

T1204



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI

AĞIR KAFA TRAVMALI HASTALARDA HARRIS-BENEDICT EŞİTLİĞİ VE İNDİREKT KALORİMETRİ YÖNTEMLERİYLE ENERJİ TÜKETİMLERİNİN BELİRLENMESİ

T1204/1-1

UZMANLIK TEZİ

Dr. Firuze GÜRPINAR

Tez Danışmanı : Prof.Dr.Atila RAMAZANOĞLU

"Tezimden Kaynakça Gösterilerek Yararlanılabilir"

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
Merkez Kütüphanesi

Antalya, 2001

TEŞEKKÜR

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakóltesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalında uzmanlık eğitimim süresince, eğitime emeği geçen tüm hocalarıma, tez hocam Sayın Prof.Dr. Atila RAMAZANOĞLU'na,

Tezime yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd.Doç.Dr. Levent DŐŐEMECL ve Halk Sağlığı Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Sayın Yrd.Doç.Dr.Levent DŐNMEZ'e,

Birlikte çalıştığım uzman ve asistan arkadaşlarıma,

Hemşire, tekniker ve tüm ameliyathane ve yoğun bakım çalışanlarına,

Özellikle aileme,

Teşekkür ediyorum.

Dr. Firuze GÜRPINAR

Antalya, 2001

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa No</u> : |
|-----------------|-------------------|
| Giriş | 1 |
| Genel Bilgiler | 2 - 18 |
| Gereç ve Yöntem | 19 - 23 |
| Bulgular | 24 - 35 |
| Tartışma | 36 - 42 |
| Sonuç | 43 - 44 |
| Özet | 45 - 46 |
| Kaynaklar | 47 - 57 |

GİRİŞ

Yoğun bakımdaki kritik hastaların beslenme durumu hastaların iyileşmesinde önemli rol oynamaktadır. Son yıllarda, travmalı hastaların yeterli ve erken dönemde beslenmelerinin septik komplikasyonları, organ disfonksiyonlarını, hastanede kalış süresini ve ölüm oranını azalttığı üzerinde önemle durulmaktadır¹⁻⁴. Bu nedenle, travma hastalarının erken dönemde enerji ve protein ihtiyaçlarının değerlendirilmesinin çok önemli olduğu kabul edilmiştir.

Ağır kafa travmalı hastalardaki günlük ortalama kalori ihtiyacı ile ilgili literatürde farklı görüşler bulunmaktadır. Ağır kafa travmalı hastalarda yapılan bazı çalışmalarda hipermetabolizma ve beraberinde günlük ortalama kalori ihtiyacında artma olduğu^{5,6}, Harris-Benedict eşitliği gibi formüllerle hesaplanan günlük ortalama enerji tüketimi ile indirekt kalorimetri cihazı ile ölçülen enerji tüketimi arasında ciddi farklılıklar bulunduğu^{7,8}, bu farka bakılarak hastalardaki hipermetabolizma derecesi hakkında değerlendirme yapılabileceği^{9,10} öne sürülmüştür. Son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda ise, stres faktörlerinin eklenmesi ile hesaplanan enerji tüketiminin ölçülen enerji tüketimine göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir¹¹. Enerji tüketiminin ölçülmesinde birçok yöntem olmasına rağmen, yoğun bakım hastalarının enerji tüketimlerinin ölçülmesinde ve belirlenmesinde indirekt kalorimetrisinin en güvenilir metod olduğu ileri sürülmektedir^{12,13}.

Bu klinik çalışmada; ağır kafa travmalı ve mekanik ventilatör desteği alan yoğun bakım hastalarının günlük enerji tüketimlerinin belirlenmesinde Harris-Benedict eşitliği ile indirekt kalorimetri yöntemleri karşılaştırılmış ve hastaların enerji tüketimlerinin ve nitrojen dengelerinin travma ağırlığı ile ilişkisi araştırılmıştır.

GENEL BİLGİLER

Yoğun bakımdaki kritik hastaların morbidite ve mortalitesi üzerinde etkisi olduğu bilinen, fakat çoğu zaman gözden kaçırılan veya gerektiği kadar üzerinde durulmayan faktörlerden biri de hastaların beslenme durumudur ^{14,15}. Klinik beslenmenin ana amacı, hücre metabolizmasının devamlılığını sağlayabilecek enerjinin sunulmasıdır. Hücreler:

1-Büyüme ve bölünme

2-Enzim üretimi ve aktivitesi

3-Karbonhidrat, yağ ve protein sentezi

4-Kas kasılma ve gevşemesi

5-Diğer selüler fonksiyonlar için besin maddelerine ihtiyaç duyarlar. Besin maddeleri; aynı zamanda yara iyileşmesi, nörohumoral sekresyon, immun fonksiyonlar, barsak bütünlüğü gibi birçok kompleks fizyolojik olaylar için de gereklidirler ¹⁶.

Enerji alımı, yeterli düzeyde olduğu sürece vücutta metabolik kontrol mekanizmalarında herhangi bir sorun olmaz; böylelikle organların esansiyel fonksiyonlarının ideal düzeyde devamlılığı sağlanmış olur.

Malnütrisyon; protein, vitamin ve eser elementlerde gerekli olan miktardan daha az alıma bağlı beslenme yetersizliği olarak tanımlanmaktadır ¹⁷. Bu durum, hastaların yoğun bakıma alınışlarından önce zaten varolan veya yoğun bakımdaki takip ve tedavileri sırasında gelişen yaygın bir sorundur. Birçok çalışma göstermiştir ki, kritik hastalarda malnütrisyon artmış morbidite ve mortalite ile beraberdir ve malnütrisyonun düzeltilmesi ile morbidite ve mortalitenin azalması söz konusudur ¹⁶.

TRAVMAYA METABOLİK YANIT

Kafa travması; hipermetabolizma, hiperkatabolizma, akut faz cevabı, immun yanıt yeterliliğinde (immunokompetans) azalma ve gastrointestinal fonksiyonlarda değişikliklerle karakterize sistemik metabolik değişikliklere yol açar ¹⁸.

1981 yılından önce ağır kafa travmalı hastalarda beslenme ve metabolizma ile ilgili yaklaşım, hastaların gastrointestinal fonksiyonları normale dönene veya oral alabilene kadar nütrisyonel desteğin ertelenmesi şeklinde idi. Bu durum, hastaların beslenmelerinin ortalama 5 ile 21 gün gecikmesine neden oluyordu^{19,20}. Ağır kafa travmalı hastalar; sepsis, multiorgan yetmezliği ve hatta ölümlle sonuçlanan ciddi metabolik ve fizyolojik strese maruz kalırlar. Bu nedenle, gecikmiş nütrisyonel destek kafa travmalı hastalarda yüksek mortalite oranları ile beraberdir²¹.

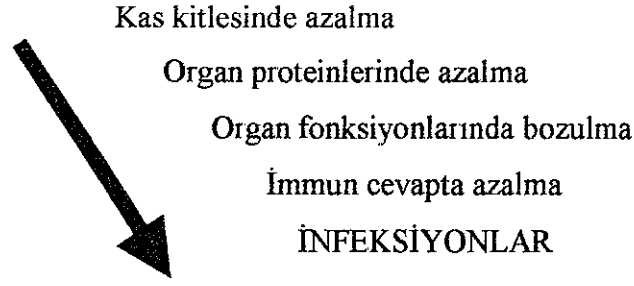
1981 yılından beri, ağır kafa travmalı hastalarda beslenme desteği ve metabolik bozukluk üzerinde önemle durulmaktadır. Bu hastalarda yetersiz beslenme; negatif nitrojen dengesi, kas kaybı, lipid yerine kas kullanımı, vital organ fonksiyonlarının bozulması, immunitenin kaybı, artmış sepsis ve mortalite oranı, hastanede kalış süresinin uzaması ve hastane masraflarının yükselmesi ile birlikte²¹. Bu nedenlerden dolayı, son yıllarda kafa travmalı hastaların metabolik ve beslenme durumu ile ilgili yapılan çalışmalarda önemli artış olmuştur.

Metabolik Değişiklikler:

Kafa travmalı hastalarda travmaya bağlı hipometabolizma ile karakterize Flow fazı veya hipermetabolizma ile karakterize Ebb fazı görülebilmektedir. Ancak, travmaya verilen metabolik cevap sonucunda vücutta oluşan başlıca iki olay **hiperkatabolizma** ve **hipermetabolizmadır**.

Hiperkatabolizma: Yapılan bir çok çalışmada, kafa travması sonrasında özellikle kortizol, epinefrin, norepinefrin ve glukagon gibi katabolik hormonlarda bir artma kaydedilmiştir¹⁹⁻²³. Bu hormonlardaki artışın direkt olarak travma ciddiyeti ile ilişkili olduğu görülmektedir. Glukokortikoid ve katekolaminlerdeki yükselme; glukoneogenesis, iskelet kaslarının yıkımı sonrasında aminoasit mobilizasyonu, artmış nitrojen atılımı, kilo kaybı ve kas güçsüzlüğü ile sonuçlanan değişik derecelerde katabolizmaya neden olur. Major travmaya verilen metabolik yanıtta dirençli hiperkatabolizma ön plandadır, dirençli hiperkatabolizma sonucunda oluşan yanıt aşağıda gösterilmiştir.

Dirençli Hiperkatabolizma



MULTİPL ORGAN YETMEZLİĞİ

Hipermetabolizma: Ağır kafa travmasını izleyen hiperdinamik durum, katekolamin artışı, kardiyak output ve kalp işinin artışı, taşikardi ve orta düzeyde hipertansiyon ile karakterizedir. Arteriyel epinefrin ve norepinefrin düzeylerindeki artma, pulmoner şant ile oksijen sunumu ve oksijen tüketiminde artmaya neden olur. Bu hastalarda oksijen tüketimi ve kalori gereksiniminde 1 yıla kadar uzayabilen bir artma söz konusu olabilmektedir²⁴. Ortaya çıkabilecek biyokimyasal değişiklikler; hiperglisemi, yara iyileşmesinde gecikme, serum proteinlerinin (albumin, protein, transferrin, retinol bağlayıcı protein ve prealbumin) azalması, C reaktif protein'in (CRP), interlökin-1 ve interlökin-6'nın artması ve hücrel immunitenin deprese olması şeklindedir. Bunlara ek olarak, üriner çinko kaybı artarak serum çinko düzeylerinde düşme görülmektedir. Ağır kafa travmalı hastalarda görülen patofizyolojik değişiklikler ise; üst gastrointestinal sistem fonksiyonlarının gecikmesine bağlı olarak mide boşalma süresinde uzama ve mide rezidüsünde artma, sepsis, vasküler geçirgenlik artışı, mukozal hasar ile beraber intestinal ödem, malabsorbsiyon ve bakteriyel translokasyon şeklindedir.

Akut Faz Yanıtı: Kafa travması; ateş, lökositoz, negatif nitrojen dengesi, akut faz, proteinlerinin sentezinde artma ve serum mineral düzeylerinde değişikliklerle kendini gösteren akut faz yanıtına neden olur²⁵.

BAZAL ENERJİ TÜKETİMİ (BET):

Beslenme desteğinin başlıca amacı, her birey için gerekli olan günlük enerji gereksiniminin sağlanması olduğundan her hasta için günlük enerji tüketimi tahmin edilebilmeli veya ölçülebilmelidir ²⁶. Hastaların günlük enerji tüketimi, istirahat ve açlık durumundaki bazal enerji tüketimi (BET) olarak tanımlanmıştır ²⁶

20. yüzyılın başlarında, Carnegie Enstitüsü'ndeki beslenme laboratuvarlarında insanların bazal metabolizması üzerine Francis G Benedict yönetiminde birçok çalışma yapılmıştır. Bir grup sağlıklı yetişkinde günlük enerji tüketimi araştırılmış ve yapılan bu araştırma sonucunda bazal enerji tüketimi (BET) için bir formül geliştirilmiştir (**Harris-Benedict eşitliği**) ve birimi kilokalori gün⁻¹ (kkal gün⁻¹) olarak belirlenmiştir ²⁷. Harris-Benedict eşitliği, klinikte ve deneysel çalışma amacıyla BET'nin hesaplanmasında en yaygın kullanılan formüldür ²⁷. Bu denklemde; yaş (yıl olarak), cinsiyet (erkek-kadın), boy (santimetre olarak) ve ideal vücut ağırlığı (kilogram olarak) gibi fizyolojik parametreler esas alınarak hesaplamalar yapılmaktadır. Harris-Benedict denklemi ile BET;

Erkeklerde:

$$\text{BET (kkal.gün}^{-1}\text{)} = 66 + (13.7 \times \text{ideal vücut ağırlığı}) + (5 \times \text{boy}) - (6.8 \times \text{yaş})$$

Bayanlarda:

$$\text{BET (kkal.gün}^{-1}\text{)} = 655 + (9.6 \times \text{ideal vücut ağırlığı}) + (1.7 \times \text{boy}) - (4.7 \times \text{yaş})$$

şeklinde hesaplanmaktadır (ICU book) Devine tarafından belirlenen ideal vücut ağırlığını hesaplamak için kullanılan formül aşağıda gösterilmiştir:

Erkeklerde:

$$\text{İdeal Vücut Ağırlığı} = 50 + 2.3 (\text{Boy} - 60)$$

Bayanlarda:

$$\text{İdeal Vücut Ağırlığı} = 45.5 + 2.3 (\text{Boy} - 60)$$

İNDİREKT KALORİMETRİ (İK)

Beslenmenin uygun bir şekilde yapılması kiritik hastalarda metabolik yanıtı desteklemek, immun sistemi stimule etmek, sepsis ve multiorgan yetmezliği gelişimini azaltmak ve surviyi arttırmak açısından önemlidir ²⁸⁻³². İndirekt kalorimetri cihazlarının geliştirilmesi ile kritik hastalarda beslenme durumunun tanımlanması, metabolik ihtiyaçların değerlendirilmesi ve monitörizasyonu, beslenme değişikliklerinin etkisinin izlenebilmesi sağlanmıştır ³³

Mekanik ventilatöre bağlı hastalarda istirahat enerji tüketiminin (REE) ölçülmesinin, hesaplanan formüllerden daha doğru sonuçlar verdiği, bunun da gereksinimden fazla veya az miktarda total parenteral nütrisyon (TPN) uygulamasını önlediği ileri sürülmüştür ^{34,35}.

Klinikte metabolik ısı üretiminin ölçülmesi imkansız olduğundan, metabolik enerji tüketimi, indirekt olarak tüm vücudun oksijen tüketimi (VO_2) ve karbondioksit üretimini (VCO_2) ölçerek hesaplanabilmektedir. Bu teknik **indirekt kalorimetri (İK)** olarak bilinmektedir ²⁶. İndirekt kalorimetrik ölçümler; ileri derecede gelişmiş, yatak başına taşınabilen, akciğerlerden oksijen ve karbondioksit gaz değişimini ölçen özel bir makine aracılığıyla gerçekleştirilir. Bu makine, belirli aralıklarla gaz değişimi ölçümünü yaparak VO_2 ve VCO_2 'ni 24 saat boyunca kayıt edebilir ²⁶.

