

DÜŞÜK ENERJİ VE PROTEİN ALIMINDA METABOLİK ADAPTASYON

Dr. Fatma SAĞLAM*

Adaptasyon (uyum) uyarı hissedildiği sürece devam eden sabit bir durumdur. Terim olarak adaptasyon, korunmaya çalışma anlamına gelmektedir.

GİRİŞ

Düşük enerji ve protein alınımında adaptasyon üç çeşittir; biyolojik/genetik; fizyolojik/metabolik; davranışsal/sosyal. Bunlar çoğu zaman birbirinin içine girmesine rağmen davranışsal, genetik ve metabolik adaptasyonun birbirinden ayırdedilmesi gereklidir. Örneğin; hayatı boyunca fazlaca süt tüketen kişilerde yetişkinlikte barsak laktaz aktivitesi korunurken, çok az süt tüketenlerde laktaz aktivitesi kaybolur. Bu durum metabolik adaptasyon olarak görülebilirse de olayın oluşması belki de genetiksel olarak tek bir gene bağlanabilir (1).

ADAPTASYON VE VÜCUT AĞIRLIĞI VE CÜSSESİNDE DEĞİŞİKLİK

Enerji dengesi, alınan enerjinin harcanana eşit olduğu durumdur. Enerji dengesinin en iyi göstergesi vücut ağırlığının boya göre orantılı olması ve değişmemesidir (2). Uzun süreli adaptasyonun en önemli kısmı vücut ağırlığındaki değişiklidir. Enerji ve protein gereksinmesi vücut ağırlığına bağlı olarak değişmektedir. Bilindiği gibi, büyük cüsseli kişiler ufak tefek yapıları kişilere göre daha fazla besine gereksinim duyarlar. Gereksinimin saptanmasında alım ile atım veya harcanan arasında bir dengenin kurulması gereklidir. Vücut ağırlığının değişmemesi enerji dengesinin sağlandığının bir ölçütüdür.

(*) H. Ü. Beslenme ve Diyetetik Bölümü Öğretim Görevlisi.

Vücut ağırlığını korumak için gerekli olan gereksinimleri saptamak için yapılan deneysel çalışmalar vücut ağırlığının sabit kalması gerektiğini kastetmemektedir. Verilen herbir boy uzunluğu için kişinin sağlıklı olması koşulunu da içine alan bir vücut ağırlığı vardır. Vücut ağırlığındaki azalma adaptasyon sürecinin bir parçası olarak kabul edilebilir (1).

Boy uzunluğuna göre en uygun ağırlık ayarlamasında beden kitle indeksi (Body Mass Index) kullanılır (3, 4). Beden kitle indeksi = Ağırlık (kg) / Boy uzunluğu (m²). Beden kitle indeksi vücut yağı ile yüksek, boyla düşük korelasyon göstermektedir (4). ABD'de yapılan bir çalışmada beden kitle indeksi (BKİ) ile ağırlık, beden yapısı ve bileşimi arasındaki korelasyonlar incelenmiş, beden kitle indeksi ile ağırlık arasında yüksek korelasyon ($r = 0.89 - 0.98$) saptanmıştır (5). Beden kitle indeksi için 19 - 25 sınır olarak kabul edilebilir. Çeşitli sağlık sorunları olan şişman kişiler üzerinde yapılacak çalışmalarla üst sınır daha iyi tanımlanmalıdır. Alt değer daha sınırlıdır. Beden kitle indeksi yaklaşık 19'un altına düştüğü takdirde ölüm oranının arttığı gösterilmiştir (1).

On yıl süresince Honolulu'lu Japonlar üzerinde yapılan bir çalışmada 45 - 68 yaşları arasındaki 8006 kişiden ölen 701'i incelenmiştir. Sonuçlar ölüm oranının en yağsız ve en şişman kişilerde fazla olduğunu göstermiştir. BKİ = 24.6 - 26.2 olan kişilerde ölüm oranı 1000'de 7.5, 26.3 üzerinde olanlarda ise 9.7 olarak saptanmıştır. Bu grupta koroner kalp hastalıkları en üst düzeyde ve direkt ve pozitif olarak BKİ ile ilgili bulunmuştur. BKİ < 21.2 olan kişilerde mortalite 1000'de 9.5 oranında bulunmuş ve bu grupta kanser en yüksek düzeyde saptanmıştır (6).

DÜŞÜK ENERJİ ALIMINA ADAPTASYON

Adaptasyonda genellikle birbiri içine giren dört strateji vardır (1) :

1 — Düşük vücut ağırlığını koruyabilmeyi başarmak,

2 — İstekli ve bilinçli olarak fiziksel aktivitede bir azalma yapmak. Bu, mesleklere bağlı olarak yapılabildiği gibi kişisel ayrıcalıklar nedeniyle de olabilir. Bu tür adaptasyon arzu edilmeyen (istek dışı) bir adaptasyon olarak görülebilir. Bazı ülkelerde kıtlık dönemlerinde kişiler gıda alımlarını azaltmaktadırlar. Bu dönem

de oluşan adaptasyon derecesi hakkında çok az bilgimiz vardır. Bu, metabolik çalışmadan çok antropometrik bir konudur.

