

AMİNO ASİT SUPLEMANLARININ VÜCUT BİLEŞİMİNE ETKİSİ

Dr. Pelin BİLGİÇ*, Prof. Dr. Gülgün ERSOY**

ÖZET

Bu çalışma, 10 hafta kuvvet antrenmanı yapan, whey proteini tozu kullanan ve kullanmayan bireylerde vücut bileşiminde oluşabilecek değişikliklerin farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmaya, yaşları (23.3±3.4 yıl), beden kütle indeksleri (BKİ=22.09 ±1.8 kg/m²) ve fiziksel aktivite düzeyleri (MET=1.7 mL/kg/dk) benzer, gönüllü 24 erkek birey (13 kişi whey proteini kullanan; protein grubu, 11 kişi kontrol) katılmıştır. Her iki gruba da 10 hafta boyunca kuvvet egzersizi yaptırılmıştır. Protein grubu, günlük diyetine ek olarak; egzersiz yapılan günlerde (3 gün), 70 g/gün, diğer günlerde (4 gün) ise 35 g/gün whey proteini tozu kullanmıştır. Günlük alınan enerji, protein grubunda 2780 ±451 kkal (42.3 kkal/kg) iken, kontrol grubunda 2388 ±271 kkal (35.1 kkal/kg)'dir. Protein/enerji oranları protein grubunda 24.04 ±2.10 g/ kkal ve kontrol grubunda ise 14.05 ±1.47 g/ kkal'dir. Diyetle (protein tozu dahil) alınan protein miktarları; protein grubunda 118.2 ±27.3 g/ gün (2.25 ±0.26 g/kg), kontrol grubunda ise 66.3 ±15.0 g/ gün (1.16 ±0.26 g/kg)'dir. Protein kalitesi de göz önüne alınarak, ayrıntılı hesaplama yapıldığında, alınan gerçek protein değeri, protein grubunda 89.4 ±20.8 g/gün (1.70 ±0.19 g/ kg/ gün) ve kontrol grubunda 50.1 ±12.2 g/güne (0.89 ±0.20 g/kg/ gün) düşmektedir. Kas kütlelerindeki başlangıç ve sonuç değerleri arasındaki farklar incelendiğinde, her iki grupta da artış olduğu görülmüştür. Vücut kas kütlelerinde protein grubunda 2.3±3.6 kg ve kontrol grubunda da 0.8±0.9 kg artış saptanmıştır. Bireylerin üst orta kol kas alanlarında da, başlangıçtaki değerlere göre son ölçümlerde protein

grubunda 8.0 ±5.5 cm², kontrol grubunda ise 0.9 ±2.5 cm² artış oluşmuştur. Her iki grupta da kuvvet egzersizine bağlı kas kütlelerinde artış olmuştur; ancak protein tozu kullanan grupta kas kütlelerinde daha fazla artış gerçekleşmiştir. Bireylerin protein alımları ile üst orta kol kas çevresi (r=0.616) ve kol kas alanları (r=0.620) arasında pozitif yönde bir ilişki (p<0.001) bulunmuştur. Bu sonuçlar; kuvvet egzersizleriyle beraber protein tozu kullanmanın kas kütlelerini artırdığını göstermektedir. Ancak egzersiz yapan bireylerde protein tozu kullanılması düşünüldüğünde; diyetisyen tarafından sporcuların besin tüketimleri, protein/enerji oranı ve protein kalitesi, amino asit skorlaması da göz önüne alınarak, gereksinimleri hesaplanmalıdır. Diyetle yetersiz protein alındığı saptandığında supleman kullanımı önerilebilir. Supleman seçerken, doping testlerinde pozitif sonuç vermeyeceği saptanan, doymuş yağ ve kolesterol içermeyen (yüksek oranda izole) whey proteinleri tercih edilmelidir.

Anahtar Sözcükler: Whey proteini, kas kütleleri, protein kalitesi, kuvvet egzersizi.

Destekleyen Kurumlar: (H.Ü. B. A. B. 30.2.HAC.0.70.00.06/193, Destek Projesi)

ABSTRACT

Effects of Amino Acid Supplements on Body Composition

The purpose of this study is to find out the effects of whey protein powder on body composition. Voluntary 24 males (13 whey protein; protein group, 11 control) were to do resistance exercise for 3 times per week for 10 weeks. Mean age (23.3 ± 3.4 years), body mass mass index (22.09 ±1.8 kg/m²) and physical activity levels (MET=1.7 mL/kg/ min) of the two groups were

* Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Öğretim Görevlisi

** Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Öğretim Üyesi

found similar. In addition to their daily diet, protein group had used 70 g/ day whey protein for 3 days of exercise, 35 g/ day in the other 4 days. Daily mean protein intake of the control and protein groups were 66.3 ± 15.0 g (1.16 ± 0.26 g/ kg body weight) and 118.2 ± 27.3 g (2.25 ± 0.26 g/ kg body weight), respectively. Daily mean energy, protein, protein/ energy ratios of the control and protein groups were 2388 ± 271 kcal (35.1 kcal/ kg), 2780 ± 451 kcal (42.3 kcal/ kg), 66.3 ± 15.0 g (1.16 ± 0.26 g/ kg) and 118.2 ± 27.3 g (2.25 ± 0.26 g/ kg) 14.05 ± 1.47 and 24.04 ± 2.10 respectively. However by the calculation of protein quality, actual daily protein intakes decreased to 50.1 ± 12.2 g/day (0.89 ± 0.20 g/ kg/ day) in control group, and to 89.4 ± 20.8 g (1.70 ± 0.19 g/ kg) in protein group, that is below the recommended intake levels of protein for athletes. Fat free mass (FFM) increased in both of the exercising groups. In protein and control groups the increases in the FFM and mid-upper arm area were 2.3 ± 3.6 kg and 8.0 ± 5.5 cm², and 0.8 ± 0.9 kg and 0.9 ± 2.5 cm² respectively. Statistically significant difference was found between the differences of the initial and the final values in the both groups in fat free mass and mid-upper arm areas. Correlations were found between the protein intake and mid-upper arm in both area ($r=0.620$) and circumference ($r=0.616$) ($p<0.001$). When a supplementation is needed for an athlete, the protein quality, actual protein intake, protein/ energy ratio of the food consumed, must be taken into account and isolated whey protein without fat and cholesterol or without any doping agents could be recommended.