İndirekt Kalorimetrimin Kullanım Amaçları:

- Kritik hastalarda; gerçek enerji tüketiminin ölçülmesini, metabolik ihtiyaçların değerlendirilmesini ve monitörizasyonunu, beslenme değişikliklerinin etkisinin izlenmesini sağlar³⁶⁻⁴¹
- Solunum gazlarının değişiminden ve idrar nitrojen atılımından insan organizmasında bulunan 3 temel besin kaynağının (karbonhidrat, lipid ve protein) oksidasyon oranlarının hesaplanmasını sağlar⁴²
- VO_2 ve VCO_2 ölçümleri ile oksijen sunumu, tüketimi arasındaki ilişki ve kardiyak output değerlendirilebilir^{36,41,43,44}
- Ayrıca solunum işinin, mekanik ventilatörden ayrılmanın sonuçlarının ve başarısının değerlendirilmesinde de rol oynamaktadır^{41,45,46}

İndirekt Kalorimetri Klinik Kullanım Amaçları

- Beslenme düzensizliği veya yetersizliğine yol açan durumlar
 - Kafa travması
 - Paralizi
 - Kronik obstrüktif akciğer hastalığı
 - Akut pankreatit
 - Rezidüel tümörü olan kanser vakaları
 - Multipl travma
 - Amputasyon
 - İdeal boy ve kiloları doğru bir şekilde tanımlanamayan hastalar
 - Tahmini beslenme desteği yetersizliği
 - Evde TPN uygulanması
 - Oral beslenememe ve 5 günden fazla mekanik ventilatör desteğine ihtiyaç duyulması
 - Transplantasyon
 - Morbid obezite
 - Ciddi hipermetabolik veya hipometabolik durumlar

- Mekanik ventilatörde solunum işinin ölçülmesi
- Mekanik ventilatörde oksijen tüketiminin değerlendirilmesi

İndirekt Kalorimetri Kullanım Kontrendikasyonları

Cihazın bağlanması sırasında ventilatör desteğinin kısa süreli kesilmesi hipoksi, bradikardi veya diğer yan etkilere neden olmayacaksa hiçbir kontrendikasyon yoktur

İndirekt Kalorimetri Kullanım Komplikasyonları

İndirekt kalorimetri kullanılarak metabolik ölçümlerin yapılması, birkaç yan etki veya komplikasyona neden olabilmekle birlikte güvenilir ve noninvaziv bir prosedürdür. Ortaya çıkabilecek yan etki ve / veya komplikasyonlar şunlardır:

- Kapalı devre kalorimetrelerde solunum devresindeki dolaşan havanın artması alveolar ventilasyonun azalmasına neden olabilir ^{40,47-49}
- Kapalı devre kalorimetrelerde ventilatör tetikleme duyarlılığı azalabilir ve bu da hastaların solunum işini arttırabilir ^{40,47}
- İndirekt kalorimetri parçalarının ventilatöre bağlanması sırasındaki hastaların kısa süreli ventilatörden ayrılması, hipoksi, bradikardi ve ajitasyona neden olabilir ^{50,51}
- Kalibrasyonun uygun yapılmaması veya sistemin yanlış kurulması yanlış sonuçlara ve değerlendirmelere yol açabilir ^{36,39,40}

İndirekt Kalorimetri Kullanımını Kısıtlayan Faktörler

- Hastaların ajite olması veya ölçüm sırasında yapılan girişimler ⁵²⁻⁵⁴
- Hastadan ve / veya ventilatör sisteminden aşağıdaki nedenlere bağlı gaz kaçağının olması:
 - Ventilatör devresinden kaçak ^{36,39}
 - Endotrakeal tüp kafından veya kafsız tüplerden kaçak ^{36,40}
 - Göğüs tüpü veya bronkoplevral fistülden kaçak ⁵⁵
- Ölçümler sırasında periton diyalizi veya hemodiyaliz uygulanması ^{36,56}

• Açık devre kalorimetri ile ölçümlerde aşağıdaki durumlarda REE ve RQ ölçümleri yanlış olabilir:

- Kaynak gaz basıncındaki değişikliklere bağlı inspire edilen oksijen konsantrasyonundaki (FiO_2) değişiklikler ^{57,58},
- FiO_2 'nin 0.6'dan yüksek olması ^{40,59,60},
- Spesifik ventilatör özelliklerine bağlı olarak inspire ve ekspire edilen gazların ayrımlarının yapılamaması ^{36,59,60}
- Ventilasyon sisteminde anestezi gazların veya O_2 , CO_2 ve nitrojenden başka gazların bulunması ⁵⁸,
- Sensörün çalışmasını engelleyen su buharının varlığı
- Hatalı kalibrasyon ⁶¹
- İndirekt kalorimetrinin ventilatöre bağlanmasının tetikleme mekanizmasında, ekspirasyon direncinin artmasında, basınç ölçümünde veya ventilatör idamesinde ters etkilere neden olması ⁴⁰,

• Kapalı devre kalorimetri ile ölçümlerde aşağıdaki durumlarda REE ve RQ ölçümleri yanlış olabilir:

- Ölçüm periyodunun REE'yi ölçebilecek kadar uzun olmaması ^{47,49},
- VO_2 ile ilişkili olmayan spirometre volümündeki değişikliklerle sonuçlanan fonksiyonel rezidüel kapasitedeki değişiklikler ^{48,49},
- Spontan solunum sırasındaki ölçümlerde sistem içine düşük VO_2 okunmasına neden olabilecek gaz sızması ^{36,47}
- Alveolar hipoventilasyon ve solunum katsayısı (respiratory quotient: RQ) değerlerinde değişikliklere neden olan uygun tidal volüm dağılımının engellenmesi ile sonuçlanan sıkıştırılabilir volümün artması ^{36,47}
- Solunum işinin artmasına neden olan sıkıştırılabilir volüm ve direncin artması ^{36,49}

İndirekt Kalorimetri Kullanım Gerekliliğinin Değerlendirilmesi

Metabolik ölçümler sadece hekim tarafından endikasyonları gözden geçirildikten sonra gerçekleştirilmelidir.

İndirekt Kalorimetrik Testlerin Kalite ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi

- Test kalitesi aşağıdaki durumlara bakılarak değerlendirilebilir:
 - RQ değerinin hastaların nütrisyonel alımı ile tutarlı olup olmadığına ^{36,40},
 - RQ değerinin normal fizyolojik aralıkta (0.67-1.3) kalıp kalmadığına ^{36,38,40},
 - Ölçülen VO₂'nin ortalama değerinin \pm % 10'u içerisinde ve ölçülen VCO₂'nin ortalama değerinin \pm % 6'sı içerisinde olup olmadığı ⁴⁰
- Ölçüm sonuçlarına göre:
 - Hastaların beslenme desteği rejimleri gözden geçirilip değiştirilebilir
 - VO₂ ölçümlerine dayanılarak mekanik ventilatör parametrelerinde ve / veya hemodinamik parametrelerin idamesinde başarılı değişiklikler yapılabilir

İndirekt Kalorimetri Cihazının Kalibrasyonu

İndirekt kalorimetri cihazının her kullanımından önce akım (flow) ve volüm ölçümlerini yapan akım sensörünün kalibrasyonu yapılmalıdır. Çevre şartları veya sistem değişirse kalibrasyon tekrarlanmalıdır. Akım ve volüm kalibrasyonu, 3 litre havayı alıp dışarı verebilecek kapasiteye sahip kalibrasyon şırıngası ile gerçekleştirilir. Kalibrasyon iki basamaktan oluşur

1. *Kalibrasyon basamağı:* Kalibrasyon şırıngası, akım sensörü ile birleştirildikten sonra inspirasyon ve ekspirasyon volümünün ölçümü için 5 ardışık ve birbirinin aynı hız ve volümde hava şırıngaya aspire edilip geri verilir. İşlemin doğruluğu cihaz üzerindeki monitörde eş zamanlı görülen akım-zaman ve volüm-zaman eğrileri ile kontrol edilmelidir
2. *Kontrol basamağı:* Inspire ve ekspire edilen volümlerin yeni düzenleyici faktörler kullanılarak hesaplanması esasına dayanır. Bu basamakta, kalibrasyon şırıngasına 5 ardışık ve birbirinden farklı hız ve miktarda hava aspire edilip geri verilir

Akım volüm kalibrasyonundan sonra % 16 oksijen, % 4 karbondioksit ve % 26 oksijen, % 0 karbondioksit içeren 2 adet kalibrasyon gaz karışımı tüpü kullanılarak gaz kalibrasyonu yapılır

İndirekt Kalorimetri Kullanımı İçin Gerekli Olanlar

- Açık veya kapalı devre İK cihazı
- Açık devre ölçümler sırasında FiO_2 'yi stabilize eden metod olmalı ve aşağıdaki özellikleri taşımalıdır:
 - Ventilatöre yüksek basınçlı gaz girişi ve gaz kaynağı arasında bir hava-oksijen karıştırıcısı
 - Ventilatör ana devresi ve nemlendirici arasında bir inspiratuar karıştırıcı kısım
- Ventilatör devresinde sürekli akım kullanıldığında bir izolasyon valvi, çift-yönlü ekshalasyon valvi veya inspiratuar ve ekspiratuar akımını ayıran diğer aletleri içermelidir⁵⁹
- Personel: Teknik ve hasta değerlendirilmesi konusunda eğitilmiş ve bilgili kişilerin İK ile metabolik ölçümleri yapması gerekmektedir. İK'yi kullanacak kişi;
 - Cihazı kalibre edebilmeli ve kullanabilmeli,
 - Mekanik ventilatörü kullanabilmeli ve hava-oksijen sistemi, spontan solunum mekanizmaları ve tüm alarm ve monitör fonksiyonları hakkında bilgiye sahip olmalı,
 - Normal fizyolojik sınırlar içerisinde metabolik ölçüm değerlerini bilmeli ve hastaların nutrisyon ve klinik durumu ışığında sonuçları değerlendirebilmeli,
 - Hastaların hemodinamik ve ventilatör durumunu değerlendirip hastaların klinik gidişini tersine çevirebilecek veya geliştirecek uygun düzeltici ve / veya terapötik girişimleri yapabilmelidir.

İndirekt Kalorimetrimin Kullanım Sıklığının Belirlenmesi

- İK ile metabolik ölçümler, hastanın klinik durumuna ve endikasyona göre tekrarlanabilmelidir. Klinik durumun hızla değiştiği hastalarda, enerji gereksinimindeki değişiklikleri yakından takip edebilmek için ölçümlerin çok daha sık yapılması gerekebilir. Bu durumlar:
 - Hemodinamik instabilite
 - Ani vücut sıcaklığı artışı

Tablo-1: İstirahat enerji tüketimini (REE) etkileyen faktörler.

REE'yi Etkileyen Faktörler

Arttıran nedenler:

Artan boyutlar
Cinsiyet (erkek)
Ateş
Termogenezis(titreme)
TPN / TEN uygulanması
Aşırı beslenme
Hiperventilasyon
Aspirin, vasopresör ajan, katekolamin
Solunum işi
Travmanın Ebb fazı
Aktivite, hareket, hemşire bakımı
Ağrı
Havayolu basıncı artışı

Azaltan nedenler:

Düşük yaş
Cinsiyet (kadın)
Sedatif, analjezik, β blokerler
Hipoventilasyon
Ventilatörün yerleştirilmesi
Travmanın flow fazı
Açlık

Tablo-2: Solunum katsayısını (RQ) etkileyen faktörler.

RQ'yu Etkileyen Faktörler:

Arttıran nedenler:

Hiperventilasyon
Metabolik asidoz
Aşırı beslenme
Kalibrasyon hatası, kaçaklar

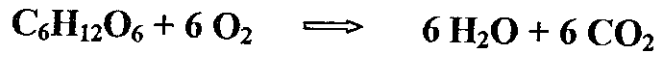
Azaltan nedenler:

Hipoventilasyon
Açlık, az beslenme
Ketozis
Glukoneogenezis
Kalibrasyon hatası

Bazı olumsuzluklarına karşın, indirekt kalorimetrimin günlük enerji ihtiyacının dikkatli değerlendirilmesi gereken ventilatöre bağlı olan kritik hastalarda kullanılması önerilmektedir ²⁶. Ancak İK cihazının bulunmadığı veya İK ile yapılacak ölçümleri olumsuz etkileyecek yukarıda bahsedilen faktörlerin olması durumunda, Harris-Benedict eşitliği gibi formüller kullanılarak tahmini enerji tüketimi hesaplanabilir.

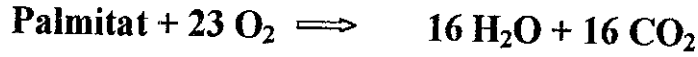
SOLUNUM KATSAYISI (RESPIRATORY QUOTIENT : RQ)

Solunum katsayısı (RQ), VCO_2 / VO_2 oranı olarak bilinmektedir. İndirekt kalorimetrik yöntemle ölçülebilen RQ değeri endojen besin maddelerinin oksidasyonunu (kullanımını) yansıtmaktadır ve hastaların nütrisyonel rejiminin değerlendirilmesi ile değiştirilmesinde kullanılmaktadır^{15,63}. Normalde RQ değeri 0.7 ile 1.0 arasındadır ve substrat oksidasyonu ile değişkenlik gösterir⁶⁴. Karbonhidrattan zengin diyetle RQ değeri 1.0'e yaklaşırken, uzamış açlıkta lipid oksidasyonunun artmasına bağlı olarak 0.7'nin altına düşer. RQ değeri karbonhidrat metabolizması için 1.0'e eşittir:



$$RQ = 6 VCO_2 / 6 VO_2 = 1.0$$

Lipid oksidasyonunda RQ değeri 1.0'in altında olmaktadır



$$RQ = 16 VCO_2 / 23 VO_2 = 0.7$$

Kafa travması, enerji tüketimini tahmin edilen BET'nden ortalama % 40 oranında artırır ve bu artış bazen % 130 ile % 250 arasında olabilmektedir¹⁸. Bu geniş varyasyon yaş, cinsiyet, spontan motor aktivite veya postür, ateş, travma ciddiyeti, tedaviler ve travmaya verilen sistemik yanıtta değişikliklere bağlıdır. Çocuk ve adolesanlardaki artış yetişkinlerdekine benzer şekildedir ve artış oranı % 110 ile % 176 arasında bulunmuştur¹⁸. Travma sonucu oluşan hipermetabolik durum 2. haftada pik yapmakta ve 5 hafta veya daha uzun sürmektedir¹⁸. Bir çok araştırmacı, kafa travması tedavisinde kullanılan nöromuskuler blokaj veya barbitüratların neden olduğu komanın, enerji tüketimini % 100 ile % 125 oranında azalttığını göstermişlerdir¹⁸.

Ağır kafa travmalı hastalarda, travmanın ciddiyetinin enerji tüketimi üzerinde önemli rol oynadığı ileri sürülmektedir. Bu nedenle, çalışmamıza dahil edilen ağır kafa travmalı hastaların travma skorları, daha sonra belirtilecek olan skora sistemlerine göre hesaplanmıştır.

NİTROJEN DENGESİ:

Klinikte hastaların günlük kalori ihtiyacı hesaplandıktan ve sağlandıktan sonra beslenmenin ikinci amacı, hastaların nitrojen ihtiyacının karşılanması için yeterli protein alımının sağlanmasıdır ⁶⁵. Vücuttan idrarla nitrojen kaybı ölçülebilir ve diğer nitrojen kaybına yol açan durumlar (gastrointestinal fistüller) tahmin edilebilir. Böylelikle gerekli nitrojen miktarı protein veya aminoasit olarak karşılanabilir. Hiperkatabolik hastalarda diğer enerji substratlarının kullanılmaması söz konusu olduğundan, iskelet kaslarının yıkımında görülür. Bunun sonucunda da nitrojen kaybı çok artar. Yapılan çalışmalarda, yüksek miktarda protein verilmesinin protein katabolizmasını önlemediği ancak azalttığı sonucuna varılmıştır. Kalori ihtiyacının hesaplanması nitrojen kaybı esasına dayandırılarak yapılırsa hastalarda aşırı beslenme görülme olasılığı yüksektir. Bu nedenle nonprotein kalori : nitrojen oranının 120-150 : 1 şeklinde olması önerilmektedir.

Kafa travması sonrasında oluşan metabolik değişiklikler substrat kullanımını, hücre yenilenmesini ve vücut kompozisyonunu etkiler. Eğer diyetle yeterli protein alımı sağlanamazsa kaybı karşılamak için endojen kas ve organ kütlesi kullanılır. Ağır travmanın ilk 10 günü içinde idrar üre nitrojen seviyeleri normalin 3 katı düzeylerine ulaşır. Normal sağlıklı bireylerde günde idrarla 5-10 gram nitrojen atılırken bu değer ağır kafa travmalı hastalarda ortalama 21 gram gün⁻¹ düzeyindedir ²¹. Bu durumda nitrojen dengesinin sağlanması için kabaca 130 gram proteinin diyetle alınması gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda günde 1-1.5 gr kg⁻¹ protein alan hastalarda travmadan sonraki ilk 2 hafta boyunca günde 105 grama ulaşan protein alımı olmasına rağmen negatif nitrojen balansı rapor edilmiştir ^{66,67}.

Günlük nitrojen dengesi aşağıdaki formülle hesaplanabilmektedir. 6.25 gram protein içinde 1 gram nitrojen bulunmaktadır. Dışkı ve cilt yoluyla vücuttan atılan nitrojen miktarı günlük yaklaşık 4 gramdır.

$$\text{Nitrojen dengesi} = \text{Alınan Nitrojen} - \text{Atılan Nitrojen}$$

$$\text{Nitrojen dengesi} = \frac{\text{Alınan Protein (gr)}}{6.25} - \frac{\text{İdrar Üre Nitrojeni (gr)}}{0.8} + 4 \text{ gr}$$

TRAVMA SKORLARI

Travma skor sistemleri, 1970'li yılların başlarında geliştirilmiştir. Bu tarihlerden itibaren travma hastalarındaki sonuçların değerlendirilmesi ve geniş hasta gruplarının karşılaştırılması için komplike skor sistemlerinde gelişmeler olmuştur.

