. L.** (2016). The Effect of a Dairy-Based Recovery Beverage on Post-Exercise Appetite and Energy Intake in Active Females. *Nutrients*, 8(6). doi:10.3390/nu8060355
13. **Burke, L. M., Collier, G. R., Davis, P. G., Fricker, P. A., Sanigorski, A. J., & Hargreaves, M.** (1996). Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the frequency of carbohydrate feedings. *Am J Clin Nutr*, 64(1), 115-119.
14. **Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H., & Jeukendrup, A. E.** (2011). Carbohydrates for training and competition. *J Sports Sci*, 29 Suppl 1, S17-27. doi:10.1080/02640414.2011.585473
15. **Burke, L. M., Kiens, B., & Ivy, J. L.** (2004). Carbohydrates and fat for training and recovery. *J Sports Sci*, 22(1), 15-30. doi:10.1080/0264041031000140527
16. **Byars, A., Keith, S., Simpson, W., Mooneyhan, A., Greenwood, M.** (2010). The influence of a pre-exercise sports drink (PRX) on factors related to maximal aerobic performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7, 12-12. doi:10.1186/1550-2783-7-12
17. **Campbell, B. I., Wilborn, C. D., La Bounty, P. M., & Wilson, J. M.** (2012). Nutrient timing for resistance exercise. *Strength & Conditioning Journal*, 34(4), 2-10.
18. **Cermak, N. M., Solheim, A. S., Gardner, M. S., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J.** (2009). Muscle metabolism during exercise with carbohydrate or protein-carbohydrate ingestion. *Med Sci Sports Exerc*, 41(12), 2158-2164. doi:10.1249/MSS.0b013e3181ac10bf
19. **Chen, Y. J., Wong, S. H., Chan, C. O., Wong, C. K., Lam, C. W., & Siu, P. M.** (2009). Effects of glycemic index meal and CHO-electrolyte drink on cytokine response and run performance in endurance athletes. *J Sci Med Sport*, 12(6), 697-703. doi:10.1016/j.jsams.2008.05.007
20. **Chryssanthopoulos, C., Williams, C., Nowitz, A., Kotsiopoulou, C., & Vleck, V.** (2002). The effect of a high carbohydrate meal on endurance running capacity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 12(2), 157-171.

21. Clark, M. G., Wallis, M. G., Barrett, E. J., Vincent, M. A., Richards, S. M., Clerk, L. H., & Rattigan, S. (2003). Blood flow and muscle metabolism: a focus on insulin action. *American Journal of Physiology - Endocrinology And Metabolism*, 284(2), E241-E258. doi:10.1152/ajpendo.00408.2002
22. Close, G. L., Hamilton, D. L., Philp, A., Burke, L. M., & Morton, J. P. (2016). New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free Radical Biology and Medicine*.
23. Currell, K., & Jeukendrup, A. E. (2008). Superior endurance performance with ingestion of multiple transportable carbohydrates. *Med Sci Sports Exerc*, 40(2), 275-281. doi:10.1249/mss.0b013e31815adf19
24. Dangin, M., Boirie, Y., Garcia-Rodenas, C., Gachon, P., Fauquant, J., Callier, P., . . . Beaufrère, B. (2001). The digestion rate of protein is an independent regulating factor of postprandial protein retention. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 280(2), E340-E348.
25. Dawson, W. J. (2002). American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada: Nutrition and athletic performance (joint position statement). *Medical Problems of Performing Artists*, 17(1), 51-53.
26. DeMarco, H. M., Sucher, K. P., Cisar, C. J., & Butterfield, G. E. (1999). Pre-exercise carbohydrate meals: application of glycemic index. *Med Sci Sports Exerc*, 31(1), 164-170.
27. Dickinson, J. M., Gundermann, D. M., Walker, D. K., Reidy, P. T., Borack, M. S., Drummond, M. J., Rasmussen, B. B. (2014). Leucine-enriched amino acid ingestion after resistance exercise prolongs myofibrillar protein synthesis and amino acid transporter expression in older men. *J Nutr*, 144(11), 1694-1702. doi:10.3945/jn.114.198671
28. Dickinson, J. M., Reidy, P. T., Gundermann, D. M., Borack, M. S., Walker, D. K., D'Lugos, A. C., . . . Rasmussen, B. B. (2016). The impact of post exercise essential amino acid ingestion on the ubiquitin proteasome and autophagosomal-lysosomal systems in skeletal muscle of older men. *J Appl Physiol (1985)*, jap.00632.02016. doi:10.1152/jappphysiol.00632.2016
29. Ergen, E., Demirel, H., Güner, R., Turnagöl, H., Başoğlu, S., Zergeroğlu, AM, Ülkar, B. (2002). *Egzersiz fizyolojisi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
30. Ersoy, G., Rakkıoğlu, N., Karabudak, E., Gökmen Özel, H., Köksal, E., Özer, E., Şensoy, F., Vardar, C., Özkan Altınay, Z., Aydemir Erkeç, K. (2016). *Özel Durumlarda Beslenme*. Ankara: Kayhan Ajans.