Key Words: Whey protein, muscle mass, strength exercise. protein quality

Supporting Associations: H.Ü. B. A. B. 30.2.HAC.0.70.00.06/193, Support Project

GİRİŞ

Sporcuların performanslarını geliştirmede antrenmanın yanı sıra beslenmeleri de önem taşımaktadır. Harcanan enerji ve artan besin öğeleri gereksinimlerinin yerine konması gereklidir. Gereksinimlerdeki bu artışın; ek olarak vitamin, mineral veya herhangi bir beslenme destek ürünü (suplemanlar) ile karşılanma gereği olup/olmadığı konusunda bilimsel tartışmalar bulunmaktadır. Tartışılan destek ürünlerinden birisi de özellikle vücut kas kütlelerini artırarak, kas gücünü geliştirdiğine inanılan protein ve amino asit suplemanlarıdır (1-3). Sporcunun beslenmesinde özellikle kas çalışması gerektiren kuvvet egzersizlerinde proteinlerin ve proteinleri oluşturan amino asitlerin (a.a) (elzem/elzem olmayan) önemini arttırdığı bilinmektedir. Bu konudaki yayınlar, iskelet kasının, en az sekiz amino asidi mitokondri yoluyla okside ettiğini (alanin, aspargin, aspartat, glutamat, izolöysin, löysin, lizin, valin), ancak egzersiz sırasında dallı zincirli amino asitlerin (BCAA' lar: izölösin, löysin, valin) daha çok okside edildiğini bildirmektedir (4,5).

Protein suplemanları; whey proteinleri, kazcin proteini, soya proteini, yumurta beyazı, glutamin, dallı zincirli a.a vb.'dir. Bu ürünlerin arasında "whey protein"leri (peynir altı suyu), özellikle spor suplemanları olarak çalışmalardaki olumlu etkileriyle dikkat çekicidir (6-11). Whey izolatları; whey'in içerdiği yağ (kolesterol) ve laktozun işlemler sonucu uzaklaştırıldığı, biyoaktif bileşiklerin de daha az bulunduğu ürünlerdir, ağırlığının %90'ı proteindir.

Kas dokusu, protein ile ilişkili olarak birçok metabolik olayı etkilemektedir. Protein sentez düzeyinin artması ile ilişkili kas dokusu hacminde artış olması "hipertrofi" olarak bilinmektedir. Kas gelişmesi, var olan hücrelerdeki kas liflerinin hipertrofisi ile sağlanmaktadır (9,12). Hipertrofik süreçte, hücresel bileşenlerin yani; kastaki kasılmayı sağlayan protein yapısındaki öğelerin (miyosin ve aktin) hacminin artması söz konusudur. Kas hipertrofisi durumunda protein sentezindeki artışın, protein yıkımındaki artışı geçmesi ile dokuda protein birikmektedir (13). Kas sistemi bileşenlerine uygulanan mekanik

stres, mRNA'nın iletimini aktive eden genlerin uyarılmasını sağlayan sinyal proteinlerini tetikle-mekte ve protein yıkımının fazla olduğu durun-da, protein sentezini de uyarmaktadır. Yoğun egzersize bağlı tekrarlayan kas hasarını izleyen protein sentezindeki artış (anabolik etki) sonucu kas gelişimi oluşmaktadır. Kas miyofibrilleri kalınlaşmakta, böylece hacmi artmaktadır. Artan protein sentezi sayesinde ek olarak sarkomerler oluşmakta ve bununla ilişkili olarak da protein yıkımı azalmaktadır. Kas içindeki ATP, P-Cr ve glikojen de belirgin şekilde artmaktadır. Bağ dokusunun hücresel kalınlaşması ve kuvvetlen-mesi, tendon ve ligamentlerin yapısal ve fonksi-yonel bütünlüğünün gelişmesini sağlamaktadır. Kas hipertrofinin oluşumunda nöral faktörler de önemli rol oynamaktadır. Bir kuvvet egzersizi programında toplam 8 haftada kazanılacak olan nöral değişimin %90'ı başlangıcındaki ilk 2 haf-tada oluşmakta, kas gelişimi ise yaklaşık 4 haftada %40 artmakta ve 8 haftada %80'e ulaşmakta-dır (12). Bu şekilde egzersizin anabolik etkisi görülmektedir, ancak kas kütlelerinde net bir kazanç sağlayabilmek, egzersizin yanı sıra prote-in içeren besinlerin de yeterli düzeyde tüketilme-si ile mümkündür (14). Protein sentezinin artması veya yıkım oranının değişmesi sonucu protein dengesi bozulmakta, yetersiz enerji ve protein alımı sonucu vücuttaki proteinler enerji için kul-lanılarak negatif azot dengesi görülmektedir (15).

Amino asitlere ve azota olan fizyolojik gereksi-nim, yiyecek proteinleri ile karşılanmaktadır. Bu nedenle gereksinimler ve günlük tüketim önerile-ri, amino asitler yerine diyet proteini olarak ifade edilmektedir. Diyet proteininin ölçümü, protein olarak değil, azot olarak yapılmaktadır. Örneğin; 1 gram azot, 6.25 gram proteine denk gelmekte ve bu da proteinin ağırlığının %16'sını oluşturmaktadır. Tüketilen protein karışımının vücudun a.a. gereksinimlerini karşılayabilmesi "protein kalitesi" olarak ifade edilen ve tüketilen proteinin sindirilebilirliği, amino asit örüntüsü ve elverişli-liği gibi özelliklere bağlıdır (16).

Kuvvet egzersizine karşı akut cevap oluşmasında protein suplemantasyonunun olumlu etkisi oldu-ğu birçok çalışma ile desteklenmektedir (3,14,17,18). Proteinin önerilen günlük alım

düzeyi (RDA), 0.8 g/ kg vücut ağırlığıdır (13). Sporcular için önerilen günlük protein gereksini-mi ise 1.2-1.8 g/ kg vücut ağırlığı (2 g/ kg'a kadar önerilmekte) olmasına rağmen; sporcular günde 3 g/ kg vücut ağırlığına kadar protein tüketebilmektedir (19).

Bu araştırma, egzersizin yanı sıra günlük diyete ek olarak alınan amino asit suplemanlarının gereksinimi karşılama durumu ve vücut bileşimi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır.

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ ve ARAÇLARI

Çalışmaya toplam 64 birey katılmış, 29 kişi çalışma şartlarına uyum sağlayamadığı için çalış-ma dışı bırakılmıştır, 11 kişi de kendi istekleri ile çalışmadan ayrılmıştır. Çalışmaya başlayarak uygun şekilde tamamlayabilenlerin sayısı 24 (%37.5) kişidir. Çalışma kriterlerini sağlayan (18-35 yaş arası, son 6 aydır vücut geliştirmeye yönelik ağırlık antrenmanı yapmamış olan, akut ya da kronik bir hastalığı olmayan, son 1 aydır herhangi bir ilaç, anabolik androjenik steroid ve/ veya besin destek ürünü kullanmayan, BKİ nor-mal aralıkta olan) protein tozu kullanmayı kabul eden erkek gönüllü bireyler "protein grubu (n=13)", supleman kullanımını kabul etmeyenler ise "kontrol grubu (n=11)" olarak sınıflandırıl-mıştır. Her iki grup da (protein ve kontrol) 10 hafta kuvvet egzersizi yapmışlardır. Egzersiz programı, spor eğitim uzmanı tarafından yapılmıştır. Katılımcıların yaşları ile vücut kütle indeksleri eşleştirilmiştir.