Fizyolojik verilere dayanan bazı travma skorları şunlardır:

Glaskow Koma Skoru (GKS): GKS; ilk kullanılan ve bugün hala önemini koruyan, kafa travmalarının ağırlığının değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiş bir travma skorudur. Bu skorda sadece 3 tane veri elemanı vardır. Bunlar en iyi motor yanıt, en iyi verbal yanıt ve göz açma yanıtıdır. GKS'nun en yüksek değeri 15, en düşük değeri 3'tür. Nörolojik kötüleşmenin artması ile GKS düşmektedir. GKS daha sonra geliştirilen pek çok travma skorlama sisteminin içinde yer almıştır.

Tablo-3: Glaskow koma skoru (GKS)

| Glaskow Koma Skoru | | | | | |
|--------------------|---|-------------------|---|---------------------|---|
| Göz açma | | Verbal yanıt | | Motor yanıt | |
| Spontan açık | 4 | Anlamlı | 5 | Emirlere uyuyor | 6 |
| Sesli uyararla | 3 | Konfüzyonlu | 4 | Lokalizasyon | 5 |
| Ağrılı uyararla | 2 | İlgisiz kelimeler | 3 | Normal fleksiyon | 4 |
| Yanıt yok | 1 | Anlamsız sesler | 2 | Anormal fleksiyon | 3 |
| | | Yanıt yok | 1 | Anormal ekstansiyon | 2 |
| | | | | Yanıt yok | 1 |

Düzeltilmiş Travma Skoru (Revised Trauma Score-RTS): Travma Skoru'ndan RTS geliştirilmiştir. Bu skor, kaza yerinde triaj ve travma ağırlığının değerlendirilmesi amacıyla 2 şekilde uygulanmaktadır. RTS'nun 3 elemanı vardır: Glaskow Koma Skoru, sistolik kan basıncı (SKB) ve solunum sayısı (SS). RTS, her 3 değişkenin kodlanmış değerlerinin ağırlıklı değerlerle çarpılmasından sonraki toplamlarından elde edilir. Buna göre;

$$RTS = 0.9368 \times GKS_c + 0.7326 \times SKB_c + 0.2908 \times SS_c$$

RTS 0'dan yaklaşık 8'e kadar olan değerler arasındadır. RTS değeri düştükçe hastanın mortalite olasılığı artmaktadır. RTS'nun kod değerleri Tablo-4'te, gösterilmiştir

Tablo-4: Revize edilmiş travma skorunun (RTS) kod değerleri

| Kodlanmış Değer | Glaskow Koma Skoru | Sistolik Kan Basıncı (mmHg) | Solunum Sayısı (.dk ⁻¹) |
|-----------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| 4 | 13-15 | > 89 | 10-29 |
| 3 | 9-12 | 76-89 | > 29 |
| 2 | 6-8 | 50-75 | 6-9 |
| 1 | 4-5 | 1-49 | 1-5 |
| 0 | 3 | 0 | 0 |

Yaralanma Ağırlık Skoru (Injury Severity Score-ISS): Bu skor; anatomik yaralanmanın ciddiyetini belirleyen, değerleri 1 ile 75 puan arasında değişen bir indekstir. ISS'da hasta; baş ve boyun, yüz, göğüs, abdominal ve pelvik içerik, ekstremiteler ve pelvis ve eksternal olmak üzere 6 vücut bölgesine ayrılmıştır. Bu bölgelerdeki yaralanmalar 0'dan 5'e kadar sınıflandırılmıştır. ISS'u en ciddi yaralanan 3 vücut bölgesine ait en yüksek değerlerin karelerinin toplamıyla bulunur. ISS değeri yükseldikçe mortalite riski artmaktadır

Akut Fizyolojik ve Kronik Sağlık Değerlendirmesi Skoru (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation Score-APACHE II): APACHE II skoru, medikal ve cerrahi hastalar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda geliştirilmiştir. Bu skor, hastanın

yoğun bakıma başvurduğu ilk 24 saatteki 12 rutin fizyolojik ölçüm ile beraber hastanın yaşı ve daha önceki sağlık durumunu değerlendiren bir skorlama sistemidir ve maksimum puan 71'dir APACHE II skoru ile mortalite arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalarda, skorlama puanının arttığı durumlarda mortalite oranlarının da arttığı görülmüştür ve bu skorlama sisteminin sonuç ile ilişkili olduğu kanısına varılmıştır⁶⁸

Glaskow Outcome Skoru (GOS): Bu skorlama sistemi, kafa travmalı hastaların tedavileri tamamlandıktan sonra nörolojik durumlarını değerlendirmeyi sağlar

Tablo 5: Glaskow outcome skoru (GOS)

| | Glaskow Outcome Skoru |
|--|-----------------------|
| Bilinç açık, minör problem mevcut | 5 |
| Bilinç açık, başkalarından bağımsız, çalışabilir | 4 |
| Bilinç açık, ancak ciddi derecede sakatlık | 3 |
| Nörovejetatif durum (Bitkisel hayat) | 2 |
| Ölüm | 1 |

Ramsay Sedasyon Skoru:Hastaların sedasyon derecelerinin değerlendirilmesinde kullanılan sedasyon skorlama sistemi **Ramsay Sedasyon Skoru** olarak bilinmektedir.

Buna göre:

| | Ramsay Sedasyon Skoru |
|---|-----------------------|
| Sinirli, ajite ve / veya huzursuz hasta | 1 |
| Koopere, oryante ve sakin hasta | 2 |
| Sadece emirlere uyan hasta | 3 |
| Uyuyan, glabellaya vurma veya yüksek sese hemen yanıt veren hasta | 4 |
| Uyuyan, glabellaya vurma veya yüksek sese yavaş yanıt veren hasta | 5 |
| Bu uyarılara hiç yanıt vermeyen hasta | 6 |

GEREÇ VE YÖNTEM:

Bu prospektif çalışmaya; Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi 24 yataklı reanimasyon ünitesine, Mart 2000 ile Ekim 2000 tarihleri arasında, travma (araç içi ve dışı trafik kazası, motorsiklet kazası, yüksekten düşme) nedeniyle yatırılan;

Glasgow Koma Skoru (GKS) ≤ 8 ,

Oksijen konsantrasyonu (FiO_2) ≤ 0.5 olarak mekanik ventilatörde ventile edilen,
Periferik oksijen saturasyonu (SpO_2) % 95'in üzerinde olan 36 hasta dahil edildi

GKS 8 ve 8'in altında olan hastaların yoğun bakıma alındıktan sonra Yaralanma Ağırlık Skoru (ISS), Düzeltilmiş (Revize edilmiş) Travma Skoru (RTS) ve Akut Fizyolojik ve Kronik Sağlık Değerlendirmesi Skoru (APACHE II) ile yoğun bakımdan çıkışta Glasgow Outcome Score (GOS) ve yoğun bakımda kalış süreleri belirlendi APACHE II skoru hesaplanırken hastanın en kötü değerleri göz önünde bulunduruldu.

Hastalar nörolojik muayeneleri yapıldıktan sonra, acil serviste $2 \mu g kg^{-1}$ fentanil, $0.1-0.2 mg kg^{-1}$ midazolam ve $0.1 mg kg^{-1}$ vecuronium verilerek orotrakeal entübe edildiler. Entübasyon sonrasında hastaların hemodinamik stabiliteleri sağlandıktan (sistolik arteriyel basınçları 120 mmHg ve üzerinde olacak şekilde) ve ventilasyonun yeterliliğinden emin olunduktan sonra [periferik oksijen saturasyonları (SpO_2) % 95'in üzerinde olacak şekilde] bilgisayarlı beyin tomografisi (BBT) çekildi. BBT sonrasında operasyonu gereken hastalar ameliyathaneye alındı ve postoperatif yoğun bakıma kabul edildiler. BBT sonucuna ve klinik bulgulara göre 26 hastaya intraventriküler şant yerleştirilerek intrakraniyal basınçları monitörize edildi.

Yoğun bakıma alınan tüm ağır kafa travmalı hastalar, Puritan Bennet 7200ae ventilatör ile asist-kontrollü ventilasyon modunda, tidal volüm $8-10 ml kg^{-1}$, PEEP 5 cmH₂O olacak şekilde ventile edilmeye başlandı. SpO_2 % 95 ve üzerinde ve parsiyel arteriyel karbondioksit basınçları ($PaCO_2$) ~ 35 mmHg olacak şekilde mekanik ventilatör parametreleri düzenlendi.

Tüm hastalar mekanik ventilatöre bağlandıktan sonra, arteriyel kanülasyon ve santral venöz kateterizasyon yapıldı, 14 F orogastrik sonda ve mesaneye idrar sondası yerleştirildi Hastaların elektrokardiyografi (EKG), invaziv ve noninvaziv arteriyel basınçları, santral venöz basınçları (SVB), periferik oksijen saturasyonları (SpO₂) ve intraventriküler direnaj yerleştirilen hastalarda kafa içi basınçları (KİB) monitörize edildi Bu parametrelerin saatlik kayıtları tutuldu.

Hastaların hepsine ilk 48 saatte 0.01-0.02 µg kg⁻¹.dk⁻¹ dozunda fentanil ve 0.3-0.5 µg kg⁻¹ dk⁻¹ dozunda midazolam sedasyonu sürekli infüzyon şeklinde uygulandı Aspirasyon, yatak yapımı, pansuman uygulamaları ve invaziv girişimler öncesinde ek sedasyon ve / veya non-depolarizan kas gevşetici verildi

KİB monitörize edilen hastalarda KİB 20 mmHg'nın altında, orta arter basıncından KİB'nin çıkarılmasıyla belirlenen serebral perfüzyon basınçları (SPB = OAB - KİB) 70 mmHg'nın üzerinde tutulmaya çalışıldı Bunları sağlamak için gerekli durumlarda beyin omurilik sıvısı (BOS) direnaji, % 20 mannitol (0.25 gr kg⁻¹) bolus olarak verilmesi, gerekli durumlarda pentotal infüzyonu (1 mg kg⁻¹ saat⁻¹ dozunda), hipotermi ve hipokapni uygulandı Bütün bunlara rağmen KİB 20 mmHg üzerinde seyredenlerde, anizokori veya pupil dilatasyonu gelişenlerde Nöroşirurji uzmanları tarafından 12 hastaya dekompresyon kraniyektomi yapıldı.

Sistolik arteriyel kan basınçları uygun olan (120 mmHg ve üzerinde) hastaların başı 30-40° kaldırıldı ve baş orta hatta tutuldu Beyin venöz dönüşünü engelleyecek girişimlerden kaçınıldı

Hastaların hiçbirine steroid verilmedi

Tüm hastalar stres ülser profilaksisi için orogastrik yoluyla sukralfat aldılar

Hastaların hepsinde hipertermi önlemleri

Tüm hastalara başlangıçta izotonik sodyum klorür (% 0.9 NaCl) infüzyonu başlandı Serum Na⁺ düzeyi 145-150 mEq L⁻¹ olacak şekilde takip edildi, gerekirse % 3 NaCl solüsyonu eklendi.

Her hastanın günlük ortalama enerji tüketimleri hesaplanan ve ölçülen iki ayrı yöntemle ayrı ayrı belirlendi. Hastaların BET'lerinin hesaplanmasında Harris-Benedict eşitliği kullanıldı:

Erkeklerde:

$$\text{BET (kcal.gün}^{-1}\text{)} = 66 + (13.7 \times \text{ideal vücut ağırlığı}) + (5 \times \text{boy}) - (6.8 \times \text{yaş})$$

Kadınlarda:

$$\text{BET (kcal.gün}^{-1}\text{)} = 655 + (9.6 \times \text{ideal vücut ağırlığı}) + (1.7 \times \text{boy}) - (4.7 \times \text{yaş})$$

Hesaplanan BET değerleri aşağıdaki şekilde düzeltme yapılarak hesaplandı:

| | |
|---|-------------------|
| Postoperatif yoğun bakıma alınan hastalarda | + % 10, |
| Multipl travması olan hastalarda | + % 25-30, |
| Vücut sıcaklığı > 37°C olan hastalarda her 1°C için | + % 10 |
| Mekanik ventilatöre bağlı hastalarda | - % 15 |

Hastaların indirekt kalorimetrik ölçümleri, Vmax 6200 Metabolic Measurement Cart (Sensor Medics, Yorba Linda, CA, USA) ile yapıldı. İndirekt kalorimetri cihazının her kullanımından önce akım (flow) ve volüm ölçümlerini yapan akım sensörünün kalibrasyonu yapıldı, çevre şartları veya sistem değişirse kalibrasyon tekrarlandı.

Kalibrasyon sonrasında cihaza monte edilmiş olan bilgisayar aracılığıyla hastaların demografik verileri (yatak numarası, adı-soyadı, doğum tarihi, cinsiyeti, boyu, kilosu, ırkı) kaydedildi. Metabolik karta ait oksijen, karbondioksit ve akım ölçer sensörü

bulunan 2 ayrı ayardan birincisi, mekanik ventilatörün inspirasyon çıkışına; ikincisi ise, mekanik ventilatörün ekspirasyon valvine bağlandı Akım ve gaz kalibrasyonları tamamlandıktan ve monitör ile mekanik ventilatör bağlantıları yapıldıktan sonra sistem gaz kaçağı açısından gözden geçirildi ve ölçümlere başlandı.

Ölçümler sırasında hastalar sedatize idi ve tüm ölçümler boyunca hastalara pansuman, aspirasyon, hemşire bakımı gibi girişimler uygulanmadı Hastaların sedasyon dereceleri Ramsay Sedasyon Skalası'na göre değerlendirildi. Ayrıca mekanik ventilatör parametreleri indirekt kalorimetri ile yapılan ölçümler sırasında değiştirilmedi Mekanik ventilatör parametrelerinin değişimi gerektiğinde ise ölçüm sonlandırıldı.

İndirekt kalorimetri ile ölçümler hastaların yoğun bakıma alınışlarının ilk 24 saati ve 2. 24 saatinde yapıldı Çalışmaya alınan 36 hastada toplam 55 kez monitörizasyon gerçekleştirildi. İndirekt kalorimetri cihazı ile 12 saat boyunca metabolik ölçümler monitörize edildi ve ölçümler sırasında tüm hastaların steady-state durumunda (hareketsiz, gözleri açık veya kapalı, çevredeki olaylara cevapsız) olmasına dikkat edildi. İndirekt kalorimetri cihazı dakikada 5 ölçüm yapacak şekilde ayarlandı. İndirekt kalorimetri ile yapılan ölçümlerin başlangıcında, 6. saati ve 12 saatinde hastalara ait hemodinamik parametreler (sistolik arteriyel basınçlar, diyastolik arteriyel basınçlar ve orta arter basınçları ile kalp atım hızları ve santral venöz basınçlar), kafa içi basınçları, ateş ölçümleri, mekanik ventilatör parametreleri (dakika volüm, FiO_2 , PEEP değerleri) ve arteriyel kan gazı analizleri (pH, PaO_2 , $PaCO_2$, HCO_3 , baz farkı), İK ile ölçülen parametreler (REE, VO_2 , VCO_2 RQ) kayıt edildi. Ölçüm bitiminde REE, VO_2 , VCO_2 , RQ değerlerinin ortalamaları alındı. İndirekt kalorimetri ile ölçümlerin yapıldığı ilk 48 saat içinde hastalara total parenteral nutrisyon (TPN) ve / veya total enteral nutrisyon (TEN) başlanmadı. Hastalar bu sürede % 0.9 NaCl infüzyonu aldı.