31. Ferreira, G. A., Bertuzzi, R., De-Oliveira, F. R., Pires, F. O., & Lima-Silva, A. E. (2016). High-CHO diet increases post-exercise oxygen consumption after a supramaximal exercise bout. *Braz J Med Biol Res*, 49(11), e5656. doi:10.1590/1414-431x20165656
32. Fery, F., Plat, L., & Balasse, E. O. (2003). Level of glycogen stores and amount of ingested glucose regulate net carbohydrate storage by different mechanisms. *Metabolism*, 52(1), 94-101. doi:10.1053/meta.2003.50015
33. Gonzalez, J. T., Rumbold, Penny LS, Stevenson, Emma J. (2013). Appetite sensations and substrate metabolism at rest, during exercise, and recovery: impact of a high-calcium meal. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38(12), 1260-1267.
34. Harger-Domitrovich, S. G., McClaghry, A. E., Gaskill, S. E., & Ruby, B. C. (2007). Exogenous carbohydrate spares muscle glycogen in men and women during 10 h of exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 39(12), 2171-2179. doi:10.1249/mss.0b013e318157a650
35. Hulmi, J. J., Laakso, M., Mero, A. A., Häkkinen, K., Ahtiainen, J. P., Peltonen, H. (2015). The effects of whey protein with or without carbohydrates on resistance training adaptations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12(1), 48.
36. Ivy, J., & Portman, R. (2004). *Nutrient timing: The future of sports nutrition* (C. Rosenberg Ed.). Laguna Beach, CA: Basic Health Publications, Inc.
37. Ivy, J. L., Res, P. T., Sprague, R. C., & Widzer, M. O. (2003). Effect of a carbohydrate-protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 13(3), 382-395.
38. Jentjens, R., & Jeukendrup, A. E. (2003). Determinants of Post-Exercise Glycogen Synthesis During Short-Term Recovery. *Sports Medicine*, 33(2), 117-144. doi:10.2165/00007256-200333020-00004
39. Jentjens, R. L., Shaw, C., Birtles, T., Waring, R. H., Harding, L. K., & Jeukendrup, A. E. (2005). Oxidation of combined ingestion of glucose and sucrose during exercise. *Metabolism*, 54(5), 610-618.
40. Jeukendrup, A., Baker, L. (2016). Carbohydrate, sports drinks and performance: Strategies for Olympic sports *Nutrition: from the training to the competition* (Vol. Part 1, pp. 30-36).

41. **Jeukendrup, A. E.** (2004). Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition*, 20(7), 669-677.
42. **Jeukendrup, A. E., & Moseley, L.** (2010). Multiple transportable carbohydrates enhance gastric emptying and fluid delivery. *Scand J Med Sci Sports*, 20(1), 112-121. doi:10.1111/j.1600-0838.2008.00862.x
43. **Kanda, A., Nakayama, K., Sanbongi, C., Nagata, M., Ikegami, S., & Itoh, H.** (2016). Effects of Whey, Caseinate, or Milk Protein Ingestion on Muscle Protein Synthesis after Exercise. *Nutrients*, 8(6). doi:10.3390/nu8060339
44. **Karp, J. R., Johnston, J. D., Tecklenburg, S., Mickleborough, T. D., Fly, Alyce, D., Stager, J. M.** (2006). Chocolate milk as a post-exercise recovery aid. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 16(1), 78-91.