3 — Aktivitede farkında olmadan ekonomik olmak. Yapılan çalışmalar fazla yediği halde zayıf olanların gergin bir ruh hali içinde olduklarından ve alışkanlık halinde gereksiz hareketlerde bulduklarından dolayı zayıflıklarını koruyabildiklerini ortaya koymuştur. Tropikal ülkelerde yaşayan kişiler ise olaylar karşısında daha rahat, hareketlerinde ekonomik kişilerdir. Aynı iş zor ve kolay yolla yapılabilir, bu da eğitim, alışkanlık, gelenek ve deneyimlere bağlıdır. Şişmanların zayıflara göre daha az aktif oldukları ya da aktivitelerinin çok yavaş, süre ve hızının ise az olduğu gözlenmektedir. Bu da enerji harcamasının az olmasına yol açmaktadır. Aktivite durumu üzerinde ailedeki yaşam biçimi, iş ve meslek çeşidi, sosyal yaşantı, uygarlık araç ve gereçlerini kullanma önemli derecede etki yapmaktadır (3).

4 — Gerçek metabolik adaptasyon. Bu tip adaptasyon değişikliklerini saptamak için enerji harcaması vücut ağırlığına göre veya (yağsız vücut kitlesi) LBM'e göre saptanmalıdır (1).

Anorexia nervosa'lı hastalarda yapılan bir çalışmada beş hasta enerjinin % 20'si proteinden gelecek şekilde, yedi hasta % 10'u proteinden gelecek şekilde beslenmişlerdir. Her iki grupta da vücut yağında azalmaya ek olarak yağsız vücut kitlesinde de bir azalma görülmüştür. İyileşme anında da vücut ağırlığının 2/3'ü yağsız doku olarak saptanmıştır. Kazanılan kilonun ortalama enerji bedeli 5.3 kkal/g'dır (7).

Aktivite artırılmadan sadece enerji sınırlaması yapılması, yağsız doku kitlesinde azalmaya, dolayısıyla kemik bozukluklarına neden olur. Ayrıca aktiviteyi artırmadan yapılan enerji sınırlaması enerji harcamasının azalmasına yol açarak kilo kaybında yavaşlamaya yol açar (8). Düşük enerji alımına karşı oluşan düşük enerji harcaması uyumu, zayıflamayı güçleştirmektedir. Bu nedenle şişmanlığın düzeltilmesi için düşük enerji alımı ile birlikte beden hareketlerinin artırılması gereklidir. Bu şekilde, enerjiye uyumun etkisi kısmen karşılanabilir (1) :

Genellikle düşük enerjili diyetlerde başlangıçta kilo kaybı olmasına karşın, zamanla kilo kayıp hızı azalmaktadır. Bazı araştırmacılar, bunun nedeninin düşük enerji alımında metabolik hızdaki yavaşlama olduğunu belirtirken, diğer bazıları bu tür sonuçları des-

teklememektedirler. Bir araştırmada, şişman kişilerde zayıflama-
dan sonra dinlenme anındaki metabolik hızda yavaşlama görül-
müştür. Araştırmaların bazılarında göre düşük enerjili diyetle me-
tabolik hız yavaşlamakta, bu da kilo kaybı hızını düşürmektedir.
Bütün bu araştırma sonuçları normal kilolu ve şişmanların farklı
metabolik hızları olduğunu işaretlemektedir (9).

Canlı varlıkların yaşamlarını sürdürebilmeleri için enerjiye
olan gereksinim baş yeri alır. İnsan vücudunun total enerji gerek-
sinimi; bazal veya dinlenme metabolizma hızına (BMH veya DMH),
besinlerin termik etkisine (SDA) ve aktivite derecesine bağımlı ola-
rak değişmektedir (3, 10).

BAZAL VEYA DİNLENME METABOLİK HIZ

Bazal metabolik hız kişinin açken hiç hareket etmeden mutlak
istirahatte bulunduğu ve normal oda ısısında harcadığı enerji ola-
rak tanımlanır. Bazal metabolizma kişinin yaşına, cinsiyetine ve
vücut yüzeyine bağlı bulunmaktadır. Çeşitli mesleklerdeki birçok
insan için total enerji harcaması bazal metabolizma hızının iki ka-
tından fazla olamaz. Bazal metabolik hızın adaptasyonla ilişkisinde
bu önemlidir. BMH'nin ölçülmesi total enerji harcamasının diğer
parçalarının ölçülmesinden daha kolaydır (1). Normal kilolu ka-
dınlarda dinlenme metabolize hızının % 40'mı beyin ve karaciğer,
% 20'sini kaslar, adipoz doku ise % 2 - 4'ünü harcamaktadır. Ağır-
lığın artmasına paralel olarak dinlenme metabolizma hızı artmak-
ta, fakat kilogram başına düşen miktar azalmaktadır (11).