Hastaların nitrojen dengesinin değerlendirilmesi için 24 saatlik idrarları toplanarak idrardaki üre miktarı laboratuvarında test edildi ve hastaların nitrojen dengesi hesaplandı.

$$\text{Nitrojen dengesi} = \text{Alınan Nitrojen} - \text{Atılan Nitrojen}$$

$$\text{Nitrojen dengesi} = \frac{\text{Alınan Protein (gr)}}{6.25} - \frac{\text{İdrar Üre Nitrojeni (gr)}}{0.8} + 4 \text{ gr}$$

Bu çalışmada amacımız;

- 1- Ağır kafa travmalı yoğun bakım hastalarında enerji tüketiminin belirlenmesinde en doğru ve güvenilir yöntemin hangisi olduğunu,
- 2- Yoğun bakım hastalarının enerji tüketimlerinin belirlenmesinde indirekt kalorimetri kullanımının rutine geçmesinin yararlı olup olmadığını,
- 3- İndirekt kalorimetrinin bulunmadığı veya kullanılmadığı durumlarda özellikle travmanın erken döneminde Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan enerji tüketiminin güvenilirliğini,
- 4- Travmanın ağırlığı ile enerji tüketiminin ve nitrojen dengesi arasında ilişki olup olmadığını araştırmaktır

Çalışmaya ait verilerin istatistikleri SPSS 9.05 programında yapıldı. Hastaların Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ve İK ile ölçülen enerji tüketimleri Bağımlı Örneklerde İki Ortalama Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi (Paired Samples t Testi) ile karşılaştırıldı. Anlamlılık düzeyi p değeri ile değerlendirildi ve $p \leq 0.05$ anlamlı olarak kabul edildi. Hastalara ait tekrarlayan hemodinamik parametreler (sistolik, diyastolik ve orta arter basınçları, kalp atım hızı, santral venöz basınçları), ateş, kafa içi basınçları, indirekt kalorimetri ile ölçülen parametreler (REE, VO_2 , VCO_2 , RQ) arasındaki anlamlılık Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi (ANOVA on Repeated Measures) ile bu parametrelerin travma skorları grupları arasındaki anlamlılıkları Bağımsız Örneklerde İki Ortalama Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi (Independent Samples t Test) ile test edildi. Tüm verilerin ortalamalarının yanında standart sapmaları (SS) da belirtildi.

BULGULAR:

Çalışma grubumuzu oluşturan 36 hastanın ortalama yaşı 32.4 ± 19.8 , kadın erkek oranı 1 : 4 dür (Tablo-6)

Tablo-6: Hastaların demografik özellikleri

| Parametreler | Ortalama \pm SS* | Min. – maks. |
|------------------|--------------------|--------------|
| Yaş (yıl) | 32.4 ± 19.8 | 4-85 |
| Cinsiyet (K / E) | 7 / 29 | |
| Ağırlık (kg) | 66.6 ± 16.6 | 20-95 |
| Boy (cm) | 167.7 ± 18.6 | 105-180 |

SS* : Testin standart sapmasıdır.

Hastaların yoğun bakıma kabul edilişlerindeki ortalama travma skorları, yoğun bakımdan çıkıştaki outcome skorları ve yoğun bakımda kalış süreleri ile bu skor ve sürelerin en düşük ve en yüksek değerleri Tablo-7'de gösterilmiştir.

Hastaların ortalama GKS 5.3 ± 1.8 , ortalama APACHE II skoru 16.4 ± 4.5 , ortalama ISS 24.7 ± 10.2 , ortalama RTS 4.8 ± 1.1 ve ortalama GOS 2.8 ± 1.3 iken hastaların ortalama yoğun bakımda kalış süreleri 21.1 ± 14.5 gündür. Çalışmamızda GKS'ü 3 olan 6 hasta, 4 olan 9 hasta, 5 olan 7 hasta, 6 olan 1 hasta, 7 olan 7 hasta ve 8 olan 6 hasta vardı.

Tablo-7: Hastaların ortalama travma skorları ile sonuç skorları (GOS) ve yoğun bakımda kalış süreleri.

| Travma skorları | Ortalama \pm SS* | Min. – Maks. |
|--------------------------------|--------------------|--------------|
| GKS | 5.3 ± 1.8 | 3-8 |
| APACHE II | 16.4 ± 4.5 | 8-28 |
| ISS | 24.7 ± 10.2 | 5-45 |
| RTS | 4.8 ± 1.1 | 2.7-6.0 |
| GOS | 2.8 ± 1.3 | 1-5 |
| Yoğun bakım kalış süresi (gün) | 21.1 ± 14.5 | 4-60 |

SS* : Testin standart sapmasıdır.

Hastaların İK ile yapılan metabolik testlerin başlangıcında, testin 6 saatinde ve 12 saatinde alınan sistolik arter basınçları (SAB), diyastolik arter basınçları (DAB) ve orta arter basınçları (OAB), santral venöz basınçları (SVB) ve kafa içi basınçları (KİB), kalp atım hızı (KAH) ve ateş ölçümlerinin ortalamaları ile günlük ortalama nitrojen dengesi Tablo-8'de gösterilmiştir. Test başlangıcında, testin 6. saati ve 12. saatindeki ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p > 0.05$). Hastaların SAB, DAB ve OAB, SVB ve KİB, KAH ve ateş ölçümlerinde test süresince herhangi bir değişiklik olmamış, hastalar bu sürede stabil kalmışlardır.

Tablo-8: Hastaların İK ile yapılan metabolik testin başlangıcındaki, testin 6. saati ve 12. saatindeki ortalama hemodinamik parametreleri, kafa içi basınçları ve ateş verileri ile ortalama nitrojen dengeleri

| Parametreler | Başlangıç ± SS* | 6. saat ± SS | 12. saat ± SS | Ortalama ± SS |
|---|--------------------|-----------------|------------------|------------------|
| SAB (mmHg) | 124.1 ± 24.5 | 128.1 ± 16.0 | 129.5 ± 15.1 | 126.0 ± 27.0 |
| DAB (mmHg) | 62.3 ± 10.4 | 63.1 ± 13.1 | 65 ± 12.1 | 63.6 ± 10.7 |
| OAB (mmHg) | 84.7 ± 11.3 | 85.4 ± 12.2 | 86.5 ± 13.3 | 85.2 ± 11.5 |
| KAH (atım.dk ⁻¹) | 84.0 ± 20.4 | 85.7 ± 19.0 | 86.5 ± 17.8 | 84.5 ± 16.1 |
| Ateş (°C) | 36.7 ± 0.5 | 36.7 ± 0.5 | 36.8 ± 0.5 | 36.7 ± 0.5 |
| SVB (mmHg) | 7.3 ± 2.4 | 7.2 ± 2.4 | 7.6 ± 2.4 | 7.4 ± 2.4 |
| KİB (mmHg) | 18.7 ± 9.3 | 18.9 ± 8.8 | 19.4 ± 11.5 | 19.1 ± 10.2 |
| Nitrojen dengesi (gr.gün ⁻¹) | - | - | - | -21.6 ± 16.0 |

SS* : Testin standart sapmasıdır

Hastalara ait arteriyel kan gazı analizlerinin [pH, PaO₂, PaCO₂, HCO₃⁻, baz farkı (BF)] ve mekanik ventilatör parametrelerinin [FiO₂, dakika volümü (DV), positive end-expiratory pressure (PEEP)] İK ile yapılan testin başlangıcındaki, testin 6. saati ve 12. saatindeki ortalamaları Tablo-9'da gösterilmiştir. Test başlangıcında, testin 6. saati ve 12. saatindeki ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p > 0.05$). İndirekt kalorimetrik ölçümler sırasında hastaların arteriyel kan gazı analizlerinde ve mekanik ventilatör parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Tablo-9: Hastaların İK ile yapılan metabolik testin başlangıcındaki, testin 6 saati ve 12. saatindeki arteriyel kan gazı analizlerinin ve mekanik ventilatör parametrelerinin ortalama verileri.

| Parametreler | Başlangıç ± SS* | 6. saat ± SS | 12. saat ± SS | Ortalama ± SS |
|---|--------------------|-----------------|------------------|------------------|
| pH | 7.43 ± 4.5 | 7.44 ± 4.1 | 7.43 ± 3.0 | 7.44 ± 4.2 |
| PaO ₂ (mmHg) | 148.1 ± 39.8 | 146.7 ± 36.5 | 146.6 ± 36.8 | 144.0 ± 40.0 |
| PaCO ₂ (mmHg) | 32.6 ± 3.9 | 33.6 ± 2.7 | 33.7 ± 3.0 | 32.5 ± 3.5 |
| HCO ₃ ⁻ (mmol.L ⁻¹) | 22.1 ± 2.8 | 22.7 ± 1.8 | 22.3 ± 2.0 | 22.3 ± 2.5 |
| BF (mmol.L ⁻¹) | +0.8 ± 2.5 | +0.34 ± 2.0 | +0.17 ± 2.0 | -0.14 ± 2.5 |
| FiO ₂ (%) | 0.41 ± 2.8 | 0.41 ± 2.6 | 0.41 ± 2.6 | 0.41 ± 2.4 |
| DV (L.dk ⁻¹) | 6.7 ± 1.6 | 6.7 ± 1.7 | 6.7 ± 0.7 | 6.7 ± 1.7 |
| PEEP (cmH ₂ O) | 5.8 ± 0.8 | 5.9 ± 0.9 | 5.9 ± 1.0 | 5.8 ± 0.9 |

SS* : Testin standart sapmasıdır.

Hastalara ait Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ortalama günlük kalori tüketimi 1674.6 ± 317.5 kilokalori (kcal) ve İK ile ölçülen ortalama günlük REE 1881.2 ± 465.0 kcal olarak tespit edilmiştir (Tablo-10). Yapılan istatistiksel analiz sonunda tüm hastalar ele alındığında; Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ve İK ile ölçülen enerji tüketimleri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur (p ≤ 0.05). Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ve İK ile ölçülen REE'leri arasındaki korelasyon % 53.5'tir ve bu değer istatistiksel olarak anlamlıdır (p ≤ 0.05).

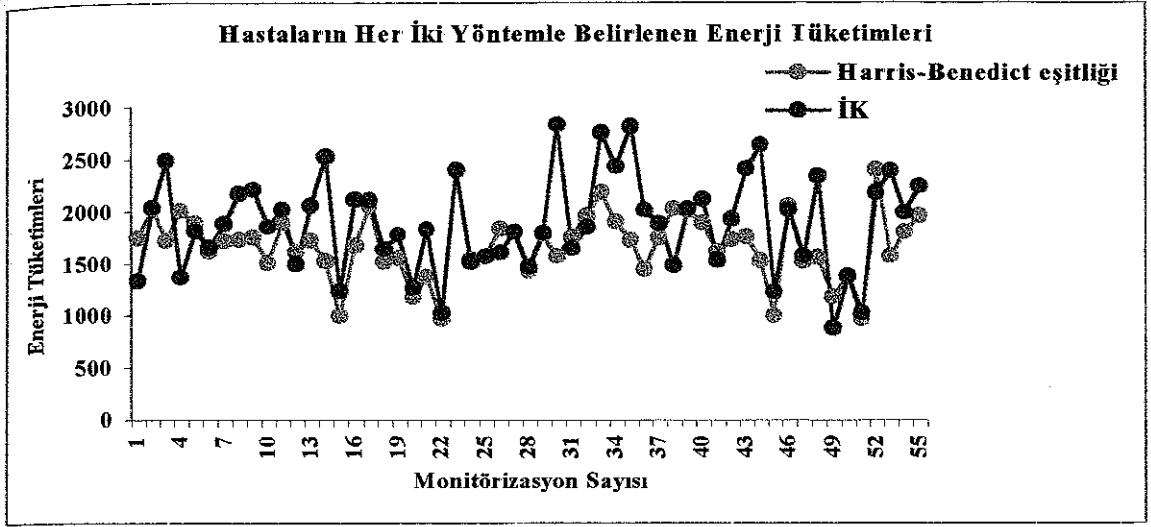
Tablo-10: Hastalara ait Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan günlük enerji tüketimleri ve İK ile ölçülen REE'lerinin test başlangıcı, testin 6 saati ve 12. saatindeki ortalama değerleri

| Parametreler | Başlangıç ± SS* | 6. saat ± SS | 12. saat ± SS | Ortalama ± SS |
|--|--------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Harris-Benedict (kcal.gün ⁻¹) | - | - | - | 1674.7 ± 317.5 |
| REE (kcal.gün ⁻¹) | 1735.2 ± 470.0 | 1928.3 ± 558.8 | 1774.7 ± 409.8 | 1881.2 ± 465.0** |

SS* : Testin standart sapmasıdır

** : İki yöntem arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p ≤ 0.05)

Grafik-1: Hastaların her 2 yöntemle belirlenen enerji tüketimleri.



Hastalara ait İK ile yapılan metabolik ölçümlerin test başlangıcı, testin 6 saati ve 12 saatindeki ortalamaları Tablo 11'de gösterilmiştir. Buna göre metabolik testlerin başlangıcında, 6. saatte ve 12 saatte elde edilen verilerin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p > 0.05$). Hastaların ortalama oksijen tüketimi (VO_2) değeri 0.273 ± 0.07 L dk⁻¹, ortalama karbondioksit üretimi (VCO_2) değeri 0.217 ± 0.06 L dk⁻¹ ve ortalama solunum katsayısı (RQ) değeri 0.80 ± 0.09 olarak ölçülmüştür.

Tablo-11: Hastalara ait İK ile ölçülen parametrelerin test başlangıcı, testin 6. saati ve 12 saatindeki ortalama değerleri

| Parametreler | Başlangıç $\pm SS^a$ | 6. saat $\pm SS$ | 12. saat $\pm SS$ | Ortalama $\pm SS$ | p^a |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| VO_2 (L.dk ⁻¹) | 0.247 ± 0.07 | 0.273 ± 0.08 | 0.255 ± 0.06 | 0.273 ± 0.07 | AD ^b |
| VCO_2 (L.dk ⁻¹) | 0.211 ± 0.06 | 0.227 ± 0.07 | 0.218 ± 0.06 | 0.217 ± 0.06 | AD ^b |
| RQ | 0.85 ± 0.10 | 0.84 ± 0.08 | 0.85 ± 0.10 | 0.80 ± 0.09 | AD ^b |

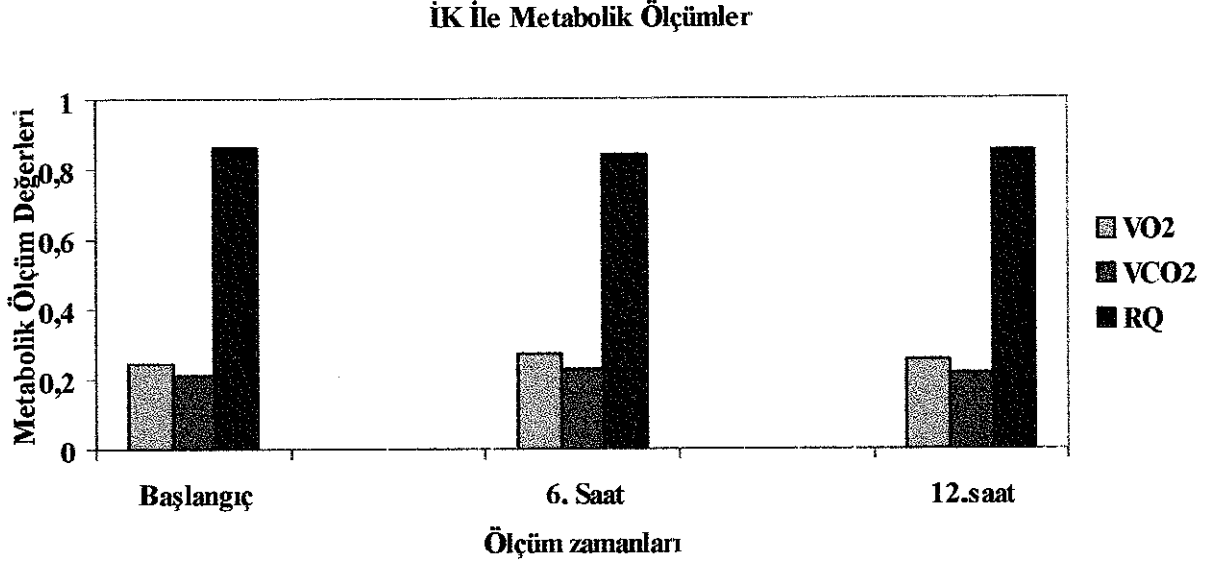
SS^a : Testin standart sapmasıdır.

p^a : Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi ile test edilmiştir.

AD^b: Anlamlı değil ($p > 0.05$)

Hastalara ait İK ile ölçülen metabolik ölçümlerin testin başlangıcı, testin 6. saati ve 12. saatindeki ortalama değerleri Grafik 2’de gösterilmektedir.

Grafik-2: Hastaların İK ile yapılan metabolik ölçüm sonuçları.



