

İndirekt Kalorimetre İle Ölçülen Dinlenik Metabolik Hız Değerlerinin Bazı Kestirim Formülleri İle Karşılaştırılması

Comparing Resting Metabolic Rate Values Measured By Indirect Calorimetry With Some Predictive Equations

Araştırma Makalesi

Erkan TORTU¹, Gökhan DELİCEOĞLU² Tuğba KOCAHAN¹, Adnan HASANOĞLU¹

¹Spor Genel Müdürlüğü Sağlık İşleri Dairesi
²Kırıkkale Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

ÖZ

Araştırmanın amacını alanda kullanılan dinlenik metabolik hızla ilgili en sık kullanılan kestirim formüllerinin indirekt kalorimetrik yöntemle karşılaştırılması oluşturmaktadır. Araştırma grubunu Spor Genel Müdürlüğü Sağlık İşleri Dairesinde görev yapan 20 Erkek ($X_{\text{yaş}}=39,5\pm 12,5$ yıl; $X_{\text{va}}=78,8\pm 12,5$ kg; $X_{\text{boy}}=173,6\pm 6,4$ cm; $X_{\text{vki}}=26,05\pm 3,21$ kg/m²) ve 13 Kadın ($X_{\text{yaş}}=35,2\pm 9,6$ yıl; $X_{\text{va}}=68,21\pm 12,6$ kg; $X_{\text{boy}}=162,8\pm 4,9$ cm; $X_{\text{vki}}=25,83\pm 5,88$ kg/m²) personel oluşturmaktadır. Araştırma grubunun dinlenik metabolik hız ölçümleri COSMED K5 cihazı ile yapılmıştır. Kestirim formülleri için boy uzunlukları, Holtain Portatif Stadiometre ile vücut ağırlıkları ise Tanita MC 780 cihazı ile ölçülmüştür. Araştırma grubunun ölçüm yapılan odanın sessiz ve boş bir ortam olması ve sıcaklığının testler boyunca 20-22°C aralığında tutulması sağlanmıştır. Araştırma grubunun dinlenik metabolik hız ölçümü her katılımcı için sabah 8-9

ABSTRACT

The purpose of the study is to compare the most commonly used predictive formulas of resting metabolic rate used in the field with the indirect calorimetric method. The study group consisted of 20 males ($X_{\text{age}}=39,5\pm 12,5$ years, $X_{\text{weight}}=78,8\pm 12,5$ kg, $X_{\text{height}}=173,6\pm 6,4$ cm, $X_{\text{bmi}}=26,05\pm 3,21$ kg/m²) and 13 women ($X_{\text{age}}=35,2\pm 9,6$ years, $X_{\text{weight}}=68,21\pm 12,6$ kg, $X_{\text{height}}=162,8\pm 4,9$ cm, $X_{\text{bmi}}=25,83\pm 5,88$ kg/m²). The resting metabolic rate measurements of the study group were measured with a COSMED K₅ instrument. The height dimensions for the estimation formulas were measured with the Holtain Portable Stadiometer and the body weights with the Tanita MC 780 instrument. The research group was provided with a silent and dim environment for the room where the measurement was made, and keeping the temperature at 20-22°C during the tests. The measurement of resting metabolic rate of the study group was started for

saatleri arasında ve 20 dk sırt üstü yatış pozisyonunda dinlendikten sonra ölçüme başlanmıştır. Dinlenik metabolik hız ölçümü 15 dakika sürmüştür ve ölçümün son 10 dakikası kayda alınmıştır. Cosmed K5 cihazından elde edilen dinlenik metabolik hız ile Harris-Benedict, Mifflin, Liu's, Maffeis, Schofield ve WHO kestirim formüllerinden elde edilen değerler arasındaki uyum için SPSS 17.0 paket programında Bland-Altman Yöntemi ve Regresyon analizi uygulanmıştır. Anlamlılık düzeyi için $p < 0,05$ alınmıştır. Regresyon analizleri incelendiğinde kestirim formüllerinde erkeklerden elde edilen değerlerin kadınlardan elde edilen değerlere göre daha yüksek oranda açıkladığı belirlenmiştir. Araştırma grubumuzu oluşturan erkekler ve kadınlar fazla kilolu popülasyon içerisinde yer aldıklarından benzer popülasyonlar için erkeklerde Mifflin, kadınlarda ise Maffeis kestirim denkleminin dinlenik metabolik hızı tahmin etmede kullanılacak en uygun kestirim denklemi olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler

Dinlenik Metabolik Hız, İndirek Kalorimetre, Kestirim Formülleri

Key Words

Resting Metabolic Rate, Indirect Calorimetry, Predictive Equations

GİRİŞ

Dinlenme halinde fizyolojik fonksiyonların sürdürülmesi için gerekli olan enerjinin miktarını temsil eden dinlenik metabolik hız (DMH), günlük toplam enerji harcamasında yaklaşık % 70 payı bulunmaktadır (Segadilha ve ark., 2016; Yamada ve ark., 2016). Bu nedenle metabolik hız ölçümlerinin doğruluğu, vücut ağırlığının izlenmesi, kilo kayıplarının değerlendirilmesi, etkili tedavi prosedürlerinin uygulanması için zorunludur. İndirekt kalorimetrik yöntem metabolik hız ölçümleri için altın standart olarak kabul edilmektedir (Miller ve ark., 2013). Günümüzde bilgisayar destekli açık ve kapalı devre spirometre ile metabolik hızların ölçümü yaygınlık kazanmıştır. Ancak; İndirekt kalorimetrenin pahalı olmasından dolayı ve araştırmacıların kolay ulaşamadıklarından ve ayrıca bir kişinin DMH ölçülmesi için 30 ile 40 dakika zaman gerektiği nedeniyle çalışmalarda kestirim formülleri üzerinde yoğunlaşmıştır (Frouzbakhsh ve ark., 1993).