Protein tozu olarak izole whey proteini tozu (sin-dirilebilirlik oranı %98) kullanılmıştır. Bu çalış-mada kullanılan whey proteininin 1 ölçeği; 23.8 g protein ve 98 kkal içermektedir. Bireylerin pro-tein alımlarının hesaplanması için, supleman dozları ve amino asit içerikleri ile ilgili bilimsel araştırmalara göre yapılan hesaplamalar doğrul-tusunda, firmanın önerdiği dozlar da (2-4 ölçek) göz önüne alınarak, 1.5 ölçek (35 g) sabah, 1.5 ölçek (35 g) egzersiz sonrasında olmak üzere toplam 3 ölçek kullanılmıştır. Protein tozu kulla-nan bireyler protein tozunu (35 gx2kez), egzersiz yaptıkları gün, egzersizden 2 saat önce ve egzer-

siz sonrasında, 300 mL yarım yağlı süte karıştırarak tüketmişlerdir. Egzersiz yapmadıkları günlerde ise sabahları 300 mL süte 35 g protein tozu katarak tüketmişlerdir. Protein kalitesi hesaplamasına yönelik olarak, bireylerin tükettikleri besinlere özgü Excel Programı hazırlanarak aşağıdaki formüller kullanılmıştır:

Gerçek protein değeri= Diyetin protein miktarı x a.a skoru x sindirilebilirlik

Düzeltilmiş protein gereksinmesi = Protein gereksinmesi x 100/a.a skor x 100/ sindirilebilirlik

Çalışmaya katılan bireylerin BIA (Biyoelektrik Empedans Analizi) ölçümleri Tanita BC 418 marka BIA cihazı ile, 9 bölge (triseps, biseps, suprailliak, subskapula, abdomen, midaksiller, göğüs, baldır, uyluk) deri kıvrım kalınlıkları "Holtain" marka kaliperle, çevre ölçümleri (bel, kalça, abdomen, el bilek, boyun, üst orta kol çevresi, vb) esnemeyen mezura ile araştırmacı tarafından, yöntemlerine uygun olarak alınmıştır (20). Üst orta kol kas çevresi ve alanı hesaplamaları, üst orta kol çevresi ve triseps deri kıvrım kalınlığını içeren formüller ile hesaplanmıştır (21).

Çalışmaya katılan tüm bireylerin kişisel bilgileri anket ile alınmış, fiziksel aktiviteleri Armband cihazı ve InnerView Professional 6.1 programı ile değerlendirilmiştir.

Araştırma boyunca tüm bireylerin besin tüketim kayıtları alınmıştır. Rastgele seçilen bir haftada bireylerin 4 günlük besin tüketimleri kayıtlarına göre (1 günü hafta sonu olacak şekilde 4 gün), enerji ve besin öğeleri bileşimi BEBİS 6.1 programı ile hesaplanmıştır.

Elde edilen tüm veriler SPSS-15 programına aktarılarak istatistiksel testler yapılmıştır. Karşılaştırmalarda verilerin farklılıkları dağılım yaygınlıklarına göre değerlendirilerek normal dağılımı olanların aritmetik ortalaması ve standart sapması gösterilmiştir. Elde edilen veriler arasındaki ilişkiler Spearman testi uygulanarak değerlendirilmiştir. Başlangıç ve sonuç değerleri

arasındaki farklar da "etki büyüklüğü" hakkında bir fikir vermesi amacıyla en az ve en çok değerler verilerek anlamlı bir karşılaştırma yapma olanağı sağlanmıştır. Gruplar arasındaki farklar için Mann-Whitney-U testi, grup içi farklılıklar için Wilcoxin testi yapılmıştır. Arada bulunan farklılıklar $p=0.001$ (%99) ve $p=0.05$ (%95) güvenilirlik düzeyi ile saptanmıştır. GATA Etik Kurul Komisyonu'ndan etik kurul raporu alınmış, whey proteini olarak Hardline (Kavi Gıda) firmasının ürünleri (%98 Whey Bipro) kullanılmıştır.

BULGULAR

Çalışmaya katılan bireylerin yaş ortalaması 23.3 (± 3.49) (kontrol grubu 23.0 ± 4.1 yıl, protein grubu 23.6 ± 3.0 yıl) yıldır ($p=0.608$, $p>0.05$). Bireylerin BKİ değerleri benzerdir; kontrol grubunun 22.3 kg/m² (± 2.1), protein grubunun 21.8 (± 1.5) kg/m²'dir ($p=0.733$, $p>0.05$). Bireylerin fiziksel aktivite düzeyleri de benzer olup ($p>0.05$), MET (Metabolik Eşdeğer) değerleri ortalamaları her iki grupta da 1.7 mL/kg/dk'dır. Hafif aktivite aralığı olan 1.6- 3.9 mL/ kg/ dk değerleri arasındadır. Bireylerin ortalama adım sayıları ve enerji harcamaları değerleri de; protein grubunda 9962 ± 3972 adım ve 2319 ± 605 kkal iken, kontrol grubunda 10610 adım ve 2504 ± 500 kkal ve benzer olup gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 1'de gruplara göre bireylerin 24 saatte (diyet ve diyet + protein tozu ile) tükettikleri enerji, protein, karbonhidrat ve yağ miktarlarının toplam ve vücut ağırlıkları başına düşen ortalamaları verilmiştir.

Protein grubu günde 118.2 ± 27.3 g/gün protein tüketirken, kontrol grubu günde 66.3 ± 15.0 g/gün protein tüketmekte; vücut ağırlığı başına tüketilen protein miktarı ise; protein grubunda 2.25 ± 0.26 g/kg iken, kontrol grubunda 1.16 ± 0.26 g/kg'dır. Grupların protein tüketimleri arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0.05$).

Protein kalitesi hesaplaması yapıldığında alınan gerçek protein değeri protein grubunda 89.4 ± 20.8 g, kontrol grubunda 66.3 ± 15.0 g, olarak

Tablo 1. Bireylerin günlük enerji ve makro besin ögesi tüketim miktarları (X±S).