Hastaların GKS’larına göre her iki yöntemle belirlenen günlük enerji tüketimleri Tablo-12’de gösterilmektedir. Buna göre GKS 8 ve 8’in altında olan tüm hastalarda İK ile ölçülen ortalama günlük REE değerleri, Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan değerlerden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde fazla bulunmuştur ($p \leq 0.05$)

Tablo-12: Hastaların GKS’larına göre Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ve İK ile ölçülen ortalama günlük enerji tüketim değerleri

| GKS | Monitör. Sayısı | Harris-Benedict \pm SS* (kcal.gün ⁻¹) | REE \pm SS (kcal.gün ⁻¹) | P ^a |
|-----------------|-----------------|--|---|----------------|
| ≤ 5 | 36 | 1667.7 \pm 376.2 | 1790.3 \pm 454.1 | ≤ 0.05 |
| ≥ 6 | 19 | 1687.7 \pm 164.2 | 2053.3 \pm 446.8 [#] | ≤ 0.05 |
| Ortalama | 55 | 1674.6 \pm 317.5 | 1881.1 \pm 465.0 | ≤ 0.05 |

SS* : Testin standart sapmasıdır.

p^a: Bağımlı Örneklerde İki Ortalama Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi ile analiz edilmiştir. İki enerji tüketimi belirleme yöntemi arasındaki anlamlılığı gösterir.

#: İK ile ölçülen REE, GKS ≤ 5 ve ≥ 6 olan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı olarak farklıdır.

GKS 8 ve 8'in altında olan tüm hastaların Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan günlük ortalama enerji tüketimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p > 0.05$). Ancak GKS 6 ve 6'nın üzerinde olan hasta grubunda İK ile ölçülen günlük ortalama REE'leri, GKS 5 ve 5'in altında olan hasta grubundan istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde fazla bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Hastaların GKS'larına göre İK ile ölçülen VO_2 , VCO_2 ve RQ değerleri Tablo-13'de gösterilmektedir. Buna göre; ortalama VO_2 değerleri GKS 6 ve 6'nın üzerinde olan hastalarda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde ($p \leq 0.05$) fazla bulunurken, ortalama VCO_2 ve RQ ölçümlerinde gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilememiştir ($p > 0.05$).

Tablo-13: Hastaların GKS'larına göre İK ile ölçülen VO_2 , VCO_2 ve RQ değerleri

| Metabolik ölçümler | GKS ≤ 5 | GKS ≥ 6 | p^a |
|--|------------------|------------------|-----------------|
| VO_2 (L.dk ⁻¹) \pm SS [*] | 0.259 \pm 0.06 | 0.300 \pm 0.06 | ≤ 0.05 |
| VCO_2 (L.dk ⁻¹) \pm SS | 0.211 \pm 0.05 | 0.230 \pm 0.06 | AD ^b |
| RQ \pm SS | 0.82 \pm 0.09 | 0.76 \pm 0.07 | AD ^b |

SS^{*} : Testin standart sapmasıdır.

p^a : Bağımlı Örneklerde İki Ortalama Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi ile analiz edilmiştir.

AD^b: Anlamlı değil ($p > 0.05$).

Hastaların APACHE II skorlarına göre Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ve İK ile ölçülen günlük enerji tüketimlerinin ortalamaları Tablo-14'te gösterilmektedir. APACHE II skorlarına göre hastaların her 2 yöntemle günlük ortalama enerji tüketim sonuçları karşılaştırılmışlardır. Buna göre, APACHE II skoru hem 15'in altında, hem de 15'in üzerinde olan grupta İK ile ölçülen REE'leri daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Her iki grupta da gözlenen iki yöntem arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

APACHE II skoru 15'in altında ve üzerinde olan gruplar karşılaştırıldığında iki yöntemle tespit edilen enerji tüketimleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$).

Tablo-14: Hastaların APACHE II skorlarına göre Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ve İK ile ölçülen ortalama günlük enerji tüketim değerleri.

| APACHE II | Monitör. Sayısı | Harris-Benedict±SS* (kcal.gün ⁻¹) | REE ± SS (kcal.gün ⁻¹) | p ^a |
|-----------------|-----------------|--|---------------------------------------|----------------|
| ≤ 15 | 26 | 1705.5 ± 385.3 | 1903.1 ± 452.7 | ≤ 0.05 |
| ≥ 16 | 29 | 1647.0 ± 245.2 | 1861.4 ± 482.7 | ≤ 0.05 |
| Ortalama | 55 | 1674.6 ± 317.5 | 1881.1 ± 465.0 | ≤ 0.05 |

SS* : Testin standart sapmasıdır

p^a: Bağımlı Örneklerde İki Ortalama Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi ile analiz edilmiştir. İki enerji tüketimim belirleme yöntemi arasındaki anlamlılığı gösterir.

Hastaların APACHE II skorlarına göre İK ile ölçülen VO₂, VCO₂ ve RQ değerleri Tablo-15'te gösterilmektedir. İK ile ölçülen parametreler APACHE II skoru gruplarına göre karşılaştırıldığında gruplar arasındaki fark anlamlı değildir (p > 0.05).

Tablo-15: Hastaların APACHE II skorlarına göre İK ile ölçülen VO₂, VCO₂ ve RQ değerleri.

| Metabolik ölçümler | APACHE II ≤ 15 | APACHE II ≥ 16 | p ^a |
|---|----------------|----------------|-----------------|
| VO ₂ (L.dk ⁻¹) ± SS* | 0.259 ± 0.07 | 0.268 ± 0.07 | AD ^b |
| VCO ₂ (L.dk ⁻¹) ± SS | 0.220 ± 0.06 | 0.215 ± 0.06 | AD ^b |
| RQ ± SS | 0.79 ± 0.09 | 0.80 ± 0.08 | AD ^b |

SS* : Testin standart sapmasıdır.

p^a: Bağımlı Örneklerde İki Ortalama Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi ile analiz edilmiştir.

AD^b: Anlamlı değil (p > 0.05)

Hastaların ISS'larına göre Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan enerji tüketimlerinin ve İK ile ölçülen enerji tüketimlerinin ortalamaları Tablo-16'da gösterilmektedir. Buna göre, ISS ≤ 25 olan hastalarda bu iki yöntemle belirlenen enerji tüketimleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p ≤ 0.05). Ancak ISS ≥ 26 olan hasta grubunda Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ve İK ile ölçülen ortalama günlük enerji tüketimleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (p > 0.05).

ISS 25'in altında ve üzerinde olan her iki grupta da Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan günlük ortalama enerji tüketimleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$). Bununla beraber, ISS 25 ve 25'in altında olan hastalarda İK ile ölçülen REE'leri, istatistiksel olarak anlamlı olarak fazla bulunmuştur ($p \leq 0.05$)

Tablo-16: Hastaların ISS'larına göre Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ve İK ile ölçülen günlük ortalama enerji tüketim değerleri

| ISS | Monitör. Sayısı | Harris-Benedict \pm SD (kkal.gün ⁻¹) | REE \pm SD (kkal.gün ⁻¹) | p ^a |
|-----------------|-----------------|--|--|-----------------|
| ≤ 25 | 26 | 1751.5 \pm 240.7 | 2031.5 \pm 348.7 | ≤ 0.05 |
| ≥ 26 | 29 | 1605.7 \pm 363.6 | 1746.3 \pm 518.1 | AD ^b |
| Ortalama | 55 | 1674.6 \pm 317.5 | 1881.1 \pm 465.0 | ≤ 0.05 |

SS^{*} : Testin standart sapmasıdır

p^a: Bağımlı Örneklerde İki Ortalama Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi ile analiz edilmiştir.

AD^b: Anlamlı değil ($p > 0.05$).

Hastaların ISS'larına göre İK ile ölçülen VO₂, VCO₂ ve RQ değerleri Tablo-17'de gösterilmektedir. ISS grupları arasında VO₂, VCO₂ ve RQ değerleri açısından fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Tablo-17: Hastaların ISS'larına göre İK ile ölçülen VO₂, VCO₂ ve RQ değerleri

| Metabolik ölçümler | ISS ≤ 25 | ISS ≥ 26 | p ^a |
|---|------------------|------------------|----------------|
| VO ₂ (L.dk ⁻¹) \pm SS [*] | 0.297 \pm 0.05 | 0.252 \pm 0.07 | ≤ 0.05 |
| VCO ₂ (L.dk ⁻¹) \pm SS | 0.236 \pm 0.04 | 0.201 \pm 0.06 | ≤ 0.05 |
| RQ \pm SS | 0.81 \pm 0.10 | 0.79 \pm 0.07 | ≤ 0.05 |

SS^{*} : Testin standart sapmasıdır.

Hastaların RTS'larına göre Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan enerji tüketimlerinin ve İK ile ölçülen enerji tüketimlerinin ortalamaları Tablo-18'de gösterilmektedir. Buna göre, RTS 5'in altında olan hasta grubunda her iki yöntemle tespit edilen enerji tüketimleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0.05$). Ancak RTS 5'in üzerinde olan hastalarda İK ile ölçülen REE'leri anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

RTS hem 5'in altında, hem de üzerinde olan hastalarda Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan enerji tüketimleri arasında fark yoktur ($p > 0.05$) Ancak RTS 5'in üzerinde olan hastalarda İK ile ölçülen REE'leri daha yüksek olarak ölçülmüştür ($p \leq 0.05$)

Tablo-18: Hastaların RTS'larına göre Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ve İK ile ölçülen günlük ortalama enerji tüketim değerleri

| RTS | Monitör. Sayısı | Harris-Benedict \pm SS ^a (kcal.gün ⁻¹) | REE \pm SS (kcal.gün ⁻¹) | p ^a |
|-----------------|-----------------|--|---|-----------------|
| 2-4 | 25 | 1680.6 \pm 393.8 | 1742.5 \pm 462.3 | AD ^b |
| 5-6 | 30 | 1669.6 \pm 243.5 | 1996.6 \pm 441.9 | ≤ 0.05 |
| Ortalama | 55 | 1674.6 \pm 317.5 | 1881.1 \pm 465.0 | ≤ 0.05 |

SS^a : Testin standart sapmasıdır

p^a: Bağımlı Örneklerde İki Ortalama Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi ile analiz edilmiştir.

AD^b: Anlamlı değil ($p > 0.05$)

Hastaların RTS'larına göre İK ile ölçülen VO₂, VCO₂ ve RQ değerleri Tablo-19'da gösterilmektedir VO₂ ölçüm değerleri, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı olarak farklı iken ($p \leq 0.05$), diğer metabolik ölçümlerde gruplar arasında anlamlı bir fark elde edilememiştir ($p > 0.05$).

Tablo-19: Hastaların RTS'larına göre İK ile ölçülen VO₂, VCO₂ ve RQ değerleri

| Metabolik ölçümler | RTS 2-4 | RTS 5-6 | p ^a |
|---|------------------|------------------|-----------------|
| VO ₂ (L.dk ⁻¹) \pm SS ^a | 0.251 \pm 0.06 | 0.292 \pm 0.07 | ≤ 0.05 |
| VCO ₂ (L.dk ⁻¹) \pm SS | 0.202 \pm 0.05 | 0.231 \pm 0.06 | AD ^b |
| RQ \pm SS | 0.80 \pm 0.06 | 0.80 \pm 0.10 | AD ^b |

SS^a : Testin standart sapmasıdır

p^a: Bağımlı Örneklerde İki Ortalama Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi ile analiz edilmiştir.

AD^b: Anlamlı değil ($p > 0.05$)

Yaşayan ve ölen hastalarda, Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ve İK ile ölçülen günlük ortalama enerji tüketimleri Tablo-20'de gösterilmektedir Buna göre, yaşayan hastalarda her iki yöntemle hesaplanan enerji tüketimleri arasında anlamlı bir fark

bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Her iki yöntemle tespit edilen enerji tüketimleri arasında ise, yaşayan ve ölen hastalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p > 0.05$)

Tablo-20: Yaşayan ve ölen hastalarda Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ve İK ile ölçülen günlük ortalama enerji tüketim değerleri.

| | Monitör. Sayısı | Harris-Benedict \pm SS [*] (kcal.gün ⁻¹) | REE \pm SS (kcal.gün ⁻¹) | p ^a |
|---------------|--------------------|--|---|-------------------------------|
| Ölen | 11 | 1830.9 \pm 389.7 | 1998.2 \pm 453.3 | AD ^b |
| Yaşayan | 44 | 1635.6 \pm 288.8 | 1851.8 \pm 468.3 | ≤ 0.05 |
| Toplam | 55 | 1674.6 \pm 317.5 | 1881.1 \pm 465.0 | ≤ 0.05 |

SS^{*} : Testin standart sapmasıdır.

p^a: Bağımlı Örneklerde İki Ortalama Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi ile analiz edilmiştir.

AD^b: Anlamlı değil ($p > 0.05$)

Yaşayan ve ölen hastalarda İK ile ölçülen VO₂, VCO₂ ve RQ değerleri Tablo-21’de gösterilmektedir. Yaşayan ve ölen hastalar arasında İK ile ölçülen parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$).

Tablo-21: Yaşayan ve ölen hastalarda İK ile ölçülen VO₂, VCO₂ ve RQ değerleri.

| Metabolik ölçümler | Yaşayan | Ölen | p ^a |
|---|------------------|------------------|-----------------|
| VO ₂ (L.dk ⁻¹) \pm SS [*] | 0.268 \pm 0.07 | 0.293 \pm 0.06 | AD ^b |
| VCO ₂ (L.dk ⁻¹) \pm SS | 0.216 \pm 0.06 | 0.223 \pm 0.05 | AD ^b |
| RQ \pm SS | 0.81 \pm 0.09 | 0.76 \pm 0.05 | AD ^b |

SS^{*} : Testin standart sapmasıdır.

p^a: Bağımlı Örneklerde İki Ortalama Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi ile analiz edilmiştir.

AD^b: Anlamlı değil ($p > 0.05$)

GKS’larına göre hastaların günlük ortalama nitrojen dengeleri Tablo-22’de gösterilmiştir. GKS’larına göre günlük nitrojen dengeleri karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$)

Tablo-22: Hastaların GKS'larına göre günlük ortalama nitrojen dengeleri

| GKS | Ölçüm Sayısı | N dengesi (gr.gün ⁻¹) ± SS* |
|---------------|--------------|---|
| ≤ 5 | 36 | - 20.9 ± 16.8 |
| ≥ 6 | 19 | - 22.9 ± 14.7 |
| Toplam | 55 | - 21.5 ± 16.1 |

SS* : Testin standart sapmasıdır.

Hastaların APACHE II skorlarına göre günlük ortalama nitrojen dengeleri Tablo-23'te gösterilmiştir. Gruplar arasında günlük ortalama nitrojen dengesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Tablo-23: Hastaların APACHE II skorlarına göre günlük ortalama nitrojen dengeleri

| APACHE II | Ölçüm Sayısı | N dengesi (gr.gün ⁻¹) ± SS* |
|---------------|--------------|---|
| ≤ 15 | 26 | - 26.1 ± 20.5 |
| ≥ 16 | 29 | - 17.5 ± 9.3 |
| Toplam | 55 | - 21.5 ± 16.1 |

SS* : Testin standart sapmasıdır

Hastaların ISS'larına göre günlük ortalama nitrojen dengeleri Tablo-24'te gösterilmiştir. ISS grupları arasında günlük ortalama nitrojen balansı açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$).

Tablo-24: Hastaların ISS'larına göre günlük ortalama nitrojen dengeleri

| ISS | Ölçüm Sayısı | N dengesi (gr.gün ⁻¹) ± SS* |
|---------------|--------------|---|
| ≤ 25 | 26 | - 22.3 ± 18.4 |
| ≥ 26 | 29 | - 20.9 ± 13.9 |
| Toplam | 55 | - 21.5 ± 16.1 |

SS* : Testin standart sapmasıdır

Hastaların günlük ortalama nitrojen dengelerinin RTS'larına göre dağılımı Tablo-25'te gösterilmiştir. RTS'ları grupları arasında günlük ortalama nitrojen dengesi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$).

Tablo-25: Hastaların RTS'larına göre günlük ortalama nitrojen dengeleri

| RTS | Ölçüm Sayısı | N dengesi (gr.gün ⁻¹) \pm SS* |
|---------------|--------------|---|
| 2-4 | 25 | - 17.8 \pm 10.3 |
| 5-6 | 30 | - 24.7 \pm 19.3 |
| Toplam | 55 | - 21.5 \pm 16.1 |

SS* : Testin standart sapmasıdır

Yaşayan ve ölen hastalarda günlük ortalama nitrojen dengeleri Tablo-26'da gösterilmiştir. Yaşayan ve ölen hastalar arasında günlük ortalama nitrojen dengesi açısından anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo-26: Yaşayan ve ölen hastalarda günlük ortalama nitrojen dengeleri

| | Ölçüm Sayısı | N dengesi (gr.gün ⁻¹) \pm SS* |
|---------------|--------------|---|
| Ölen | 11 | -17.2 \pm 7.11 |
| Yaşayan | 44 | -22.6 \pm 17.51 |
| Toplam | 55 | - 21.5 \pm 16.1 |

SS* : Testin standart sapmasıdır

TARTIŞMA

Literatürlere ⁶⁹⁻⁷² göre hastanede yatan hastaların %30-50'sinde önemli derecede malnütrisyon görülmektedir.