Günde kilogram başına düşen BMH ve vücut ağırlığı ilişkisi
doğrusal değildir. Sağlıklı kişilerde vücut ağırlığı düştükçe kilo-
gram başına düşen BMH yükselir ve çok aşırı uçlar haricinde bu
etki boyla ilgili değildir.

Yapılan çalışmalarda çok yetersiz beslenmiş çocuklarda kg
ağırlığa düşen BMH ve LBM çok düşük bulunmuştur. Tedavi edil-
me durumunda ise çok çabuk yükselme gözlenmiştir. Bu çocuklar-
da kas ve deri gibi dokular düşük metabolik hıza sahiptirler ve
tercihan kaybedilirler ama iç organ dokuları ve beyin yüksek me-
tabolik orana sahiptirler ve korunmaya eğilimlidirler (1).

ENERJİ DENGESİ

Vücuda besinlerle alınan metabolize enerji miktarı ile harcanan enerji miktarı erişkin kişilerde denge halinde olmalıdır. Bu denge pozitif yönde olduğunda vücut ağırlığında ve yağ dokusunda artma olur. Negatif denge ağırlık kaybına ve zayıflamaya yol açar. Birçok kişi iştah ve yemek yeme arzusunun ayarlayıcı mekanizması ile enerji dengesini korumada yetenek sahibidir. Ancak iştah, acıkma ve doyunluk duyma çeşitli faktörlerin etkisi ile yenilen gıda miktarını ve dolayısı ile enerji tüketimini ayarlayarak enerji dengesini belirlemektedir. Enerji dengesinin pozitif yönde bozulması yani şişmanlama durumu tüketimin artışıdaki fazlalık yanında harcamadaki azalma ile de ilişkili bir olaydır (3).

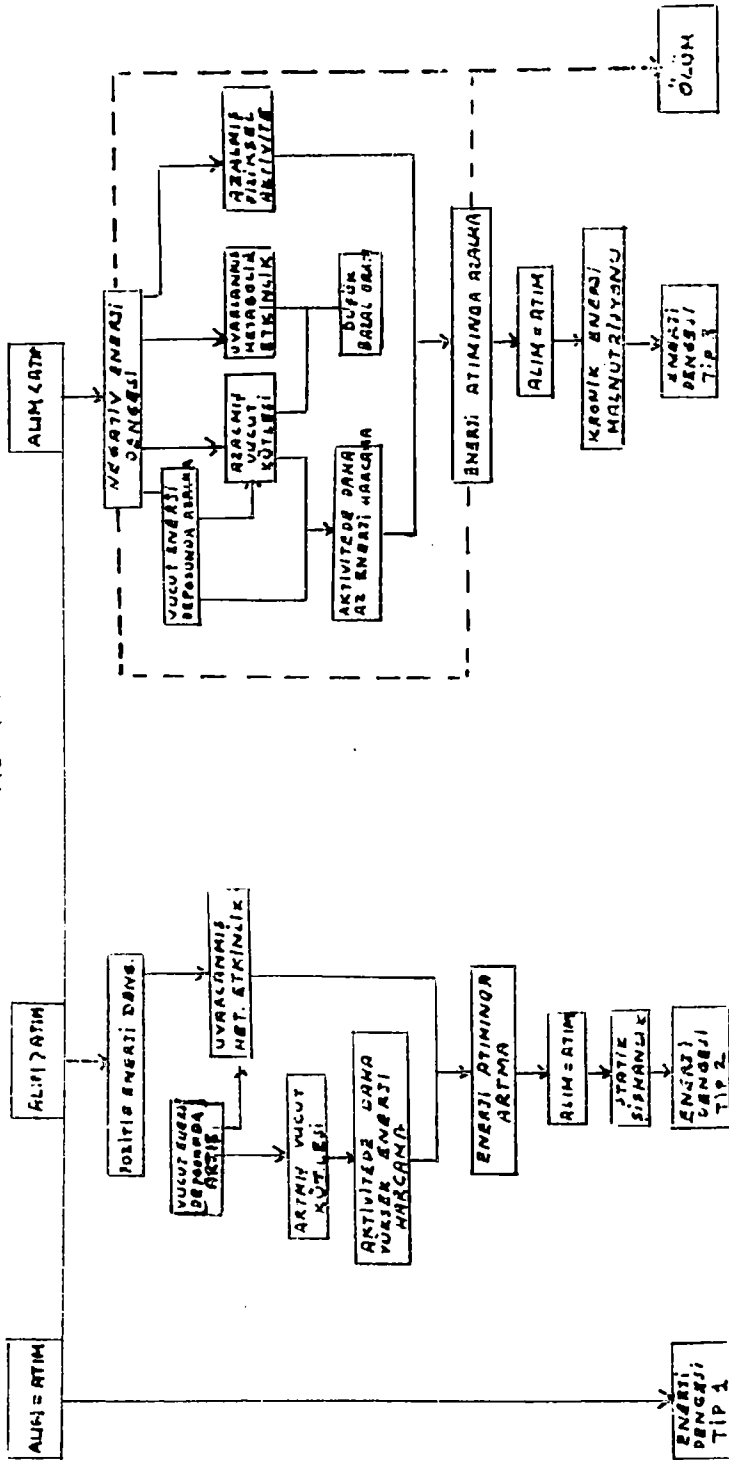
Doku, sürekli enerji kaynağı istemektedir. Enerji dengesinin sağlanmasında birinci aşama kana geçen besin öğeleriyle metabolizmanın hızlanması ve fazlasının glikojen ve trigliserit olarak depolanmasıdır. İkinci aşamada ise barsaklar boşaldığında enerji kaynakları depolardan sağlanır. Böylece doku metabolizması kesintisiz sürdürülür. Açlık, besin için biyolojik gereksinmeyi yansıtmaz, fakat enerji dengesinin sürekliliğini yansıtır. Açlık, emilim sürecinin sonlanıp depoların kullanılmaya başlaması ile, doyunluk postprandial durumdaki depolama süresi ile ilgilidir (12).