Makro besin ögesi	Protein (n=10)	Kontrol (n= 8)
Enerji (kcal/gün)	^a 2780.55 ±451.91	^a 2388.10 ±271.89
Enerji (kcal/ kg vücut ağırlığı)	^{aa} 42.3 ±8.0	^{aa} 35.1 ±7.8
Karbonhidrat (%)	^b 54.52 ±4.70	^b 57.71 ±5.35
Karbonhidrat (g/gün)	^{bb} 340.8 ± 79.6	^{bb} 337.9 ± 81.9
Karbonhidrat (g/kg vücut ağırlığı)	^{bbb} 5.1 ±1.0	^{bbb} 4.9 ±1.3
Protein (%)	^c 16.37 ±1.61	^c 14.90 ±2.10
Protein (g/gün)	* 118.20 ±27.39	* 66.31 ±15.04
Protein (g/ kg vücut ağırlığı)	** 2.25 ±0.26	** 1.16 ±0.26
Gerçek protein (g/gün)	*** 89.43 ±20.82	*** 50.12 ±12.22
Gerçek protein (g/kg vücut ağırlığı)	**** 1.70 ±0.19	**** 0.89 ±0.20
Protein/ enerji oranı (g/kcal)	^{ca} 24.04±2.10	^{ca} 14.05±1.47
Yağ (%)	^d 29.05 ±4.85	^d 27.15 ±5.17
Yağ (g/gün)	^{dd} 83.4 ± 22.2	^{dd} 71.2 ±13.5
Yağ (g/ kg vücut ağırlığı)	^{ddd} 1.2 ±0.3	^{ddd} 1.0 ±0.2

^{a,aa,b,c,cc,ccc,ca,ddd} : gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır p<0.05.

^{*,**,***,****} : p<0.001 (p= 0.000) gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır

bulunmuştur. Bireylerin bir günde vücut ağırlıkları başına tükettikleri hesaplanan gerçek protein değerleri; protein grubunda 1.70 ±0.19 g/kg, kontrol grubunda da 0.89 ±0.20 g/kg'dir.

Bireylerin protein/ enerji oranları kontrol grubunda 14.05 ±1.47 g/kcal iken, protein grubunda 24.04 ±2.10 g/kcal'dir. İki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05).

Bireylerin kas kütlesi (FFM: Fat Free Mass) ve vücut yağ yüzdelerinin saptanmasında yapılan BIA (Tanita) ölçümü sonucundaki değerleri Tablo 2' de verilmiştir.

Bireylerin kas kütleleri ortalaması protein grubunda başlangıçta 57.9±5.3 kg iken, çalışmanın sonucunda 60.3±6.3 kg, kontrol grubunda başlangıçta 58.6±4.4 kg iken çalışmanın sonucunda 59.4±4.2 kg olmuştur. Başlangıç değerlerine göre 10 haftalık kuvvet egzersizi ve protein tozu kullanmaları sonucunda protein grubunda kas kütle-

lerinde ortalama 2.3 kg ±3.6 artış olurken, kontrol grubunda 0.8 kg ±0.9 kg artış olmuştur. Gruplar arasındaki başlangıç ve sonuç değerleri arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.001, p=0.000).

Bireylerin vücut yağ yüzdeleri; çalışmanın başlangıcında protein grubunda %13.4 ±3.1, kontrol grubunda %13.3 (%9.4 - 20.7), iken araştırma sonunda, protein grubunda %11.6 ±4.6, kontrol grubunda %13.0 ±5.1 olarak saptanmıştır. On haftalık çalışmanın sonunda vücut yağ yüzdeleri başlangıç değerlerine göre protein grubunda %1.8 ±3.6 azalırken, kontrol grubunda %0.2 ±2.2 azalmıştır. Gruplar arasında fark görülmesine rağmen, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (p>0.05, p=0.136).

Bireylerin üst orta kol kas (ÜOKK) çevresi ve ÜOKK alanlarının ortalamaları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. Bireylerin BIA (Tanita) ile vücut bileşimi verilerinin ortalamaları ($\pm S$).

Vücut bileşimi ölçümleri	Grup	İlk ölçümler	Son ölçümler	Fark
Kas Kütlesi FFM (kg)	Protein (n=13)	57.9 \pm 5.3	60.3 \pm 6.3	^a 2.3 \pm 1.0
	Kontrol (n=11)	58.6 \pm 4.4,	59.4 \pm 4.2	^a 0.8 \pm 0.8
Vücut Yağ %	Protein (n=13)	13.4 \pm 3.1	11.6 \pm 4.6	^b -1.8 \pm 1.5
	Kontrol (n=11)	13.3 (9.4 - 20.7),	13.0 \pm 5.1	^b -0.2 \pm 2.4

^a: $p < 0.001$ ($p = 0.000$) ^b: $p > 0.05$ ($p = 0.136$)
Parantez içindeki değerler, en az ve en çok değerlerdir.

Tablo 3. Bireylerin üst orta kol (ÜOK) kas çevresi ve ÜOK kas alanlarının ortalamaları ($X \pm S$).

Vücut bileşimi ölçümleri	İlk ölçümler	Son ölçümler	Fark
ÜOKK çevresi (cm) Protein (n=13)	24.2 \pm 2.3	26.2 \pm 2.6	*1.9 \pm 1.3
Kontrol (n=10)	25.4 \pm 1.4	25.5 \pm 1.3	*0.2 \pm 0.6
ÜOKK alanı (cm ²) Protein (n=13)	37.3 \pm 9.3	45.3 \pm 11.5	**8.0 \pm 5.5
Kontrol (n=10)	41.8 \pm 5.9	41.9 \pm 5.3	**0.9 \pm 2.5

*,** : $p < 0.05$.

Bireylerin üst orta kol kas çevresinde, başlangıçtaki değerlere göre son ölçümlerde protein grubunda 1.9 ± 1.3 cm ve kontrol grubunda 0.2 ± 0.6 cm'lik bir artış vardır. Artışlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.001$, $p = 0.000$).

lar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

Kol kas çevresi ($r = 0.616$) ve kol kas alanları ile protein alımları ($r = 0.620$) arasında 0.001 düzeyinde pozitif ve kuvvetli bir ilişki saptanmıştır.

devam edebilmeleri olmuştur. Bu tür benzer çalışmalarda da bu sorun görülmüştür. Frestedt ve diğerlerinin (22) çalışmasında; yaşları 25-50 yıl, arasındaki 158 birey çalışmaya alınmış, çalışmaya yeterli zamanı ayıramama, verilen suplemanı tüketmeme, çalışma prosedürüne uymama gibi çeşitli nedenlerle 47 birey çalışmadan ayrılmıştır. Candow ve diğerlerinin (23) çalışmasında da 12 hafta kuvvet egzersizi yaptırılan ve protein suplemanı kullanan 38 birey çalışmaya başlamış, ancak 29'u tamamlayabilmiştir.