Travmalı hastalarda beslenmenin mortalite üzerindeki etkisinin araştırıldığı ilk çalışma Moore ve arkadaşları ⁷³ tarafından yapılmıştır. Abdominal travma nedeniyle hastaneye kabul edilen 75 hasta randomize iki gruba ayrılarak, birinci gruba erken dönemde enteral beslenme başlanmış; ikinci gruba ise, travmadan sonraki ilk 5 gün herhangi bir beslenme desteği verilmemiştir. Erken dönemde beslenme başlanan hastalarda septik komplikasyonlar (intraabdominal abse, pnömoni gibi) % 4 oranında görülürken geç dönemde beslenme başlanan hastalarda bu oran % 26 olarak saptanmıştır.

Travma ve genel cerrahi hastalarında yapılan bir metaanalitik çalışmada ⁷⁴ erken dönemde enteral beslenme başlanan hastalarda infeksiyon sıklığı % 18, operasyondan 72 saat sonra beslenme başlanan hastalarda ise % 35 oranında bulunmuştur.

Günlük enerji tüketiminin kalorik durum ile karşılaştırıldığı bir çalışmada pozitif enerji balansı olan hastalarda (alınan kalorinin tüketilenden fazla olanlar) mortalite oranı % 26.6 iken enerji defisiti olanlarda (harcanan kalorinin sağlanandan fazla olanlar) bu oran % 76.4 bulunmuştur ¹⁵.

Yoğun bakım hastalarında yeterli besin alımının sağlanamaması durumunda malnütrisyonla beraber iskelet ve solunum kaslarında güçsüzlük ve buna bağlı olarak mekanik ventilatör desteğine ihtiyaç duyulması ⁷⁵⁻⁷⁷, hastaların immun cevabında yetersizlik ⁷⁸, infeksiyon sıklığında artma ⁷⁹, yara iyileşmesinde gecikme ⁷⁹, kardiyak anormallikler ⁸⁰, kan biyokimyasında anormallikler ¹⁷ ve morbidite ve mortalitede artma ^{79, 81-86} görülebilmektedir. Bu hastalarda beslenme rejiminin belirlenmesinde altta yatan hastalığın ve hastaların kalori ihtiyaçlarının doğru olarak bilinmesi önemli rol oynar.

Beslenmenin ihtiyaçtan az olması durumu, yani yetersiz beslenme, artmış mortalite ve morbidite ile beraberken ^{87,88}, aşırı beslenme inflamasyonun uzaması veya alevlenmesine ⁸³⁻⁸⁵, karaciğerde yağlanmaya ⁸⁹⁻⁹¹, karbondioksit üretimi ve oksijen

tüketiminde artmaya ^{92,93} ve buna bağlı olarak mekanik ventilatör ihtiyacında artmaya ^{77,94}, hiperglisemi ^{77,94,95} ve bunun sonucunda immunsupresyona ^{83,85,96} ve infeksiyonların artmasına ⁹⁶ neden olur

Son yıllarda yoğun bakım hastalarında uygun besin alımının sağlanmasının önemli olduğu anlaşılmış ve bu konuya ilgi giderek artmıştır ⁹⁷. Yoğun bakımdaki kritik hastaların beslenme desteğinin düzenlenmesinde, hastaların günlük ortalama kalori ihtiyacının değerlendirilmesi başlangıç basamağıdır. Hastaların günlük ortalama kalori ihtiyacının belirlenmesinde geleneksel hesaplamalar veya modern yöntemlerle ölçümler yapılmalıdır ⁹⁸.

Hess ve arkadaşlarının ⁹⁹ ağır kafa travmalı 15 hastada yaptıkları bir çalışmada hastaların günlük ortalama enerji tüketimleri Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanarak ve indirekt kalorimetri ile ölçülerek karşılaştırılmış. Hastaların Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ortalama enerji tüketimleri 1716 ± 225 kkal gün⁻¹, İK ile ölçülen ortalama enerji tüketimleri ise 2755 ± 696 kkal gün⁻¹ olarak bulunmuştur. Bu çalışma sonunda araştırmacılar, kalori ihtiyacının değerlendirilmesinde indirekt kalorimetri cihazının kullanımını önermişlerdir ⁹⁹. Yaptığımız bu çalışma sonucunda, bu çalışmayla uyumlu olarak, Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan günlük ortalama enerji tüketiminin (1674.7 ± 317.5 kkal gün⁻¹) İK ile ölçülen REE'den (1881.2 ± 465.0 kkal gün⁻¹) daha düşük olduğunu bulduk.

Hastanede TPN uygulanan hastalarda enerji tüketiminin Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanması güvenilir değildir. Stres altında olmayan, ateşi bulunmayan 200 hastada yapılan bir çalışmada hastaların % 40'ında gerçek enerji tüketimi tahmin edilenden farklı bulunmuştur ¹⁰⁰. Homojen kanser hastası grubunda da aynı sonuçlar elde edilmiştir. Knox ve arkadaşlarının ¹⁰¹ heterojen kanser grubundaki araştırmalarında % 59 hastada tahmini ve gerçek enerji tüketimleri arasında fark bulunmuştur. Dempsey ve arkadaşlarının ^{102,103} yetersiz beslenen gastrointestinal sistem kanseri olan hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada bu oran % 58 olarak saptanmıştır. Başka bir çalışmada ¹⁰⁴, 50 kritik cerrahi hastada ölçülen ve tahmini enerji tüketimi arasındaki farkın geniş dağılım gösterdiği öne sürülmüştür.

Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan enerji tüketimi ve gerçek enerji tüketimi arasında sıklıkla önemli farklılıklar görülebilmektedir. Bu durum Harris-Benedict eşitliğinin kritik hastalarda kullanımını iki nedenden dolayı kısıtlamaktadır. Birincisi, Harris-Benedict eşitliği sağlıklı bireylerde yapılan çalışmalar sonucunda bulunmuş bir eşitlik ve sağlıklı bireyler ile hastaların klinik durumları arasında benzerlik yoktur. İkincisi; gönüllülerde yapılan çalışmaları sonucunda bulunan bu eşitlik, bir popülasyon için geçerlidir. Bu yüzden, eşitliğin bir bireye veya orijinal çalışma grubuna benzemeyen bireylere uygulanması durumunda hastaların % 40-60'ında enerji tüketimlerinin doğru olarak hesaplanamaması sürpriz değildir ¹⁰⁰⁻¹⁰³.

Bazı yoğun bakım hastalarında, REE'den önemli oranda daha yüksek enerji tüketimi ile karakterize hipermetabolik durumlar görülebilir ¹⁰⁵. Erişkin hastalarda yapılan bir çok çalışmada araştırmacılar, REE hesaplanırken enerji tüketimine strese bağlı eklemelerin yapılmasını önermektedirler ^{106,107}. Çalışmamız sırasında hastaların günlük ortalama enerji tüketimlerini Harris-Benedict eşitliği ile hesaplarırken stres faktörlerini de göz önünde bulundurduk. Hesaplanan BET değerlerine postoperatif yoğun bakıma alınanlarda % 10, multipl travması olanlarda % 25-30, 37°C'nin üzerinde vücut sıcaklığı olanlarda her 1°C için % 10 oranında ekleyerek ve mekanik ventilatöre bağlı oldukları için %15 oranında çıkartarak düzeltilmiş BET'ni hesapladık.

Kritik hastaların 24 saat boyunca indirekt kalorimetri ile monitörize edildiği bir çalışmada ¹⁰⁸ ölçülen enerji tüketimlerinin gün içerisinde % 35 oranında değişkenlik gösterebildiği ortaya konmuştur. Bizim yaptığımız çalışmada ise, ölçümlerin yapıldığı 12 saat boyunca REE değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadı. Yapılan birçok çalışmada ölçülen enerji tüketimi, Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanandan daha yüksek bulunmuştur ¹⁰⁹. Tilden ve arkadaşlarının ¹⁰⁹ yoğun bakımdaki kritik hastalarda yaptıkları çalışmada da aynı sonuca varılmıştır. Weissman ve arkadaşlarının ¹¹⁰ kritik hastalarda hesaplanan ve ölçülen enerji tüketimlerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, yeterli besin alımının sağlanması için enerji tüketiminin indirekt kalorimetri kullanılarak ölçülmesi gerektiği gösterilmiştir.

Birçok çalışmada, mekanik ventilatör desteği altındaki hastalarda enerji tüketiminin daha doğru olarak ölçülmesi, aşırı veya az beslenme sıklığının azaltılması ve TPN maliyetinin düşürülmesi amacıyla indirekt kalorimetri cihazlarının yaygın olarak kullanılmasının gerekliliği gösterilmiştir ^{34,35}.

Bir başka çalışmada; İK'nin kullanımının, nütrisyonel destek maliyetini ve gereksiz total parenteral nütrasyon kullanımını % 22 oranında azalttığı gösterilmiştir ^{15,111}.

Weissman ve arkadaşlarının yaptığı ¹¹² bir çalışmada, cerrahi sonrasında yoğun bakımda takip edilen mekanik ventilatör desteği alan 19 kritik hastada enerji tüketimi indirekt kalorimetri ile ölçülmüş ve total enerji tüketiminin REE'den % 5 oranında fazla olduğu bulunmuştur.

Kritik hastalarda indirekt kalorimetri ile VO_2 ve VCO_2 'nin doğru ölçülmesi ile solunum katsayısı (RQ) hesaplanabilmektedir. Buna bağlı olarak kullanılan substratın tipi ve miktarı ile biyolojik oksidasyonla açığa çıkan enerji miktarı doğru olarak ölçülebilmektedir ¹¹³. Bu parametreler, mekanik ventilatör desteğine ihtiyacı olan hastalarda uygun beslenme rejiminin planlanmasında ¹¹⁴, metabolik cevabın, oksijen sunumu ve VO_2 arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde ¹¹⁴⁻¹²⁰ yardımcı olmaktadır.

Ağır kafa travmalı hastalarda yapılan bir çalışmada, enerji ihtiyacında travmanın tipi ve ciddiyetine bağlı olarak bazal seviyelerin % 40 ile 100 oranında bir artış söz konusu olduğu gösterilmiştir ²¹. Haider ve arkadaşlarının ²⁴ ağır kafa travmalı 27 erişkin hastada yaptıkları çalışmada, travma sonrasındaki ilk 3 haftada enerji tüketimlerinin normalden % 70 ile % 100 oranında arttığı gösterilmiştir. Bu çalışmada, ağır kafa travmalarındaki metabolik değişikliklerin süre ve ciddiyetinin ekstrakraniyal travmalardan daha belirgin olduğu öne sürülmüştür ²⁴. Hafif hipermetabolizma en azından 1 yıl devam etmektedir ²⁴.

Clifton ve arkadaşları ¹²¹ tarafından ağır kafa travmalı, tedavisinde steroid de kullanılan 14 hastada yapılan bir çalışmada ise ölçülen enerji tüketimleri, Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan değerlerin % 138 ± 37 'si bulunmuştur ¹²¹. Yaptığımız çalışmada İK ile

ölçülen REE, Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan enerji tüketiminden % 112,4 fazla bulunmuştur

Young ve arkadaşları steroid tedavisi almayan 16 ağır kafa travmalı hastada metabolik ve nutrisyonel sekelleri değerlendirmişlerdir ¹²². Enerji üretimi, substrat oksidasyonu, serum protein düzeyleri ve ağırlık değişiklikleri çalışılmıştır. Hastalar hastaneye kabul edilişlerinden taburcu olana kadar ortalama 31,3 gün değerlendirilmişlerdir. Ortalama ölçülen enerji tüketimi tahmini enerji tüketiminden 1.4 ± 0.5 kat fazla bulunmuştur. Kalorik denge yani ölçülen enerji tüketimi kadar kalori alımı ancak ikinci haftada gerçekleşmiştir.

Çoğu araştırmacılar ¹²³⁻¹²⁶ travma hastalarında enerji tüketiminin tahmin edilmesinde Harris-Benedict gibi eşitliklerin kullanılmasını desteklemektedirler. Harris-Benedict eşitliği halen en yaygın olarak kullanılan eşitlik ^{127,128} olmasına rağmen, bu ve diğer eşitliklerin enerji tüketimlerini hesaplamadaki doğrulukları konusunda şüpheler vardır ¹²⁹. Çünkü bu eşitlikler sağlıklı yetişkinlerde bazal enerji tüketiminin tahmin edilmesini sağlar, enerji metabolizmasını etkileyebilen birçok faktöre sahip kritik hastalarda günlük ortalama enerji tüketiminin değerlendirilmesinde sorunlar çıkarır ¹³⁰

Masanori ve arkadaşlarının ¹³¹ 12 septik ve 12 ağır kafa travmalı hastada yaptıkları çalışmada, hastaların enerji tüketimlerinin yoğun bakıma kabul edilişlerinden sonraki ikinci haftada en yüksek düzeye ulaşarak $50-60 \text{ kkal kg}^{-1} \text{ gün}^{-1}$ olduğu bulunmuştur. Bu çalışma sonunda Harris-Benedict eşitliği ile enerji tüketiminin hesaplanması, özellikle ilk hafta içerisinde İK ile REE'nin ölçülmesine alternatif bir yöntem olarak gösterilmiştir.

Coss-Bu ve arkadaşlarının ¹³² mekanik ventilatöre bağlı 19 hastada yaptıkları çalışmada ölçülen REE'nin hesaplanan enerji tüketimi değerinden % 48 oranında fazla olduğu ortaya konulmuştur.

İndirekt kalorimetri; hastaların metabolik durumu, ateş, aktivite ve besinlerin termal etkileri gibi birçok faktörden etkilenir. İK ile ölçüm sonuçlarının doğru olabilmesi için

hastaların hareketsiz, gözleri açık veya kapalı, çevredeki olaylara cevapsız durumda (steady state) olması gerekmektedir. Ortalama günlük ölçümlerin yapılabilmesi için gün boyunca en azından 3-5 spot ölçüm yapılmalıdır ¹³³. Biz çalışmamızda her hastayı 12 saat boyunca monitörize ederek tüm hastalarda toplam 55 monitörizasyon gerçekleştirdik. 12 saat boyunca İK ile monitörize edilen hastalarda dakikada 5 spot ölçüm yapıldı ve ölçüm sonunda bu değerlerin ortalamaları alındı. Tüm hastalar, monitörizasyon süresi boyunca hemodinamik ve mekanik ventilatör parametreleri açısından stabil seyretti.

İndirekt kalorimetri, mekanik ventilatör desteği alan kritik hastalarda detaylara dikkat edilmesini gerektiren bir cihazdır ¹³⁴. İndirekt kalorimetri ile yapılan ölçümler sırasında günlük rutin terapötik ve tanısal girişimler, beslenme tipi, gaz kaçağı ve teknik problemler gibi birçok faktör gaz değişim ölçümlerinin doğruluğunu etkileyebilir ¹³⁵⁻¹³⁹. Brandi ve arkadaşlarının ¹³⁴ mekanik ventilatör desteği alan 20 cerrahi hastada yaptıkları bir çalışmada, ventilasyon parametrelerinde değişiklik yapıldığında İK ile ölçümlerden kaçınılması veya en az 120 dakika sonra ölçümlerin yapılması önerilmektedir. Çalışmamızda İK ile monitörizasyon sırasında herhangi bir mekanik ventilatör parametresinde değişiklik yapılmadı. Mekanik ventilatör parametrelerinde düzenleme yapılmasının gerektiği durumlarda ise ölçüm sonlandırıldı.