45. **Kato, H., Suzuki, H., Inoue, Y., Suzuki, K., & Kobayashi, H.** (2016). Leucine-Enriched Essential Amino Acids Augment Mixed Protein Synthesis, But Not Collagen Protein Synthesis, in Rat Skeletal Muscle after Downhill Running. *Nutrients*, 8(7). doi:10.3390/nu8070399
46. **Kephart, W. C., Mumford, P. W., McCloskey, A. E., Holland, A. M., Shake, J. J., Mobley, C. B., . . . Roberts, M. D.** (2016). Post-exercise branched chain amino acid supplementation does not affect recovery markers following three consecutive high intensity resistance training bouts compared to carbohydrate supplementation. *J Int Soc Sports Nutr*, 13, 30. doi:10.1186/s12970-016-0142-y
47. **Kerksick, C., Harvey, T., Stout, J., Campbell, B., Wilborn, C., Kreider, R., . . . Antonio, J.** (2008). International Society of Sports Nutrition position stand: nutrient timing. *J Int Soc Sports Nutr*, 5, 17. doi:10.1186/1550-2783-5-17
48. **Kiens, B., & Richter, E. A.** (1996). Types of carbohydrate in an ordinary diet affect insulin action and muscle substrates in humans. *Am J Clin Nutr*, 63(1), 47-53.
49. **Kıvrak, A. O., Uçar, Gürkan.** (2012). Kolostrumun özellikleri ve sporcularda kullanımı. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi*, 14 (2), 138-142.
50. **Kreider, R. B., Earnest, C. P., Lundberg, J., Rasmussen, C., Greenwood, M., Cowan, P., & Almada, A. L.** (2007). Effects of ingesting protein with various forms of carbohydrate following resistance-exercise on substrate availability and markers of anabolism, catabolism, and immunity. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 4, 18-18. doi:10.1186/1550-2783-4-18
51. **Kreider, R. B., Wilborn, C. D., Taylor, L., Campbell, B., Almada, A. L., Collins, R., . . . Antonio, J.** (2010). ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7(1), 7. doi:10.1186/1550-2783-7-7
52. **Luiking, Y. C., Deutz, N. E., Memelink, R. G., Verlaan, S., & Wolfe, R. R.** (2014). Postprandial muscle protein synthesis is higher after a high whey protein, leucine-enriched supplement than after a dairy-like product in healthy older people: a randomized controlled trial. *Nutr J*, 13, 9. doi:10.1186/1475-2891-13-9
53. **MacLean, D. A., Graham, T. E., & Saltin, B.** (1994). Branched-chain amino acids augment ammonia metabolism while attenuating protein breakdown during exercise. *Am J Physiol*, 267(6 Pt 1), E1010-1022.
54. **Miller, W. C.** (2001). Effective diet and exercise treatments for overweight and recommendations for intervention. *Sports Med*, 31(10), 717-724.
55. **Monteyne, A., Martin, A., Jackson, L., Corrigan, N., Stringer, E., Newey, J., . . . James, L. J.** (2016). Whey protein consumption after resistance exercise reduces energy intake at a post-exercise meal. *Eur J Nutr*. doi:10.1007/s00394-016-1344-4
56. **Ormsbee, M. J., Bach, C. W., & Baur, D. A.** (2014). Pre-exercise nutrition: The role of macronutrients, modified starches and supplements on metabolism and endurance performance. *Nutrients*, 6(5), 1782-1808. doi:10.3390/nu6051782
57. **Parkin, J., Carey, M. F., Martin, I., Stojanovska, L., & Febbraio, M. A.** (1997). Muscle glycogen storage following prolonged exercise: effect of timing of ingestion of high glycemic index food. *Med Sci Sports Exerc*, 29(2), 220-224.
58. **Phillips, S. M., & Van Loon, L. J. C.** (2011). Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. *J Sports Sci*, 29(sup1), S29-S38. doi:10.1080/02640414.2011.619204
59. **Pizza, F. X., Flynn, M. G., Duscha, B. D., Holden, J., & Kubitz, E.** (1995). A carbohydrate loading regimen improves high intensity, short duration exercise performance. *International Journal of Sport Nutrition*, 5, 110-110.
60. **Potgieter, S.** (2013). Sport nutrition: A review of the latest guidelines for exercise and sport nutrition from the American College of Sport Nutrition, the International Olympic Committee

- and the International Society for Sports Nutrition. *South African journal of clinical nutrition*, 26(1), 6-16.
61. **Potter, J., Fuller, Belinda.** (2015). The effectiveness of chocolate milk as a post-climbing recovery aid. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 55(12), 1438-1444.