Çalışmaya katılma kriterlerinden olan yaş ve BKİ'nin benzer olması egzersizlere başlamadan önceki gruplar arasındaki farklılıkları yok etmek açısından önem taşımaktadır. Bireylerin BKİ değerleri de benzerdir. Egzersize karşı oluşan cevaplarda, kas gelişiminde ve protein metabolizmasında yaş, boy ve vücut ağırlığı özelliklerinin benzer olmasına bağlı olarak, elde edilen sonuçların bu değerlerden etkilenmediği düşünülmektedir. Fiziksel aktivite düzeyleri de kas gelişim durumlarını doğrudan etkileyeceği için, yapılan antrenmanların dışında bireylerin günlük fiziksel aktiviteleri de ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bireylerin günlük aktivite düzeylerinin hafif derecede olduğu, çalışma boyunca bireylerin çalışmada uygulanan kuvvet egzersizleri dışında, hiçbir egzersiz ve günlük aktivite düzeylerini etkileyecek herhangi bir fiziksel aktivite yapmadığı saptanmıştır. Böylece araştırma sonuçlarının da kuvvet egzersizleri dışında herhangi bir fiziksel aktiviteden etkilenmediği düşünülmektedir. Mazetti ve diğerlerinin (24) çalışmasında; 18-35 yaş arasındaki bireyler üzerinde, kuvvet antrenmanının kas gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Kas kütlelerinde artışın yanı sıra, vücut yağ kütlelerinde de artış saptanmıştır. Vücut yağındaki bu artışın, 12 hafta süresince bireylerin aerobik egzersizden kaçınmaları ve besin tüketimlerinin artmış olabileceği gibi nedenlerden kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır.

Fiziksel aktivite düzeyi, vücut bileşimini de doğrudan etkilediği için günlük aktivitesi düşük olan bireylerin vücut yağ yüzdelerinde de artış olmaktadır. Tamamen sedanter olan bireylerde ise, kas kütlelerinde kayıp (kaslarda atrofi) görülebilmektedir. Bu nedenle, fiziksel aktivite düzeylerinin

belirlenmesi ve benzer olması çalışmanın sonuçlarının günlük aktivite düzeylerinden etkilenmesi yönünden önem taşımaktadır.

Kas gelişimleri incelendiğinde bu çalışmada, bu konudaki protein tüketimi ile vücut ağırlığı ve kas kütlelerinde artış ile ilgili çalışmalara benzer olarak; doğal beslenmeye ek protein tozu tüketen bireylerde hem vücut ağırlığında, hem de kas kütlelerinde artış görülmüştür. Bireylerin kas kütleleri (FFM) ağırlıklarının ortalama değerleri, protein grubunda başlangıçta 57.9 ± 5.3 kg iken, çalışmanın sonucunda 60.3 ± 6.3 kg, kontrol grubunda başlangıçta 58.6 ± 4.4 kg iken, çalışmanın sonucunda 59.4 ± 4.2 kg, olmuştur. Kas kütlelerinin başlangıç ve sonuç değerleri arasındaki fark; protein grubunda 2.3 ± 3.6 kg, kontrol grubunda 0.8 ± 0.9 kg'dır. Gruplar arasındaki başlangıç ve sonuç değerleri arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlıdır $p < 0.001$ ($p = 0.000$). Her iki grupta da kas kütlelerinde artış olduğu görülmektedir, bu artış kuvvet egzersizine bağlı olarak beklenen bir durumdur. Ancak protein tozu kullanan gruptaki kas kütlelerindeki artış kontrol grubundan farklı ve daha fazladır ($p < 0.05$).

Kerksick ve diğerlerinin (25) yapmış oldukları, 12 haftalık programa alınan, günde 60 g kazein ve whey proteinleri tüketilen çalışmada; FFM'de belirgin artış saptanmış, yağ kütleleri, yağ % ve kemik kütlelerinde artış olmamıştır, kas kütleleri ortalamaları, başlangıçta protein grubunda 59.6 ± 14.1 kg'dan 62.2 ± 14.6 kg'a çıkmış, kontrol grubunda ise 59.2 ± 13.5 kg'dan 60 ± 13.5 kg'a çıkmıştır. Benzer bir çalışmada (24); kuvvet antrenmanlarını içeren birçok çalışmadaki "FFM değişiklikleri"nin, "kas lifi hipertrofisi"nin göstergesi olarak kullanıldığı belirtilmektedir. Chromiak ve diğerlerinin (26) yaptığı çift kör kontrollü bir çalışmada; 10 haftalık kuvvet egzersizi uygulanan grupta protein tozu kullananlarda FFM'de 3.5 kg kullanmayan grupta 1.5 kg artış olduğu saptanmış, istatistiksel olarak gruplar arasında fark bulunmamıştır, ancak etki büyüklüğü incelendiğinde protein tozu kullananlardaki artışın daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Sporcu olmayan, yaşları 18-25 yıl arasında, 19 erkek bireyin 10 hafta kuvvet egzersizi yaptıkları bir başka benzer çalışmada; egzersiz sonrasında bir

grup süt, diğer grup da karbonhidratlı bir içecek içmiş ve aradaki farklar değerlendirilmiştir. Her iki grupta da kas kütlelerinde artış gerçekleşmiştir (27). Süt grubunda 1.6 ± 0.4 kg artış olurken, karbonhidrat grubunda daha az (0.8 ± 0.5 kg) artış olmuştur. Görüldüğü gibi protein alan gruplarda kas kütlelerinde daha fazla artış olmaktadır, bu çalışmada da benzer şekilde whey proteini tozu alan grupta FFM'de daha fazla artış olmuştur.

Bu çalışmada birçok çevre ölçümleri de alınmıştır, ancak 10 haftalık egzersiz öncesi ve sonrasındaki değerler karşılaştırıldığında, bu ölçümlerin bazılarının artmış, bazılarının azalmış olması, değişikliğin nereden kaynaklandığının anlaşılabilmesi, bu konuda yorum yapmayı zorlaştırmaktadır. Egzersiz yapıldığında eğer kas kütlelerinde ve vücut suyunda artış oluştuyorsa ölçüm bölgesinde çevresel bir büyümeye sebep olacaktır, ancak aynı bölgede, aynı zamanda vücut yağında da azalma oluyorsa, çevre uzunluğu ölçümü değişmemiş gibi görülebilecektir. Bu nedenle çevre ölçümleri, karşılaştırmalı yorumlanamamıştır. Ancak çeşitli formüllerde kullanılabileceği düşünüldüğünden birçok bölgeden ölçüm yapılmış ve değerler ayrıntılı olarak kaydedilmiştir. Örneğin, çevresel ölçümlerin kullanıldığı formüllerden bazıları, kas çevresi ve alanını saptamaya yönelik olan formüllerdir. Böylece kas kütlelerinde artış ve kas gelişmesinin hacimsel göstergesi olan "üst orta kol kas çevresi" ve "üst orta kol kas alanı" da hesaplanmış ve protein grubunda daha fazla artış olduğu saptanmıştır.