Enerji harcamasının saptanmasında en önemli faktör beden ağırlığıdır. Enerji harcamasındaki değişikliğin % 82'si beden ağırlığı ile açıklanabilir. Yağ hücreleri az aktif bir yapıya sahiptirler. Fiziksel aktivite yapıldığında yağ kitlesinin taşınması da fazladan enerji gerektirir. Mevcut beden ağırlığını devam ettirebilecek günlük enerji harcaması şişmanlarda, incelerden daha yüksek olmakla beraber, beden ağırlığının kilosu veya enerji harcama incelerden düşük bulunmuştur (13).

Yapılan bir çalışmada şişmanlarda düşük enerjili diyetle yağ kaybı daha çok bulunmuştur (14).

Enerji dengesizliğinde organizmanın vermek zorunda olduğu cevap Şekil 1'de görüldüğü gibi özetlenebilir (10). Adaptasyon çeşitli değişik işlemlerin kompleks bir bütünüdür. Zamanlama hakkında çok az şey bilinmektedir ve bu üç mekanizmanın oluş sırası onların birbirlerine karmaşık etkileri ve total enerji harcamalarındaki tek tek katkıları çok az bilinmektedir. Negatif enerji dengesine tabi tutulan normal kişilerde iki faz ayrıla-

Şekil 1 : Değişik Enerji Denge Şartlarında Varsayılan Enerji Dengesi Mekanizmaları



bilir. Esas olan dinamik fazdır. Bu faz süresince vücuttaki depolar enerji boşluğunu doldurmak üzere çağrılır. Statik fazda daha düşük bir düzeyde yeni bir denge meydana gelir. Bu fazda, talep edilen adaptiv işleminden geçen kişinin aşağı yukarı sürekli olarak anormal bir adaptasyon durumu göstermesi beklenmektedir, yani küçülmüş vücut küçümesi daha düşük BMR, fiziksel aktivitede azalma ve büyük bir olasılıkla enerji kullanımında modifiye metabolik yeterlilik göstermektedir.

DIYETİN ISI OLUŞUMUNA ETKİSİ

Son yıllarda diyetin termogenezisi etkilediği konusunda özellikle şişmanlıkla olan ilişkisi yönünden büyük bir ilgi vardır. Fazla yiyenlerin diğerlerine kıyasla daha fazla termik cevaba sahip oldukları görülmektedir. Alışkanlık halinde düşük enerji alanlarda diyetin ısı oluşumuna etkisinin ne olduğu hakkında fazla bilimiz yoktur (1).

Yiyeceklerin termojenik (SDA) etki oranı DMH'nin ortalama % 20 - 30'u arasındadır. Isı oluşturma sadece yiyeceğin bileşimine bağımlı olmayıp yiyeceğin öğündeki miktarına da bağımlıdır. Ancak yiyeceklerin farklı ölçüde termojenik enerji harcaması yanında kişilere göre değişen ısı oluşturma mekanizması mevcuttur. Şişmanlamada ya da ağırlık kaybetmede vücutta ısı oluşturmada (termojenik yanıt) kişisel ayrıcalık çok önemli rol oynamaktadır. Isı oluşturma —termogenezisiz— vücuttaki depo yağların tipine bağımlı olmaktadır. Vücut ısısı esas itibariyle yağ asitlerinin yıkılması ile oluşturulmaktadır. Şişman, yağlı organizmada ısı oluşturma az, zayıf yağsız organizmada ise termojenik yanıtın daha fazla olduğu bildirilmiştir. Önceden şişman olup zayıflatılmış organizmalarda bile ısı oluşumu az bulunmuştur (3). Yapılan bir çalışmada çok yemek yiyen bazı kişilerin yavaş ağırlık kazandıkları gözlenmiş ve bunun nedeni yemeklerin termik etkisinin farklı oluşu ile açıklanmıştır (15). Yapılan bir diğer çalışmada da besin termik etkisinin en çok yemeğin enerji yoğunluğundan etkilendiği ortaya konmuştur (16).