Swinamer ve grubunun ¹⁴⁰ mekanik ventilatöre bağlı 112 hastada yaptıkları bir çalışmada hastaların yoğun bakıma kabul edilişlerinin ilk 48 saatinde APACHE II skoru ile REE'leri arasında önemli bir korelasyon bulunamamıştır. Coss-Bu ve arkadaşlarının ¹³² mekanik ventilatör desteği alan 19 kritik hastada yaptıkları başka bir çalışmada da aynı sonuca ulaşılmıştır. Buna karşılık Brown ve arkadaşlarının ¹⁴¹ mekanik ventilatöre bağlı 28 hastada yaptıkları çalışmada ise APACHE II skoru ve İK ile ölçülen REE'leri arasında anlamlı bir ilişki olduğu gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda da APACHE II skoru ile İK ile ölçülen REE'leri arasında anlamlı bir korelasyon bulunamadı.

Brandi ve arkadaşlarının ¹⁴² mekanik ventilatöre bağlı multipl travmalı hastalarda İK ile enerji tüketimini değerlendirdikleri prospektif bir çalışmada, REE ile travma skorları arasında korelasyon bulunamamıştır. Hwang ve grubunun ^{124,143} yaptıkları araştırmada

ise APACHE II ve ISS'ları ile REE'leri arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur Shaw ve Wolfe¹⁴⁴ ISS ile metabolik bozukluk derecesinde korelasyon olmadığını rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda ISS ile REE arasında korelasyon bulunmuştur.

Genellikle kabul edilen görüş, idrarla nitrojen atılımının travmanın büyüklüğü ile ilişkili olduğu şeklindedir¹⁴⁵. Makk ve arkadaşlarının¹⁴⁶ 26 kritik hastada idrarla nitrojen atılımını inceledikleri bir çalışmada, idrarla nitrojen atılımının enerji tüketiminin zayıf bir belirleyicisi olduğu bulunmuştur. Mickell ve grubunun¹⁴⁷ 32 kritik hastada yaptıkları çalışmada idrarla nitrojen atılımının bireysel olarak değişkenlik gösterdiği ve diagnostik kriterlerden bağımsız olduğu ortaya konulmuştur. Aynı çalışmada nitrojen atılımı ile REE arasında korelasyon olmadığı da gösterilmiştir.

Coss-Bu ve grubunun¹³² yaptıkları çalışmada nitrojen dengesi ile ventilatör parametreleri ve hastalık ciddiyeti skorları arasında korelasyon bulunamamıştır. Yaptığımız çalışmada, APACHE II skoru ile nitrojen dengesi arasında korelasyon olduğunu tespit ettik.

SONUÇ

Çalışma sonucunda; ağır kafa travmalı hastaların travmadan sonraki erken dönemde Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan enerji tüketimleri 1674.6 ± 317.5 kkal gün⁻¹ iken ve İK ile ölçülen REE'leri 1881.2 ± 465.0 kkal gün⁻¹ olarak tespit edildi. Çalışmaya katılan tüm hastalarda Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ve İK ile ölçülen enerji tüketimleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu. İndirekt kalorimetri ile ölçülen enerji tüketimi değerleri Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan değerlerden % 112.4 fazla idi.

Çalışmaya katılan hastalarda Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan ortalama enerji tüketimleri ISS 26 ve üzerinde olan 29 vakada 1605.7 ± 363.6 kkal gün⁻¹, RTS 2 ile 4 arasında olan 25 vakada 1680.6 ± 393.8 kkal gün⁻¹ ve ölen 11 vakada 1830.9 ± 389.7 kkal gün⁻¹ bulunurken İK ile ölçülen REE'leri ortalamaları sırası ile 1746.3 ± 518.1 kkal gün⁻¹, 1742.5 ± 462.3 kkal gün⁻¹ ve 1998.2 ± 453.3 kkal gün⁻¹ olarak ölçüldü. Yapılan istatistiksel analizler sonunda bu gruplarda Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan enerji tüketimleri ile İK ile ölçülen enerji tüketimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı.

Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan enerji tüketimlerinde GKS, APACHE II skoru, ISS, RTS ve ölen-yaşayan hasta grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı saptandı. Böylelikle posttravmatik erken dönemde Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan enerji tüketimlerinin travmanın ağırlığı ile ilişkili olmadığı sonucuna vardık.

İndirekt kalorimetri ile ortalama REE'leri GKS 6 ve üzerindeki 19 vakada 2053.3 ± 446.8 kkal gün⁻¹, RTS 5'in üzerindeki 30 vakada 1996.6 ± 441.9 kkal gün⁻¹, ISS 25 ve altındaki 26 vakada 2031.5 ± 348.7 kkal gün⁻¹ olarak ölçüldü. Bu ölçülen değerlerin, GKS 5 ve altında olan 36 vakada, ISS 26 ve üzerinde olan 29 vakada ve RTS 2 ile 4 arasında olan 25 vakada ölçülen ortalama REE'lerinden fazla ve farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlemlendi.

Hastalara İK ile ölçümler yapılırken testin başlangıcı, testin 6. saati ve 12. saatindeki hastalara ait hemodinamik ve mekanik ventilatöre ait parametreler, kafa içi basınçları, arteriyel kan gazı sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı. Bu durum tüm hastaların İK ile yapılan ölçümler sırasında steady state durumunda olduğunu ve sonuç olarak da İK ile yapılan ölçümlerin güvenilirliğinin ve doğruluğunun arttığını göstermekte idi.

Tüm hastalarda ortalama günlük nitrojen dengesi -21.6 ± 16 gr bulundu. Çalışmamız sonucunda bulunan ortalama günlük nitrojen dengesi sonuçları, ağır kafa travmalı hastalarda erken dönemdeki nitrojen dengesini araştıran diğer çalışmaların sonuçları ile uyumlu saptandı.

GKS, APACHE II skoru, ISS, RTS ve ölen-yaşayan hasta gruplarında günlük ortalama nitrojen dengeleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı. Buna göre nitrojen dengesinin posttravmatik erken dönemde travma ağırlığı ile ilişkili olmadığı sonucuna varıldı.

ÖZET

Yoğun bakım hastalarında yetersiz beslenmenin sıklıkla görülmesi ve bunun hastaların morbidite ve mortalitesi üzerinde önemli bir etken olması, beslenmenin değerlendirilmesi ve monitörizasyonunu zorunlu kılmıştır. Diğer yoğun bakım hastalarında olduğu gibi ağır kafa travmalı hastalarda da özellikle oral beslenmeye geçilene kadar yeterli beslenme üzerinde dikkatle durulması gerekmektedir. Yeterli beslenmenin sağlanmasında ilk basamak, aşırı veya az beslenmeden kaçınmak için hastaların günlük enerji tüketimlerinin doğru olarak saptanmasıdır. Çalışmamızda ağır kafa travmalı hastaların posttravmatik erken dönemde enerji tüketiminin belirlenmesinde Harris-Benedict eşitliği ile indirekt kalorimetri yöntemlerinin kullanımını karşılaştırdık.

Çalışmamıza Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi 24 yataklı reanimasyon ünitesine Mart 2000 ile Ekim 2000 tarihleri arasında travma nedeniyle yatırılan, Glasgow Koma Skoru ≤ 8 olan, $SpO_2 \geq \% 95$ olan ve 0.5 'in altında FiO_2 ile ventile edilen 36 hasta kabul edildi. Bu hastaların günlük ortalama kalori ihtiyaçları Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanarak ve indirekt kalorimetri ile ölçülerek tespit edildi.

Ayrıca tüm hastaların günlük nitrojen dengeleri hesaplandı. Çalışmamızda iki farklı yöntemle tespit edilen kalori ihtiyaçlarının karşılaştırılması, hastaların nitrojen dengelerinin değerlendirilmesi, iki farklı yöntemle bulunan kalori ihtiyaçlarının ve nitrojen dengelerinin travmanın ağırlığı ile ilişkisinin araştırılması planlandı.

Çalışmamızın sonucunda;

1. Tüm hastalarda Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan enerji tüketiminin İK ile ölçülen enerji tüketiminden düşük olduğu (% 112.4),
2. Ortalama günlük nitrojen kaybının 21.6 ± 16 gr / gün olduğu,

- 3 Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan enerji tüketiminin travma ağırlığı ile ilişkisinin olmadığı,
- 4 Harris-Benedict eşitliği ile hesaplanan enerji tüketimi ile İK ile ölçölen enerji tüketimi arasındaki farkın ISS 26 ve üzerinde, RTS 2 ile 4 arasında olan hastalar ile ölen hastalarda istatistiksel olarak anlamsız olduğu,
- 5 İndirekt kalorimetri ile ölçölen enerji tüketiminin GKS 6 ve üzerindeki, RTS 5'in üzerindeki ve ISS 25 ve altındaki hastalarda diğer hastalara göre daha fazla olduğu,
- 6 Hastaların nitrojen kaybının travma ağırlığı ile ilişkisinin olmadığı bulundu

KAYNAKLAR

1. Moore FA, Feliciano DV, Andrassy RJ, et al: Early enteral feeding, compared with parenteral, reduces postoperative septic complications *Ann Surg* 216: 172, 1992
2. Moore EE, Moore FA: Immediate enteral nutrition following multisystem trauma: A decade perspective *J Am Coll Nutr* 10: 633, 1991
3. Alexander JW, Macmillan BG, Stinnett JD, et al: Beneficial effects of aggressive protein feeding in severely burned children *Ann Surg* 182: 505, 1980
4. Kudsk KA, Croce MA, Fabian TC, et al: Enteral versus parenteral feeding: Effects on septic morbidity after blunt and penetrating abdominal trauma *Ann Surg* 215: 503, 1992
5. Cerra FB: Hypermetabolism, organ failure, and metabolic support *Surgery* 101: 1, 1987
6. Asensio JA, Buckman RF, Gelman JJ: Controversial issues in the nutritional management of the critically ill trauma patient *Advances in Trauma and Critical Care* 6: 165, 1991
7. Smith LC, Mullen JL: Protein and energy expenditures in trauma patients *Trauma Quarterly* 7: 19, 1991
8. Kinney JM, Duke JH Jr, Long CL, et al: Tissue fuel and weight loss after injury *J Clin Pathol* 23 (Suppl.): 65, 1970
9. Harris J, Benedict FG. A Biometric Study of Basal Metabolism in Man Publication No 279, Carnegie Institution of Washington Philadelphia, JB Lippincott, 1919
10. Cairo JM: Metabolic monitoring by indirekt calorimetry *Crit Care Rep* 1: 241, 1990
11. Kinney J: Indirect calorimetry: The search of clinical relevance *Nutrition in Clinical Practice* 7: 203, 1992
12. Makk LJK, McClave SA, Creach PW, et al: Clinical application of the metabolic cart to the delivery of total parenteral nutrition *Crit Care Med* 18: 1320, 1990
13. McClave SA, Snider HL: Use of indirect calorimetry in clinical nutrition *Nutrition in Clinical Practice* 7: 207, 1992
14. Nutrition In: Current Critical Care Diagnosis & Treatment. Birinci baskı. Frederic SB & Darryl YS. ABD. S 343, 1994

- 15 McClave SA, Snider HL, Greene L, et al: Effective utilization of indirect calorimetry during critical care *Intensive Care World* 9: 194, 1992
- 16 Nutrition In: Textbook of Critical Care Dördüncü baskı. Shoemaker, Ayres, Grenvik, Holbrook ABD. 875, 2000
- 17 Cerra FB, Benitez MR, Blackburn GL, et al: Applied nutrition in ICU patients *Chest* 111: 3, 1997
- 18 Nutritional support in neurologic injury In: Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine Germany. 260, 1998
- 19 Drew JH, Koop CE, Grigger RP: A nutritional study of neurosurgical patients: With special reference to nitrogen balance and convalescence in the postoperative period *J Neurosurg* 4: 7-15, 1947
- 20 Haider W, Benzer H, Krystof G, et al: Urinary catecholamine excretion and thyroid hormone blood levels in the course of severe acute brain damage. *European Journal of Intensive Care* 1: 115, 1975
- 21 Twyman D, et al: Nutritional management of the critically ill neurologic patient *Critical Care Clinics* 13: 39, 1997
- 22 Clifton GL, Robertson CS, Kyper K, et al: Cardiovascular response to severe head injury. *J Neurosurg* 59: 447, 1983
- 23 Clifton GL, Ziegler MG, Grossman RG: Circulating catecholamines and sympathetic activity after head injury. *Neurosurgery* 8: 10, 1981
- 24 Haider W, Lackner F, Schlick W et al: Metabolic changes in the course of severe acute brain damage *European Journal of Intensive Care* 1: 19, 1975
- 25 Donald P, Miller E, et al: Repletion of nutritional parameters in surgical patients receiving peptide versus elemental feedings. *Nutr Res* 14: 3, 1994
- 26 Nutrition and Metabolism. In: The ICU Book İkinci baskı Marino P. ABD. 721, 1998
- 27 Frankfield DC, Muth ER, Rowe WA: The Harris-Benedict studies of human basal metabolism: history and limitations *J Am Diet Assoc* 98: 4, 439, 1998
- 28 McClave SA, Lowen CC, Snider HL: Immunonutrition and enteral hyperalimentation of critically ill patients. *Dig Dis Sci* 37: 1153, 1992
- 29 Cerra FB: Hypermetabolism, organ failure, and metabolic support *Surgery* 101: 1, 1987

30. Cerra FB, Holman RT, Bankey PE, et al: Nutritional pharmacology: its role in the hypermetabolism, organ failure syndrome. *Crit Care Med* 18: 154, 1990
31. Kudsk KA, Stone JM, Carpenter G, Sheldon GF: Enteral and parenteral feeding influences mortality after Hemoglobin E: coli peritonitis in normal rats. *J Trauma* 12: 605, 1983
32. Peterson SR, Kudsk KA, Carpenter G, et al: Malnutrition in immunocompetence: increased mortality following an infectious challenge during hyperalimentation. *J Trauma* 21: 528, 1981
33. Mullen JL: Indirect calorimetry in critical care. *Proc Nutr Soc* 50: 239, 1991
34. Daly JM, Heymsfield SB, Head CA, et al: Human energy requirements: overestimation by widely used prediction equation. *Am J Clin Nutr* 42: 1170, 1985
35. Foster GD, Knox LS, Dempsey DT, et al: Caloric requirements in total parenteral nutrition. *J Am Coll Nutr* 6: 231, 1987
36. Weissman C: Measuring oxygen uptake in the clinical setting. In: Bryan-Brown CW, Ayres SM, ed. *Oxygen transport and utilization*. Fullerton CA: Society of Critical Care Medicine 25-64, 1987
37. Elia M, Livesey G: Theory and validity of indirect calorimetry during net lipid synthesis. *Am J Clin Nutr* 47: 591, 1988
38. Ferrannini E: The theoretical bases of indirect calorimetry: A review. *Metabolism* 37: 287, 1988
39. Kemper MA: Indirect calorimetry equipment and practical considerations of measurement. In: Weissman C, ed. *Problems in respiratory care: nutrition and respiratory disease*. Philadelphia: JB Lippincott, 2: 479, 1989
40. Bransn RD: The measurement of energy expenditure: instrumentation, practical considerations, and clinical application. *Respir Care* 35: 640, 1990
41. McArthur C: Indirect calorimetry. *Respir Care Clin N Am* 3: 291, 1997
42. Tappy L, Schneiter P: Measurement of substrate oxidation in man. *Diabetes Metab* 23: 435, 1997
43. Danek SJ, Lynch JP, Weg JG, et al: The dependence of oxygen uptake on oxygen delivery in the adult respiratory distress syndrome. *Am Rev Respir Dis* 122: 387, 1980

44. Kaufman BS, Rackow EC, Falk JL: The relationship between oxygen delivery and consumption during fluid resuscitation of hypovolemic and septic shock. *Chest* 85: 336, 1984
45. McDonald NJ, Lavelle P, Gallacher WN, et al: Use of oxygen cost of breathing as an index of weaning ability from mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 14: 50, 1988
46. McDonald NJ, Lavelle P, Gallacher WN, Harpin RP: Use of oxygen cost of breathing as an index of weaning ability from mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 14: 50, 1988
47. Raurich JM, Ibanez J, Marse P: Validation of a new closed circuit indirect calorimetry method compared with the open Douglas bag method. *Intensive Care Med* 15: 274, 1989
48. Branson RD, Hurst JM, Davis K Jr, et al: A laboratory evaluation of the Biergy VVR calorimeter. *Respir Care* 33: 341, 1988
49. Keppeler T, Decert RE, Arnoldi DK, et al: Evaluation of the Waters MRM-6000 and Biergy VVR closed-circuit indirect calorimeters. *Respir Care* 34: 28, 1989
50. De Campo T, Civetta JM: The effect of short term discontinuation of high-level PEEP in patients with acute respiratory failure. *Crit Care Med* 7: 47, 1979
51. Craig KC, Benson MS, Pierson DJ: Prevention of arterial oxygen desaturation during closed-airway endotracheal suction: effect of ventilator mode. *Respir Care* 29 (10): 1013, 1984
52. Weissman C, Kemper M, Hyman AI: Variation in the resting metabolic rate of the metabolic rate of the mechanically ventilated critically ill patients. *Anesth Analg* 68: 457, 1989
53. Weissman C, Kemper MC, Damask MC, et al: The effect of routine intensive care interactions on metabolic rate. *Chest* 86: 815, 1984
54. Feenstra BWA, van Lanschot JJB, Vermeij CG, et al: Artifacts in the assessment of metabolic gas exchange. *Intensive Care Med* 12: 312, 1986
55. Bishop MJ, Benson MS, Pierson DJ: Carbon dioxide excretion via bronchopleural fistulas in adult respiratory distress syndrome. *Chest* 91: 400, 1987
56. Blumberg A, Keller G: Oxygen consumption during maintenance hemodialysis. *Nephron* 23: 276, 1979