Bu çalışmada, bireylerin üst orta kol kas çevresinde, başlangıçtaki değerlere göre son ölçümler arasında protein grubunda ise 1.9 ± 1.3 cm ve kontrol grubunda ise 0.2 ± 0.6 cm fark bulunmuştur $p < 0.001$ ($p = 0.000$). Bireylerin üst orta kol kas alanında da, başlangıçtaki değerlere göre son ölçümler arasında kontrol grubunda 0.9 ± 2.5 cm², protein grubunda 8.0 ± 5.5 cm² fark oluşmuştur. Görüldüğü gibi her iki grupta da egzersize bağlı ÜOKK çevresi ve ÜOKK alanlarında da artış olmuştur, ancak protein tozu alan grupta daha fazla artış saptanmıştır. Diyetle protein alımları ile üst orta kol kas çevresi ($r = 0.616$) ve kol kas alanları ($r = 0.620$) arasında 0.001 düzeyinde pozitif ve kuvvetli bir ilişki saptanmıştır. Protein

alımları arttıkça kol kas çevresi ve kol kas alanlarında artış olduğu görülmektedir.

Rankin ve diğerlerinin (27) çalışmasında, egzersiz sonrası, bir grup süt, diğer grup da karbonhidratlı bir içecek tüketmiş, her iki grupta da kas kütlelerinde artışın yanı sıra vücut yağlarında da azalma olmuştur. Kerksick ve diğerlerinin (25) yapmış oldukları çalışmada, 12 haftalık programa alınan günde 60 g kazein ve whey proteinleri verilen gruplarda vücut ağırlığı ve FFM'de belirgin artış saptanırken, yağ kütleleri ve yağ yüzdesinde artış olmamıştır. Bu çalışmada ise; her iki grupta da vücut yağ yüzdelerinde azalma olmuştur. Her iki grupta da vücut yağ yüzdelerinde azalma oluşu, beklenen bir sonuçtur. BIA sonucundaki farklar da bu çalışmada, vücut yağ kütlelerinde azalış yönünde ve benzer sonucun saptandığını destekler niteliktedir. Vücut yağ yüzdesinde kontrol grubunda 0.2 ± 2.2 ' lik bir düşüş olurken, protein grubunda daha fazla (1.8 ± 3.6 ' lik) düşüş olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Ancak gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Enerji alımları incelendiğinde; bu çalışmada; günlük alınan enerji kontrol grubunda 35.1 ± 7.8 kkal/kg vücut ağırlığı iken, protein grubunda 42.3 ± 8.0 kkal/kg vücut ağırlığıdır. Kerksick ve diğerlerinin (25) yapmış olduğu çalışmada, 12 haftalık kuvvet egzersizi ile günde 60 g kazein ve whey proteinleri verilen, çift-kör, randomize benzer bir çalışmada; protein kreatin + kolostrum grubunda 39.2 ± 9.9 kkal/kg/gün enerji alınırken, kontrol grubunda 38.9 ± 14.4 kkal/kg/gün enerji alındığı saptanmıştır. Protein suplementasyonu sonucu kas gelişiminde belirgin artışın olduğu başka bir çalışmada; ağırlık antrenmanı yapan bireyler; 29.2- 39.8 kkal/ kg enerji almışlardır (28). Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında bu çalışmadaki bireylerin de benzer düzeyde enerji aldıkları görülmektedir.

Yeterli enerjinin alınmadığı durumda, kas yapımı için gerekli olan protein, enerji için kullanılabileceğinden, diyetle alınan protein yetersiz kalabilecek ve kas gelişimi etkin olamayacaktır. Bu nedenle sadece enerji alımı ya da sadece protein alımının değerlendirilmesi yeterli olmadığı için

“protein/ enerji oranı”nın da değerlendirilmesi gereklidir.

Fiziksel aktivite düzeyi hafif ve orta olan, 18-25 yaş arasında erkekler için protein/enerji oranı referans değeri 8.3- 9.7 g/kkal aralığındadır (29). Bu çalışmadaki protein/ enerji oranları incelendiğinde, protein/enerji oranları kontrol grubunda 14.05 ± 1.47 g/ kkal iken, protein grubunda 24.04 ± 2.10 g/kkal'dir. İki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$). Her iki grup da hafif ve orta aktiviteli bireylere göre referans değerinin üzerindedir. Bu durumda enerjinin proteinden sağlanan miktarının enerji için kullanılmadığı, doku yapımı ve onarımı için yeterli düzeyde kullanılabilirliği düşünülmektedir. Bu çalışmaya benzer çalışmalar incelendiğinde protein/ enerji oranlarının incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak Hoffman ve diğerlerinin (5) kuvvet sporcuları üzerinde yaptıkları çalışmada, sporcular için önerilen günlük enerji alımı en az 44- 50 kkal/kg iken, bireylerin, önerilenden daha düşük 33.0 ± 5.5 kkal/kg enerji aldıkları belirlenmiştir. Enerji yetersiz olduğunda kas kütlelerinde artış olma olasılığının engellenmekte olduğu, protein dışında toplam alınan enerjinin de kontrol edilmesi gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Günlük enerji gereksinimini sağlamak için en önemli koşul, yeterince karbonhidrat tüketmektir. Bu çalışmada, protein grubu günde 340.8 ± 79.6 g, kontrol grubu ise 337.9 ± 81.9 g karbonhidrat almışlardır. Vücut ağırlıkları başına aldıkları karbonhidrat miktarları da protein grubunda 5.1 ± 1.0 g/kg ve kontrol grubunda 4.9 ± 1.3 g/kg'dır. Tarnopolsky derleme yazısında; kas gelişimi, ağır antrenmanlar sonrasında toparlanma için glikojen depolarının yeterli olması ve bunun için de günde kadınlarda > 7 g/ kg/ gün, erkeklerde ise > 8 g/ kg/ gün karbonhidrat alınması gerektiğini belirtmiştir (30). Kasta büyüme ve kuvvet gelişiminin olabilmesi için en etkili yolun; uygun bir kuvvet egzersizi programı, yeterli enerji, karbonhidrat ve protein alımı olduğunu belirtilmiştir. Tarnopolsky'nin (30) önerilerine göre bu çalışmadaki değerler düşük gibi görünse de diğer çalışmalara göre benzerlik göstermektedir. Antonio ve diğerlerinin (31) yaptığı çalışmada;

karbonhidrat alımı kolostrum grubunda 339 ± 143 g/gün iken, whey grubunda 333 ± 128 g/gün bulunmuştur. Kerksick ve diğerlerinin (25) yapmış olduğu çalışmada, 3'ü hafta içi 1'i hafta sonu olmak üzere 4 günlük besin tüketim kayıtları ile protein grubunda 4.3 ± 1.0 g/ kg / gün, kontrol grubunda ise, 4.5 ± 1.6 g/kg/ gün karbonhidrat tükettikleri bulunmuştur. Kerksick ve diğerlerinin (28) protein suplemantasyonu ile kas üzerinde belirgin artış elde ettikleri çalışmada, ağırlık antrenmanı yapan çalışmaya katılan bireyler; 3.2 ile 4.9 g/ kg karbonhidrat almışlardır. Bu çalışmada ise, besinlerle tüketilen karbonhidrat miktarı da diğer çalışmalarla ile benzer düzeydedir.