Diyete bağlı termogenezis (DIT) bir yemeğin enerji değerinin % 10'u kadardır. Böylece bütün günün gıda alımı sonunda 200 kkaloriye kadar ulaşır. Böylece DIT'deki % 50'lik bir düşüş, 100 kkalorinin korunması demektir. Bu, küçük bir miktar olmasına

rağmen genelde önemli bir ekonomi olacaktır. Daha önceden düşünüldüğü gibi DIT'nin katabolik bir cevap olmadığı, fakat protein sentezinin maliyetini gösterdiği ve karbonhidratın yağa değişimini gösterdiğini söylemek mantıklı olur. Günde 24 saat boyunca yemek yedikleri zaman normal yetişkin kişilerde protein değişim oranı ölçüldüğünde protein sentezinin oranı yüksek bulunmuş ve gece boyunca uyku durumunda oranın düştüğü gözlenmiştir (1).

Diyet sınırlamasının DIT'de bir azalma oluşturduğu söylenmektedir, fakat bu etki her zaman görülmemektedir. Düşük BMR'i olan çok yetersiz beslenmiş çocuklarda yemeğe karşı DIT'e cevap görülmemiştir, fakat iştah yerine geldiğinde tekrar ortaya çıkmıştır. Böylece yiyecek alımı artmış ve çocuklar kilo almaya başlamışlardır. Tedavi altındaki anorektik hastalarda glikoz yemeğine karşı termik cevap iyileşen çocuklarda olduğu gibi, olağan olmayan bir şekilde yüksek bulunmuştur (% 16). Çocuklar kilo almaya başladığı zaman tüm vücuttaki protein sentezi oranında büyük bir artış görülmüştür (1).

Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada değişik yiyecek yiyen farelerle yemeyen fareler karşılaştırılmıştır. Egzersiz yapan farelerin % 5 daha çok yiyecek tükettikleri ancak vücut ağırlığının diğer gruba oranla 60 gram daha az olduğu saptanmıştır. BMH, 22 saatlik bir solunum odasında egzersiz yapan farelerde % 10 daha yüksek bulunmuştur (17).

DÜŞÜK PROTEİN ALIMINA ADAPTASYON

Birçok alım düzeyinde nitrojen dengesini sağlayabilmek yeteneği beslenmeye ait adaptasyonlar içinde en belirli örnektir. Bu yetersiz bir alıma karşı savunmanın ilk aşamasıdır ve objektiftir. Teolojik terimle bu, vücudun protein kütlesinde bir sabitlik elde edilmesi demektir. Protein gereksinimi vücut ağırlığı veya daha kesin olarak LBM ile direkt olarak ilişkilidir. Nitrojen gereksinimi BMH ile anlatıldığı gibi oksijen kullanımı ile orantılıdır ve kg için gereklilik vücut ağırlığı düştükçe artar (1).

Verilen herhangi bir vücut ağırlığında dengeyi güvence altına almak için yani adaptasyon limitini düşürmek için gerekli olan minimum nitrojen alımı zorunlu nitrojen kaybı ve verimliliği olmak üzere iki faktörle belirlenir.

ZORUNLU KAYIPLAR

Nitrojen deriden başlıca üre olarak kaybolur. Bu kaybın düşük proteinli diyetlerde yani kanın üre konsantrasyonunun düşük olduğu zamanlarda daha düşük olması beklenir. Deriden kayıp bütünü çok küçük bir parçasıdır. Ekonomi için bütün olasılıklar üriner N kaybının azaltılmasına dayanır. En az protein alımlarında dahi üriner nitrojenin % 50 kadarı üreder. Salgılanan amonyak miktarı asit baz dengesini elde etme gereksinimi ile belirlenir ve hayvansal proteinden çok sebze kapsayan diyetlerde daha düşüktür, çünkü daha düşük asit miktarı üretirler. Yapılan çalışmalar, zorunlu azaltma yaparak nitrojenden ekonomi yapmak için çok az şansın olduğunu ortaya koymuştur (1). Yapılan bir çalışmada Nijeryalı çiftçilerin zorunlu nitrojen kaybı Kuzey Amerikalı çiftçilerle benzer bulunmuştur (18). Çeşitli koşullar altında nitrojen dengesinin protein ve enerji alımının ortak bir fonksiyonu olduğu saptanmıştır. Sıfır enerji dengesinde olan yetişkin kişilerde genel olarak nitrojen alımı minimum gereksinimin üzerinde yükseltildiği zaman, bu sadece geçici bir pozitif nitrojen dengesine neden olmaktadır (19).

Yapılan bir çalışmada yetersiz beslenmiş kanserli hastalar, yetersiz beslenmiş kansersiz hastalar ve iyi beslenmiş ve bir gece boyunca aç bırakılmış hastalarla kıyaslanmış ve periferik dokulardan amino asit geçişinde hiçbir fark görülmemiştir. Bu durum protein konumuna normal adaptasyonu göstermektedir (20).