 62. **Pritchett, K., Bishop, P., Pritchett, R., Kovacs, M., Davis, J.K., Casaru, C., Green, M.** (2008). Effects of timing of pre-exercise nutrient intake on glucose responses and intermittent cycling performance. *SAJSM*, 20(3), 86-90
 63. **Rankin, P., Stevenson, E., Cockburn, E.** (2015). The effect of milk on the attenuation of exercise-induced muscle damage in males and females. *Eur J Appl Physiol*, 115(6), 1245-1261. doi:10.1007/s00421-015-3121-0
 64. **Roberts, P. A., Fox, J., Peirce, N., Jones, S. W., Casey, A., & Greenhaff, P. L.** (2016). Creatine ingestion augments dietary carbohydrate mediated muscle glycogen supercompensation during the initial 24 h of recovery following prolonged exhaustive exercise in humans. *Amino Acids*, 48(8), 1831-1842. doi:10.1007/s00726-016-2252-x
 65. **Roberts, S., Desbrow, B., Grant, G., Anoopkumar-Dukie, S., & Leveritt, M.** (2013). Glycemic response to carbohydrate and the effects of exercise and protein. *Nutrition*, 29(6), 881-885. doi:10.1016/j.nut.2012.12.022
 66. **Rodriguez, N. R., Di Marco, N. M., & Langley, S.** (2009). American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc*, 41(3), 709-731. doi:10.1249/MSS.0b013e31890eb86
 67. **Rothman, D. L., Magnusson, I., Katz, L. D., Shulman, R. G., & Shulman, G. I.** (1991). Quantitation of hepatic glycogenolysis and gluconeogenesis in fasting humans with ¹³C NMR. *Science*, 254(5031), 573-576.
 68. **Rowlands, D. S., & Hopkins, W. G.** (2002). Effect of high-fat, high-carbohydrate, and high-protein meals on metabolism and performance during endurance cycling. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 12(3), 318-335.
 69. **Roy, B. D.** (2008). Milk: the new sports drink? A review. *J Int Soc Sports Nutr*, 5, 15. doi:10.1186/1550-2783-5-15
 70. **Rustad, P. I., Sailer, M., Cumming, K. T., Jeppesen, P. B., Kolnes, K. J., Sollie, O., . . . Jensen, J.** (2016). Intake of Protein Plus Carbohydrate during the First Two Hours after Exhaustive Cycling Improves Performance the following Day. *PLoS One*, 11(4), e0153229. doi:10.1371/journal.pone.0153229
 71. **Schabort, E. J., Bosch, A. N., Weltan, S. M., & Noakes, T. D.** (1999). The effect of a preexercise meal on time to fatigue during prolonged cycling exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 31(3), 464-471.
 72. **Sherman, W., Costill, D. L., Fink, W., & Miller, J.** (1981). Effect of exercise-diet manipulation on muscle glycogen and its subsequent utilization during performance. *International journal of sports medicine*, 2(02), 114-118.
 73. **Simopoulos, A. P.** (2007). Omega-3 fatty acids and athletics. *Curr Sports Med Rep*, 6(4), 230-236.
 74. **Slater, G., & Phillips, S. M.** (2011). Nutrition guidelines for strength sports: sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding. *J Sports Sci*, 29(sup1), S67-S77.
 75. **Tarnopolsky, M. A., Gibala, M., Jeukendrup, A. E., & Phillips, S. M.** (2005). Nutritional needs of elite endurance athletes. Part I: Carbohydrate and fluid requirements. *European Journal of Sport Science*, 5(1), 3-14. doi:10.1080/17461390500076741
 76. **Tipton, K. D., Rasmussen, B. B., Miller, S. L., Wolf, S. E., Owens-Stovall, S. K., Petrini, B. E., & Wolfe, R. R.** (2001). Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 281(2), E197-206.
 77. **van Loon, L. J., Saris, W. H., Kruijshoop, M., & Wagenmakers, A. J.** (2000). Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: Carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. *Am J Clin Nutr*, 72(1), 106-111.
 78. **Wilborn, C. D., Taylor, L. W., Outlaw, J., Williams, L., Campbell, B., Foster, C. A., Smith-Ryan, A., Urbina, S., Hayward, S.** (2013). The effects of pre-and post-exercise whey vs. casein protein consumption on body composition and performance measures in collegiate female athletes. *Journal of sports science & medicine*, 12(1), 74.
 79. **Williams, C.** (2007). Carbohydrate as an energy source for sport and exercise A2 - by, Edited. In D. MacLaren (Ed.), *Nutrition and Sport* (pp. 41-71). Edinburgh: Churchill Livingstone.