Protein alımları incelendiğinde; kuvvet egzersizine karşı akut cevap oluşmasında protein suplemantasyonunun olumlu etkisi olduğu birçok çalışma ile desteklenmektedir. Pozitif protein dengesinin elde edilmesinde egzersiz ve beslenme, sinerjik etki göstermektedir (3,14,32,33). Ancak protein kalitesi değerlendirildiğinde, diyetle alınan gerçek protein değerlerinin referans değerlerin çok daha altında kalabildiği görülmektedir. Bu nedenle diyetten sağlanan protein ve amino asitlerin de ayrıntılı olarak incelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, protein grubu günde 118.2 ± 27.3 g/gün protein tüketirken, kontrol grubu günde 66.3 ± 15.0 g/gün protein tüketmekte; vücut ağırlığı başına tüketilen protein miktarı ise; protein grubunda 2.25 ± 0.26 g/kg iken, kontrol grubunda 1.16 ± 0.26 g/kg'dır. Grupların protein tüketimleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Protein kalitesi ve sindirilebilirlikleri de göz önüne alınarak hesaplama yapıldığında bireylerin tükettikleri protein miktarından daha düşük değerler elde edilmektedir. Protein kalitesi hesaplamasına göre, bir günde vücut ağırlıkları başına tükettikleri hesaplanan gerçek protein değerleri; protein grubunda (protein tozları dahil) 1.70 ± 0.19 g/kg, kontrol grubunda da 0.89 ± 0.20 g/kg olarak bulunmuştur. Protein kalitesi göz önüne alınarak protein suplemantasyonu ve egzersiz uygulanan çalışmaya rastlanmamıştır, bu nedenle bu çalışmanın verileri önemlidir.

Kerksick ve diğerlerinin (25) yapmış olduğu çalışmada, protein alımları protein grubunda 2.3

± 0.9 g/kg/gün, kontrol grubunda 2.2 ± 0.9 g/kg/gün olarak bulunmuştur. Bu çalışmada da protein grubundaki bireyler benzer düzeyde protein suplemanı almıştır. Kerksick ve diğerlerinin (28) protein suplemantasyonu ile kas üzerinde belirgin olumlu sonuçlar elde ettikleri bir başka çalışmalarında; ağırlık antrenmanı yapan bireyler; $1.4-2.5$ g/kg protein tüketmişlerdir. Antonio ve diğerlerinin (31) yaptığı çalışmada; protein alımları sırasıyla kolostrum ve whey gruplarında 123 ± 46 g/gün ve 120 ± 60 g/gün bulunmuştur. Bu çalışmada da protein tozu alan grup günde 118.2 ± 27.3 g/gün protein olarak Antonio ve diğerlerinin çalışması ile benzerlik göstermektedir.

Hoffman ve diğerlerinin (5) yaptığı, protein alımının kuvvet ve vücut bileşimi üzerine etkisinin incelendiği 12 haftalık egzersiz programlı bir çalışmada, sporcular, $1.0-1.4$ g/kg vücut ağırlığı (n=8), $1.6-1.8$ g/kg (n=7), 2.0 g/kg ve üzerinde (n=8) protein tozu kullanmışlardır. Bu çalışmada da protein ve kontrol grupları Hoffman ve diğerlerinin (5) yaptığı çalışmayla benzer düzeyde protein (2.25 ± 0.26 g/kg ve 1.16 ± 0.26 g/kg) almışlardır.

Eliot ve diğerlerinin çift-kör çalışmasında; normal diyetle ek olarak; plasebo (0.94 ± 0.5 g/kg protein), 5 g kreatin (0.92 ± 0.5 g/kg protein), 35 g whey (1.04 ± 0.5 g/kg protein), whey+kreatin (1.25 ± 1 g/kg protein) kullanmışlardır (34). Cribb ve diğerleri (35), kreatin içeren karbonhidrat ve proteinli supleman ile kuvvet egzersizinin kas kuvveti, vücut bileşimi ve liflerde hipertrofi durumu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çift kör randomize çalışmada bireyler protein (n=10), protein + karbonhidrat (n=11) ve protein + karbonhidrat + kreatin (n=10) olarak 3 gruba ayrılmıştır. Protein suplemanı alanlara günlük diyetlerine ek olarak vücut ağırlıkları başına 1.5 g protein/kg/gün supleman verilmiştir. Karbonhidrat +protein alan grupta supleman içeriği %50 protein, %50 karbonhidrat olup, 52 g protein almıştır. Kreatin grubundakiler; 48 g protein, sadece protein grubundakiler ise; 103 g protein almıştır. Bu çalışmada da Eliot ve diğerlerinin çalışmasına benzer düzeyde supleman (her gün 35 g, egzersiz yapılan gün 70 g whey proteini) kullanılmış,