PROTEİN DEĞİŞİMİ

Yetersiz protein veya amino asit alımı hücrelerdeki ve organlardaki protein miktarının azalmasına ve hücrelerin normal fonksiyonlarını yapmalarını olumsuzlaştırır. Bu durumun devamı ölüm oranlarının artmasına neden olur (21). Amino asit kaynakları sınırlandığı zaman protein değişim oram birçok dokuda ve genel olarak bütün vücutta düşer. Çünkü protein değişimi karaciğerde ve iç organ dokularında kaslarda olduğundan çok daha azdır. Vücuttaki düşüş ise bütün olarak orta derecededir. Düşük amino asit alımında uzun sürede uyum oluşarak amino asit dengesi sağlanabilmekte, uyum protein sentezini yavaşlatmak şeklinde olabildiği gibi idrarla azot atımını azaltarak da olmaktadır. Elzem olmayan amino asitlerde bedenin protein ekonomisinde önem taşırlar (22).

Küçük çocuklarda yapılan çalışmalarda protein alımındaki değişikliklerin protein değişiminde çok az değişiklik yaptığını göstermiştir. Zengin bir protein alımında (günde 6 g/kg/günde) amino asit azotunun % 25'i üre olarak atılırken, 1.2 g/kg/günde alımda ise amino asit azotunun sadece % 4'ü atılmıştır. Vücut protein sentezi için tekrar kullanımda yeterlidir, fakat tamamen değildir. Tüm amino asitler serbest amino asit havuzuna girerler. Bu ekonomi de adaptiv ilerlemeler için çok az fırsat bırakır (1).

Diyetteki fazla metioninin hemoglobin sentez ve yıkımını hızlandırdığını belirten araştırmalar da vardır. Başka bir araştırmada fazla metioninin organizmada yaptığı olumsuz etkileri belirli bir adaptasyon süresinden sonra serin ve glisin giderdiği görülmüştür. Serin ve glisin bu etkilerinin metioninin oksidasyonunu hızlandırarak yaptıkları düşünülmüştür (23).

Diyetin protein ve kapsadığı amino asitlere olan gereksinimi vücut protein değişimi ve amino asit katabolizmasının ilgili yollarının faaliyeti ile etkilenir.

Alınan protein ve amino asitlerin tip ve seviyesi de önemlidir (3). FAO/WHO/UNU uzmanlar grubu tarafından günlük güvenilir protein gereksiniminin bebeklerde % 43'ünün, okul öncesi yaş grubunda % 32'sinin, okul çağında % 22'sinin, yetişkinlerin % 11'inin elzem amino asitlerden sağlanması önerilmiştir (22).

Akut vakalarda vücut protein değişimi yeni protein sentezi için uygun amino asitlerin yeni baştan kullanımını ile ilgilidir. Ancak bu olay tamamen yeterli değildir. Çünkü bazı amino asitler oksidatif katabolizma ile kaybolurlar. Bu kayıp elzem amino asitlerin karbon iskeletini ve tüm elzem ve elzem olmayan amino asitlerin nitrojenini kapsar. Diyet protein düzeyi yeterli alımın altına düşerse protein sentezi ve sonuç olarak onun parçalanma ürünleri de azalır: Daha acil bir metabolik ayarlama proteinin parçalanmasında açığa çıkan amino asitlerin daha yeterli bir şekilde tekrar kullanımı ve elzem amino asitlerin dönüşümsüz olarak okside olmasına neden olur. Bu daha acil reaksiyon adaptasyon mekanizması olarak kabul edilebilir. Daha sonra protein sentezinde düşüş ve parçalanma oranları, devam eden yetersiz beslenmeye bir uyumu gösterir. Sonuç olarak elzem amino asitlerin dönüşümlü katabolizmasındaki düşüş idrarda ve feçeste nitrojen bileşimlerinin daha az atılmasına

yol açar. Elzem serbest protein alımında bu nitrojen atımları zorunlu nitrojen kaybı adı ile bilinir (1, 21).

Kronik durumlarda kısıtlanmış diyet proteininin veya özel elzem amino asitlerin sınırlı alımının ilk reaksiyonu amino asitlerin öncelikle oksidasyon hızlarının azalmasına ve sonuçta da vücutta protein sentezi için elzem amino asitler ve azotun korunmasına yol açar. İleri derecede yetersiz beslenmiş çocuklarda tüm vücut protein değişiminde, sentezinde ve yıkımında iyileşme döneminde ve o dönemden sonraya kıyasla belirgin olarak düşme göstermiştir. Yağsız vücut dokusundaki kayıp yeni değişken plazma amino asit düzeyindeki yapımda azalma ve albumin ve serum protein düzeylerindeki düşme gibi buna benzer birçok değişiklikler hastanede yatan yetersiz beslenmiş çocuklarda gözlenmiştir (21).