- 57 Browning JA, Linberg SE, Turney SZ, et al: The effects of a fluctuating FiO₂ on metabolic measurements in mechanically ventilated patients. *Crit Care Med* 10: 82, 1982
58. Ultman Js, Bursztein S: Analysis of error in the determination of respiratory gas exchange at varying FiO₂. *J Appl Physiol* 50: 210, 1981
59. Head CA, Grossman GD, Jordan JC, et al: A valve system for the accurate measurement of energy expenditure in mechanically ventilated patients *Respir Care* 30: 969, 1987
- 60 Nelson LD, Anderson HB, Garcia H: Clinical validation of a new metabolic monitor suitable for use in critically ill patients *Crit Care Med* 15: 951, 1987
61. Norton AC: Accuracy in pulmonary measurement *Respir Care* 24: 131, 1979
62. Centers for Disease Control. Uptake: Universal Precautions for prevention of transmission of human immunodeficiency virus, hepatitis B, and other bloodborne pathogens in health care settings. *MMWR* 37 (24): 377, 1988
- 63 Matarese LE: Indirect calorimetry: technical aspects *J Am Diet Assoc* 97:154, 1997
- 64 Nutritional Aspects. In: Anesthesia Dördüncü Baskı Miller RD. ABD, 2075, 1994
65. Nutrition in the critically ill. In: Critical Care Medicine. Dördüncü baskı Schmidt. ABD. 205, 1994
- 66 Kinsella JE, Lokesh B, Broughton S, et al: Dietary polyunsaturated fatty acids and eicosanoids. Potential effect on the modulation of inflammatory and immune cells: An overview *Nutrition* 6:24, 1990
67. Saito J, Trocki O, Heyd T, et al: Effect of dietary unsaturated fatty acids and indomethacin on metabolism and survival after burn *Proceeds of the American Burn Association* 17: 27, 1985
- 68 Severity og Illness Indices and Outcome Prediction: Development and Evaluation. In: Texbook of Critical Care Dördüncü baskı Shoemaker, Ayres, Grenvik, Holbrook. ABD 2074, 2000
- 69 Hu OY, Ho ST, Wang JJ, et al: Evaluation of gastric emptying in severe, burn-injured patients. *Crit Care Med* 21: 527, 1993
70. Goldhill DR, Toner CC, Tarling MM, et al: Double-blind, randomized study of the effect of cisapride on gastric emptying in critically ill patients. *Crit Care Med* 25: 447, 1998

71. Tarling MM, Toner CC, Withington PS, et al: A model of gastric emptying using paracetamol absorption in intensive care patients. *Intensive Care Med* 23: 256, 1997
72. Ott L, Young B, Phillips R, et al: Altered gastric emptying in the head-injured patient: relationship to feeding intolerance. *Journal Neurosurgical Research* 74: 738, 1991
73. Alexander JW, Gottschlich MM: Nutritional immunomodulators in burn patients. *J Crit Care Med* 8: 149, 1990
74. Alexander JW, Macmillan BG, Stinnett JD, et al: Beneficial effects of aggressive protein feeding in severely burned children. *Ann Surg* 192: 505, 1980
75. Arora NS, Rochester DF: Respiratory muscle strength and maximal voluntary ventilation in undernourished patients. *Am Rev Resp Dis* 126: 5, 1982
76. Kelly SM, Rosa A, Field S, et al: Inspiratory muscle strength and body composition in patients receiving total parenteral nutrition therapy. *Am Rev Dis* 130: 33, 1984
77. Christman JW, McClain RW: Sensible approach to the nutritional support of mechanically ventilated critically ill patients. *Intensive Care Med* 19: 129, 1993
78. Kahan BD: Nutrition and host defense mechanisms. *Surg Clin NA* 61: 557, 1981
79. Bistrian BR, Blackburn GL, Scrimshaw NS, et al: Cellular immunity in semistarved states in hospitalized adults. *Am J Clin Nutr* 28: 1148, 1975
80. Heymsfield SB, Bethel RA, Ansley JD, et al: Cardiac abnormalities in cachectic patients. *Am Heart J* 95: 584, 1978
81. Barlett RH, Dechert RE, Mault JR, et al: Measurement of metabolism in multiple organ failure. *Surgery* 92: 771, 1982
82. Kresowik TK, Dechert RE, Mault JR, et al: Does nutritional support affect survival in critically ill patients? *Surg Forum* 86: 59, 1985
83. Burke JF, Wolfe R, Mullaney J: Glucose requirements and possible hepatic and respiratory abnormalities following excessive glucose intake. *Ann Surg* 190: 274, 1979
84. Hunt CE, Inivovel RJ, Gora P, et al: Pulmonary effects of intralipid: The role of intralipid as a prostoglandin precursor. *Prog Lipid Res* 20: 199, 1981
85. Fraser I, Neoptolemos J, Darby H, et al: The effects of intralipid and heparin on human monocyte and lymphocyte function. *JPEN* 8: 381, 1984

- 86 Frankenfield DC, Wiles CE, Bagley SM: Relationship between resting and actual energy expenditure in sedated patients with severe trauma and sepsis. *Crit Care Med* 2: 104, 1994
- 87 Muller JM, Dients C, Brenner U, et al: Preoperative parenteral feeding in patients with gastrointestinal carcinoma. *Lancet* 1: 68, 1982
- 88 Mullen JL, Buzby GP, Matthews DC, et al: Reduction of operative morbidity and mortality by combined preoperative and postoperative nutritional support. *Ann Surg* 192 (5): 604, 1980
- 89 Lowry SF, Brennan MF: Abnormal liver function during parenteral nutrition: relation to infusion excess. *J Surg Res* 26: 300, 1979
- 90 Sheldon G, Peterson S, Sanders R: Hepatic dysfunction during hyperalimentation. *Arch Surg* 113: 504, 1978
- 91 Buzby GP, Mullen JL, Stein TP, et al: Manipulation of TPN caloric substrate and fatty infiltration of the liver. *J Surg Res* 31: 46, 1981
- 92 Askanazi J, Rosenbaum SH, Hyman AI, et al: Respiratory changes induced by the large glucose loads of total parenteral nutrition. *JAMA* 234 (14): 1444, 1980
- 93 Askanazi J, Elwyn DH, Silberberg PA, et al: Respiratory distress secondary to a high carbohydrate load: A case report. *Surgery* 87 (5): 596, 1980
- 94 Guentz JM, Nelson LD: Predictors of total parenteral nutrition-induced lipogenesis. *Chest* 105: 553, 1994
- 95 Bjerke HS, Shabot HH: Glucose intolerance in critically ill surgical patients: relationship to total parenteral nutrition and severity of illness. *Am Surg* 58: 728, 1992
- 96 Hennessey PJ, Black CT, Andrassy RJ: Nonenzymatic glycosylation of immunoglobulin G impairs complement fixation. *JPEN* 15: 60, 1991
- 97 Elwyn DH: Nutritional requirements of adult surgical patients. *Crit Care Med* 8: 9, 1979
- 98 Goodhart RS, Shils ME: Modern nutrition in health and disease. *Philadelphia: Lea and Febiger* 1261, 1980
- 99 Hess D, Daugherty A, Large E, et al: A comparison of four methods of determining caloric requirements of mechanically ventilated trauma patients. *Respir Care* 31: 1197, 1986

100. Feurer ID, Crosby LO, Mullen JL: Measured and predicted resting energy expenditure in clinically stable patients *Clin Nutr* 3: 27, 1984
101. Knox LS, Crosby LO, Feurer ID, et al: Energy expenditure in malnourished cancer patients. *Ann Surg* 197 (2): 152, 1983
102. Dempsey DT, Feurer ID, Knox LS, et al: Energy expenditure in malnourished gastrointestinal cancer patients. *Cancer* 53 (6): 1265, 1984
103. Dempsey DT, Knox LS, Mullen JL, et al: Energy expenditure in malnourished patients with colorectal cancer. *Arch Surg* 121: 789, 1986
104. Mann S, Wesrenskow DR, Houtches BA: Measured and predicted caloric expenditure in the acutely ill *Crit Care Med* 13 (3): 173, 1985
105. Kinney JM: Metabolic responses of the critically ill patient. *Crit Care Med* 11: 569, 1995
106. Reed MD: Principles of total parenteral nutrition. In: A practical guide to pediatric intensive care. Third Edition. Blumer JL (Ed). St Louis, MO, Mosby Year Book, 582, 1990
107. Cox JH, Cooning SW: Parenteral nutrition. In: Handbook of pediatric nutrition. Queen PM, Lang CE (Eds). Gaithersburg, MD, Aspen Publishers, 279, 1993
108. McClave SA, Snider HL: Use of indirect calorimetry in clinical nutrition *Nutr Clin Pract* 7: 207, 1992
109. Tilden SJ, Watkins S, Tong IK, et al: Measured energy expenditure in pediatric intensive care patients *Am J Dis Child* 143: 490, 1989
110. Weissman C, Kemper M, Askanazi J, et al: Resting metabolic rate of the critically ill patient: measured versus predicted *Anesthesiology* 64: 673, 1986
111. Foster G, Knox L, Dempsey DT, et al: Caloric requirements in total parenteral nutrition. *J Am Coll Nutr* 6:231,1987
112. Weissman C, Kemper M, Elwyn DH, et al: The energy expenditure of the mechanically ventilated critically ill patient *Chest* 89: 254, 1986
113. Brandi LS, Bertolini R, Calafa M: Indirect calorimetry in critically ill patients: Clinical applications and practical advice *Nutrition* 13: 349, 1997
114. Liposky JM, Nelson LD: Ventilatory response to high caloric loads in critically ill patients. *Crit Care Med* 22: 796, 1994

- 115 Kreymann G, Grosser S, Buggisch P, et al: Oxygen consumption and resting metabolic rate in sepsis, sepsis syndrome, and septic shock. *Crit Care Med* 21: 1012, 1993
- 116 Rodriguez DJ, Sandoval W, Clevenger FW: Is measured energy expenditure correlated to injury severity score in major trauma patients? *J Surg Res* 59: 455, 1995
- 117 Bruder N, Lassegue D, Pellisier D, et al: Energy expenditure and withdrawal of sedation in severe head-injured patients. *Crit Care Med* 22: 1114, 1994
- 118 Frankenfield DC, Wiles CE, Bagley S, et al: Relationship between resting and total energy expenditure in injured and septic patients. *Crit Care Med* 22: 1796, 1994
- 119 Ronco JJ, Fenwick JC, Tweeddale MG, et al: Identification of the critical oxygen delivery for anaerobic metabolism in critically ill septic and nonseptic humans. *JAMA* 270: 1724, 1993
- 120 Weissman C, Kemper M, Damask MC, et al: Effect of routine intensive care interactions on metabolic rate. *Chest* 86: 815, 1984
- 121 Clifton GL, Robertson CS, Grossman RG, et al: The metabolic response to severe head injury. *J Neurosurg* 60: 687, 1984
- 122 Young B, Ott L, Norton J, et al: The metabolic and nutritional sequela of the nonsteroid treated head injury patient. *Neurosurgery* 17: 784, 1985
- 123 Boulanger BR, Nayman R, McLean RF, et al: What are the clinical determinants of early energy expenditure in critically ill injured adults? *J Trauma* 37: 969, 1994
- 124 Hwang TL, Huang SL, Chen MF: The use of indirect calorimetry in critically ill patients: The relationship of measured energy expenditure to injury severity score, septic severity score, and APACHE II score. *J Trauma* 34: 247, 1993
- 125 Frankenfield DC, Omert LA, Badelino MM, et al: Correlation between measured energy expenditure and clinically obtained variables in trauma and sepsis patients. *JPEN* 18: 398, 1994
- 126 Long CL, Schaffel N, Geiger JW, et al: Metabolic response to injury and illness: estimation of energy and protein needs from indirect calorimetry and nitrogen balance. *JPEN* 3: 452, 1979

127. Van Way CW III : Variability of the Harris-Benedict equation in recently published text-books *JPEN* 16: 565, 1992
128. Weissman C, Kemper M: Assessing hypermetabolism and hypometabolism in the postoperative critically ill patient *Chest* 102: 1566, 1992
129. Elia M: Energy expenditure in the whole body. In: JM Kinney, NH Tucker eds. *Energy Metabolism: Tissue Determinants and Cellular Corollaries* New York, Raven Press, 19-59, 1992
130. Weissman C, Kemper M, Elwyn DH, et al: The energy expenditure of the mechanically ventilated critically ill patient. An analysis. *Chest* 89: 245, 1986
131. Masanori U, Lindsay DP, Hill G, et al: Components of energy expenditure in patients with severe sepsis and major trauma: A basis for clinical care *Crit Care Med* 42: 1295, 1999
132. Coss-Bu JA, Jefferson LS, Walding D, et al: Resting energy expenditure and nitrogen balance in critically ill pediatric patients on mechanical ventilation *Nutrition* 14: 649, 1998
133. Lukaski HC, Johnson PER, et al: A simple, inexpensive method of determining total body water using a tracer dose of D2O and infrared absorption of biological fluids. *American Journal of Clinical Nutrition* 41: 363, 1985
134. Brandi LS, Bertolini R, Santini L, et al: Effects of ventilator resetting on indirect calorimetry measurement in the critically ill surgical patient *Crit Care Med* 42: 531, 1999
135. Liposky JM, Nelson LD: Ventilatory response to high caloric loads in critically ill patients. *Crit Care Med* 22: 796, 1994
136. Weisman C, Kemper M, Damask MC, et al: Effect of routine intensive care interactions on metabolic rate. *Chest* 86: 815, 1984
137. Dietrich KA, Romero MD, Conrad SA: Effects of gas leak around endotracheal tubes on indirect calorimetry *JPEN* 14: 408, 1990
138. Browning JA, Linberg Se, Turney SZ, et al: The effect of fluctuating FiO₂ on metabolic measurement in mechanically ventilated patients *Crit Care Med* 10: 82, 1982
139. Bracco D, Chiolerio R, Pasche O, et al: Failure in measuring gas exchange in the ICU. *Chest* 104: 1406, 1995

- 140 Swinamer DL, Grace MG, Hamilton SM, et al: Predictive equation for assessing energy expenditure in mechanically ventilated critically ill patients *Crit Care Med* 18: 657, 1990
- 141 Brown PE, McClave SA, Hoy NW, et al: The Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II classification system is a valid marker for physiologic stress in the critically ill patient. *Crit Care Med* 21: 363, 1993
- 142 Brandi SA, Santini L, Bertolini R, et al: Energy expenditure and severity of injury and illness indices in multiple trauma patients. *Crit Care Med* 27: 2684, 1999
- 143 Brown PE, McClave SA, Hoy NW, et al: The Acute Physiologic and Chronic Health Evaluation II classification system is a valid marker for physiologic stress in the critically ill patient *Crit Care Med* 21: 363, 1993
- 144 Shaw JHF, Wolfe RR: An integrated analysis of glucose, fat and protein metabolism in severely traumatized patients: studies in the basal state and response to intravenous nutrition *Ann Surg* 207: 63, 1988
- 145 Larsson J, Liljedahl SO, Schildt B, et al: Metabolic studies in multiple injured patients: clinical features, routine chemical analyses and nitrogen balance *Acta Chir Scand* 147: 317, 1981
- 146 Makk LJ, McClave SA, Creech PW, et al: Clinical application of the metabolic cart to the delivery of total parenteral nutrition *Crit Care Med* 18: 1320, 1990
- 147 Mickell JJ: Urea nitrogen excretion in critically ill children. *Pediatrics* 70: 949, 1982

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