diğer göre ise biraz daha az düzeyde protein tozu alınmıştır. Ancak bu düzeyde alınan protein tozunun, bu çalışmada egzersiz yapan, ama protein tozu almayan bireylere göre kas kütlelerinde daha fazla artış ve fark yarattığı saptanmıştır. Böylece bu çalışmada kullanılan protein suplemanı dozunun yeterli olduğu düşünülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada 10 hafta süreyle kuvvet egzersizi yapan bireylerde günlük diyetle eklenen protein tozunun kas kütlelerinde daha fazla artışa neden olduğu görülmüştür. Sporcularda protein tozu kullanılması düşünüldüğünde; diyetisyen tarafından besin tüketimleri de göz önüne alınarak, sporcuların gereksinimleri saptanmalıdır. Egzersiz yapanların yeterli düzeyde proteinin yanı sıra yeterli enerji almaları da önemlidir. Bu nedenle protein / enerji oranları da hesaplanmalıdır. Yüksek düzeyde protein gereksinimini karşılayacak kadar diyetle protein alındığında proteinden zengin besinlerin kolesterol içeriklerinin de yüksek olduğu unutulmamalıdır. Protein için önerilen günlük alım düzeyleri yetişkinlerde 0.8 g/kg vücut ağırlığı ve spor yapanlarda $1.2-1.7$ g/kg vücut ağırlığı arasındadır. Kuvvet egzersizi ve yoğun antrenman yapan sporcularda günlük protein gereksinimi 1.7 g/kg vücut ağırlığının üzerine çıkmakta, günde 2.5 g/kg vücut ağırlığını bulmaktadır. Protein kalitesi hesaplandığı zaman sadece diyetle alınan protein miktarının gereksinimleri karşılayamadığı, alınan proteinin yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu nedenle kuvvet egzersizi yapan bireylerde günlük diyetle ek olarak protein tozlarının kullanılmasının önerilebileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada, whey proteini tozlarının kullanımı uygulamalı olarak gözlenmiştir. Kuvvet egzersizi yapan bireylerde (doping testlerinde pozitif sonuç vermeyeceği saptanan), doymuş yağ ve kolesterol içermeyen (yüksek oranda izole edilmiş olan) whey proteinlerinin tercih edilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Williams M. Dietary supplements and sports performance: amino acids. *J Int Soc Sports Nutr* 2005;2:63-67.
2. Hespel P, Maughan RJ, Greenhaff PL. Dietary supplements for football. *J Sports Sci* 2006;24(7):749-761.
3. Tipton KD, Wolfe RR. Protein and amino acids for athletes. *J Sports Sci* 2004;22(1):65-79.
4. Blomstrand E, Eliasson J, Karlsson HK, Kohnke R. Branched-chain amino acids activate key enzymes in protein synthesis after physical exercise. *J Nutr* 2006;136(1 Suppl):269S-273S.
5. Hoffman JR, Ratamess NA, Kang J, et al. Effect of protein intake on strength, body composition and endocrine changes in strength/power athletes. *J Int Soc Sports Nutr* 2006;3:12-18.
6. Rufian-Henares JA, Delgado-Andrade C, Jimenez-Perez S, et al. Assessing nutritional quality of milk-based sport supplements as determined by furosine. *Food Chemistry* 2007;101:573-578.
7. Phillips SM. Protein requirements and supplementation in strength sports. *Nutrition* 2004;20(7-8): 689-695.
8. Nemet D, Wolach B, Eliakim A. Proteins and amino acid supplementation in sports: are they truly necessary? *Isr Med Assoc J* 2005;7(5):328-332.
9. Rennie, MJ, Tipton KD. Protein and amino acid metabolism during and after exercise and the effects of nutrition. *Annu Rev Nutr* 2000;20:457-483.
10. Ha E, Zemel MB. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people (review). *J Nutr Biochem* 2003;14(5):251-258.
11. Hoffman JR, Falvo MJ. Protein - Which is best? *Journal of Sports Science and Medicine* 2004;3:118-130.
12. McArdle W, Katch V. *Exercise Physiology Energy, Nutrition, & Human Performance*. Lippincott Williams & Wilkins. 6th ed. USA, 2007.
13. Stipanuk, M. *Biochemical and Physiological Aspects of Human Nutrition*: W.B. Saunders Company, 2000.
14. Hayes A, Cribb PJ. Effect of whey protein isolate on strength, body composition and muscle hypertrophy during resistance training. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008;11(1):40-44.
15. Whitney EN, Rolfe RS. *Understanding Nutrition*. West Publishing Company. USA, 1996.
16. WHO, F. *Protein and amino acid requirements in human nutrition*. Geneva. 2008.
17. Campbell B, Kreider RB, Ziegenfuss T, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr* 2007;4:8.
18. Nissen SL, Sharp RL. Effect of dietary supplements on lean mass and strength gains with resistance exercise: a meta-analysis. *J Appl Physiol* 2003;94(2):651-659.
19. Gropper S.S, Smith, JL, Groff JL. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. 5th ed. Belmont, USA: Wadsworth, 2009.
20. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Illinois: Human Kinetics Books, 1988.
21. Gibson, RS. *Principles of Nutritional Assessment*. 2nd ed. New York: Oxford, 2005.
22. Frestedt JL, Zenk JL, Kuskowski MA, et al. A whey-protein supplement increases fat loss and spares lean muscle in obese subjects: a randomized human clinical study. *Nutr Metab (Lond)*, 2008;5:8.
23. Candow DG, Chilibeck PD, Facci M, et al. Protein supplementation before and after resistance training in older men. *Eur J Appl Physiol*, 2006;97(5):548-556.
24. Mazzetti SA, Kraemer WJ, Volek JS, et al. The influence of direct supervision of resistance training on strength performance. *Med Sci Sports Exerc*, 2000;32(6):1175-1184.
25. Kerksick CM, Rasmussen C, Lancaster S, et al. Impact of differing protein sources and a creatine containing nutritional formula after 12 weeks of resistance training. *Nutrition*, 2007;23(9):647-656.
26. Chromiak JA, Smedley B, Carpenter W, et al. Effect of a 10-week strength training program and recovery drink on body composition, muscular strength and endurance, and anaerobic power and capacity. *Nutrition*, 2004;20(5):420-427.
27. Rankin JW, Goldman LP, Puglisi MJ, et al. Effect of post-exercise supplement consumption on adaptations to resistance training. *J Am Coll Nutr*. 2004;23(4):322-330.
28. Kerksick CM, Rasmussen CJ, Lancaster SL, et al. The effects of protein and amino acid supplementation on performance and training adaptations during ten weeks of resistance training. *J Strength Cond Res*, 2006;20(3):643-653.
29. Millward DJ, Jackson AA. Protein/energy ratios of current diets in developed and developing countries compared with a safe protein/energy ratio: implications for recommended protein and amino acid intakes. *Public Health Nutr*, 2004;7(3):387-405.
30. Tarnopolsky MA. Building muscle: nutrition to maximize bulk and strength adaptations to resistance exercise training. *European Journal of Sport Science*. 2008;8(2):67-76.
31. Antonio J, Sanders MS, Van Gammeren D. The effects of bovine colostrum supplementation on body composition and exercise performance in active men and women. *Nutrition*, 2001;17(3):243-247.
32. Rodriguez NR, DiMarco NM, Langley S. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc*, 2009;109(3):509-527.
33. Tarnopolsky M. Protein requirements for endurance athletes. *Nutrition*, 2004;20(7-8):662-668.
34. Eliot KA, Knehans AW, Bemben DA, et al. The effects of creatine and whey protein supplementation on body composition in men aged 48 to 72 years during resistance training. *J Nutr Health Aging*, 2008;12(3):208-212.
35. Cribb PJ, Williams AD, Hayes A. A creatine-protein-carbohydrate supplement enhances responses to resistance training. *Med Sci Sports Exerc*, 2007;39(11):1960-1968.