ENERJİ ALIMI

Enerji dengesinin protein dengesi üzerinde çok büyük bir etkisi vardır. Her ek kilokalori, üriner N kaybını 1.5 mg kadar azaltır. Diyeti belirli aralarda düşük proteinli olan kişiler total gıda alımı yetersiz olmaya yakın olan kişilerdir. Bu kişiler çok az depo edilmiş vücut yağına sahiptirler. Böylece; düşük protein almıma adapte olabilmek için tam kapasite eğer enerji alımları yeterli ise kazanılabilir. Diyet yeterli protein sağlayamadığı zaman verilen miktardan fazla eklenen bir enerji alımı nitrojen dengesini daha fazla yükseltmeyecektir. Alınan enerji, enerji gereksinimini karşılayamadığı zaman daha fazla proteinin okside olması beklenir. Böylece üriner nitrojen salınımı artırılarak nitrojen dengesi düşürülür fakat olay her zaman bu değildir. Protein alımının düşük olduğu zamanlarda nitrojen dengesinin diyetsel enerji içinde değişime daha hassas olduğu gözlenir. Protein alımı yeterli olduğu zaman vücudun nitrojen metabolizması enerji alımında orta karar bir düşüşe karşı daha iyi korunmaktadır (1).

Diyet enerjisinin protein metabolizması üzerindeki etkileri enerji kaynağı ile değişir. Hem karbonhidratlar hem de lipitler nitrojen ve amino asit metabolizmasını artırır, ancak diyetsel proteinin kullanımının artırılmasında karbonhidratların kendilerini yağlardan daha etkili kılan özel bir davranışları vardır, en azından geçici olarak. Verilen bir protein alımında veya bağlama sırasında karbonhidratlar nitrojenin üriner salınımını yağların yaptığından daha çok azaltır ve bunun sonucu daha iyi nitrojen tutulur (24).

Fiziksel aktivite ve onun sonucu olan enerji harcaması protein metabolizmasına etki eder. Fiziksel aktivite protein metabolizması üzerinde anabolik etkilere sahiptir ve bu etki marjinal protein alımı durumunda bile vardır, fakat enerji dengesi sağlandığında ve diyetel protein sınırlayıcı bir faktör olmadığı zaman daha da belirgindir (21).

Egzersiz protein depo etme etkisi orta yaşlı zayıflama diyetinde olan kişilerde yapılan bir çalışmada ortaya konmuş ve kısıtlanmış enerji alımına fiziksel aktivitede bir artış eşlik ettiği zaman daha az LBM kaybı gözlenmiştir. Verilerin çoğu, artan enerji harcamasının protein metabolizması üzerinde olumlu yönde bir etkisi olduğunu göstermektedir, özellikle diyet fiziksel aktivitenin talebini karşılayacak kadar enerji sağlayabildiğinde. Bu gözlemler gelişmekte olan ülkelerdeki düşük protein ve enerji alımları olan insanlar için ve meslekleri sabit olarak veya mevsimlik olarak ağır enerji harcaması gerektiren insanlar için büyük önem taşıyabilir. Enerji dengesi sağlandığı zaman mevcut olan LBM'i elde edebilmek için gerekli olan protein ihtiyacının kronik aktif bir kişi için inaktif olandan daha az olması akla yatkındır. Bunun tersi olarak hareketsiz kişilerde kas kitlesinde azalma olur. Daha fazla protein alımının bu negatif etkiyi yok etmeye yardımcı olup olmayacağı henüz açıklanamamıştır (24).

SONUÇ

Düşük enerji alımına en önemli adaptasyon düşük vücut ağırlığına sahip olmaktır. Bunun ötesinde oluşan bütün adaptasyonların küçük farklı ekonomik kaynakların bir toplamı olması olasıdır. Bunların arasında en önemlisi % 10'dan fazla olması umulmayı BMH'daki azalmadır. Adale çalışmasının yükselen yeterliliği hakkında hiçbir kesin delil yoktur. Belirli durumlarda birçok yerde yavaş çalışmak hızlı çalışmaktan daha çok ekonomik olabilir, bu konu daha çok çalışmayı gerektirmektedir. Vücudun düşük protein alımında nitrojen kaybını azaltma mekanizması akla yatkın olarak iyi tanımlanmıştır. Halâ kesin olmayan şey uzun süreli adaptasyonun limiti nereye kadar düşürebileceğidir. Bu konu insanlar üzerinde deneysel olarak tümüyle suni şartlar oluşturulmadan incelenmesi olağanüstü zor bir durumdur. Epidemiyolojik çalışmalarda karşılaşılan sorun hemen hemen bütün durumlarda proteinden çok enerjinin sınırlayıcı olmasıdır.

SUMMARY**METABOLIC ADAPTATION TO LOW INTAKES OF ENERGY AND PROTEIN****Sağlam, F.**

The most important adaptation to low energy intake is to have a low body weight. The other adaptations may be the total of the different small economical sources such as the change on BMR, which is expected to be less than 10 %.

There is no definite evidence in increasing the ability of the muscle function. It may be more efficient to work slowly in certain conditions. To accomplish low body protein intake by reducing the nitrogen loss is well documented. But what is still unknown is that the degree of the effect of long lasting adaptation lowering the limits. It is not possible to show this lowering limits on humans under research conditions. Studies which had done under the epidemiological conditions show that the energy is the more limiting factor than protein.

KAYNAKLAR

- 1 — Waterlow, J.C. : Metabolic Adaptation to Low Intakes of Energy and Protein. Ann. Rev. Nutr., 6 : 495 - 526, 1986.
- 2 — Baysal, A. : Beslenme, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, A-13, Çağ Matbaası, Ankara, 1983.
- 3 — Köksal, O. : Beslenme Düzeni ve Uygulamaları ile Metabolizma Hastalıkları Arasında Etkileşimler. Diabet Yıllığı, 3 : 152, 1986.
- 4 — Simopoulos, A.P. : The Health Implications of Overweight and Obesity. Nutrition Reviews, 43 : 33, 1985.
- 5 — Micozzi, M.S., Albanes, D., Jones, Y., Chumlea, W.C. : Correlations of Body Mass Indexes With Weight, Stature and Body Composition in Men and Women in NHANES I and II, Am. J. Clin. Nutr., 44 : 725, 1986. (İlginç Yayın Özetleri, Beslenme ve Diyet Dergisi, 16 : 2, : 252, 1987).
- 6 — Rhoads, George G., Kagan, A. : The Relation of Coronary Disease Stroke and Mortality to Weight in Youth and In Middle Age. Lancet. 5 : 492, 1983.
- 7 — Forbes, G.B., Kreipe, R.E., Lipinski, B.A., Hodgman, C.H. : Body Composition and Changes During Recovery From Anorexia Nervosa:

- Comparison of Two Dietary Regimes, *Am. J. Clin. Nutr.*, 40 : 1137, 1984.
- 8 — Weinsier, R.E. et al. : Recommended Therapeutic Guidelines For Professional Weight Control Programs, *Am. J. Clin. Nutr.*, 40 : 865, 1984.
 - 9 — Anon. : Alternations in Metabolic Rate After Weight Loss in Obese Humans, *Nutrition Reviews*, 43 : 41, 1985.
 - 10 — Ferro-Luzzi, A. : Range of Variation in Energy Expenditure and Scope for Regulation. Proceeding of the XIII. International Congress of Nutrition. (Ed : Taylor, T.C., Jenkins, N.K.), London 395, 1986.
 - 11 — Owen, E.E., et al. : A Reappraisal of Caloric Requirements in Healthy Women. *Am. J. Clin. Nutr.* 44 : 1, 1986.
 - 12 — Stricker, E.M. : Biological Bases of Hunger and Satiety. *Nutrition Reviews*, 42 : 333, 1984.
 - 13 — De Boer, J.V. et al. : Energy Requirements and Energy Expenditure of Lean and Overweight Women, Measured by Indirect Calorimetry. *Am. J. Clin. Nutr.*, 46 : 13, 1987.
 - 14 — Barrows, K., Snook, J.T. : Effect of High-Protein Very-low Caloric Diet on Body Composition and Anthropometric Parameters of Obese Middle Aged Women. *Am. J. Clin. Nutr.*, 45 : 381, 1987.
 - 15 — Swaminathan, R., King, R.F.G.J., Holmfield, J., Siweek, R.A., Baker, M., Wales, J.K. : Thermic Effect of Feeding Carbohydrate Fat, Protein and Mixed Meal in Lean and Obese Subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, 42 : 177, 1985.
 - 16 — Belko, A.Z., Barbieri, T.F., Wong, E.C. : Effect of Energy and Protein Intake and Exercise Intensity on the Thermic Effect of Food. *Am. J. Clin. Nutr.*, 43 : 863, 1986.
 - 17 — Gleeson, B.M., Brown, J.F., Waring, J.J. : The Effects of Physical Exercise on Metabolic Rate and Dietary Induced Thermogenesis. *Br. J. Nutr.*, 47 : 173, 1982.
 - 18 — Nicol, B.M., Phillips, P.G. : Endogenous Nitrogen Excretion and Utilization of Dietary Protein. *Br. J. Nutr.*, 35 : 181, 1976.
 - 19 — Shaw, S.N. et al. : Effects of Increasing Nitrogen Intake on Nitrogen Balance and Energy Expenditure In Nutritionally Depleted Adult Patients Receiving Parenteral Nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.* 37 : 930, 1983.
 - 20 — Bennegard, K., et al. : Flux of Amino Acids Across the Leg in Weight-Losing Cancer Patients. *Cancer Research*, 44 : 386, 1984.
 - 21 — Young, V.R., Pellett, P.L. : Protein Intake and Requirements With Reference to Diet and Health. *Am. J. Clin. Nutr.*, 45 : 1323, 1987.

- 22 — Young, V.R. : 1987 McCollum Award Lecture. Kinetics of Human Amino Acid Metabolism. Am. J. Clin. Nutr., 46, 1987. (İlginç Yayın Özetleri, Beslenme ve Diyet Dergisi, 17 : 1 : 169, 1988.
- 23 — Ünver, B. : Diyetin Amino Asit Dengesizliği ve Beslenme Yönünden Önemi. Beslenme ve Diyet Dergisi, 17 : 1 : 135, 1988.
- 24 — Torun, B. : Role of Energy Metabolism in Regulation of Protein Requirements. Proceeding of the XIII. International Congress of Nutrition. (Ed : Taylor, T.G., Jenkins, N.K.) John Libbey, London. 415, 1986.