Kestirim formülleri, genellikle sağlıklı kişiler üzerinde, vücut ağırlığı, boy, cinsiyet ve yaş bağımsız değişkenleri ile indirekt kalorimetri

each participant between 8-9 hours in the morning and after resting in a supine position extending for 20 minutes. The resting metabolic rate measurement lasted 15 minutes and the last 10 minutes were recorded. Bland-Altman method and regression analysis were applied to the resting metabolic rate obtained from Cosmed K₅ device and SPSS 17.0 package program for harmony between the values obtained from Harris-Benedict, Mifflin, Liu's, Maffeis, Schofield and WHO estimation formulas. For significance level $P < 0.05$ was taken. When the regression analyzes are examined, it has been determined that the values obtained from men in the estimation formulas are higher than those obtained from females. Since men and women who constitute our research group were included in the overweight population, we concluded that Mifflin in males and Maffeis estimation in females were the most appropriate predictive equation to be used for estimating the resting metabolic rate for males and females in similar populations.

yöntemiyle ölçülen DMH'nin bağımlı değişken olarak kullanılmasına dayalı Regresyon analizlerini uygulayarak geliştirilmiştir (Weijs ve ark., 2008) Bu özelliklerin farklılaşmasından dolayı bir bireyden diğerine uygulanması doğru sonuçlar vermeyebilir (Flack ve ark., 2016; Madden ve ark., 2016). Bu nedenle bireyler için uygun kestirim yöntemlerinin seçilmesi ölçümlerin doğruluğu açısından önem arz etmektedir.

Kestirim formüllerinin ilk örneği olan Harris ve Benedict formülü kestirim formülleri arasında en sık kullanılanıdır (Picollo ve ark., 2016) Geliştirilen bu formül, büyük çoğunlukla normal vücut ağırlığına sahip Amerikan toplumu temsil etmektedir. Tarihsel olarak bu formülün klinik olarak kullanıldığı, bunun yanında birkaç çalışmada ise metabolik hız kestirimleri için aşırı tahminler ürettiği ve günümüz toplumu için uygulanabilir olmadığı belirtilmiş ve 1984 yılında formül beden kitlesi, yaş ve boy uzunluk verilerine dayalı olarak güncellenmiştir (Graper ve ark., 2012). Alternatif olarak geliştirilen Schofield formülü ise 114 yayımlanmış bazal

metabolizma çalışmasından alınmış toplam 7173 veri ile geliştirilmiştir (Henry, 2005). Bir başka kestirim formülü olan Mifflin-St Jeor denklemi ise yaşları 19-78 arasında değişen 498 normal birey, fazla kilolu ve obez olan popülasyon verilerinden geliştirilmiştir. Yaş sınırlaması 80 yaş olarak belirlenmiş ve etnik ayırım gözetilmemiştir (Frankenfield ve ark., 2005). Liu's kestirim denklemi vücut ağırlığı normal sınırlar içerisinde olan 223 sağlıklı yetişkin Çinliler üzerinden geliştirilmiştir (Rao Z ve ark., 2012). Maffei's kestirim denklemi ise; yaşları 6 ile 10 arasında değişen 130 çocuk üzerinden geliştirilmiştir (Maffei's C ve ark., 1993).

Literatürde; farklı popülasyonlarda ve özel gruplarda kestirim denklemlerinden elde edilen sonuçların doğruluğu hakkında görüş birliği bulunmamaktadır. Bazı çalışmalarda kestirim denklemlerinin, indirekt kalorimetre ile elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında yüksek değerler verdiği görülmüştür (Cruz ve ark., 1999).

Farklı toplumlardan elde edilen ve alanda en sık kullanılan Harris-Benedict, Mifflin, Liu's, Maffei's, Schofield ve WHO kestirim formüllerinin, Türk popülasyonu üzerinde hangisinin dinlenik metabolik hızı en doğru kestirdiğini belirlenmesi önem kazanmaktadır.

Bu kapsamda araştırmanın amacını alanda kullanılan dinlenik metabolik hızı a ait en uygun kestirim formüllerinin indirekt ölçüm yöntemiyle karşılaştırılması oluşturmaktadır.

YÖNTEM

Bu bölümde araştırma grubunun özellikleri ile verilerin toplanması, kullanılan araçlar ve analize yer verilmiştir.

Araştırma Grubu:

Araştırma grubunu Spor Genel Müdürlüğü Sağlık İşleri Dairesinde görev yapan 20 Erkek ($X_{yaş}=39,5\pm 12,5$ yıl; $X_{VA}=78,8\pm 12,5$ kg; $X_{boy}=173,6\pm 6,4$ cm; $X_{vki}=26,05\pm 3,21$ kg/m²) ve 13 Kadın ($X_{yaş}=35,2\pm 9,6$ yıl; $X_{va}=68,21\pm 12,6$ kg; $X_{boy}=162,8\pm 4,9$ cm; $X_{vki}=25,83\pm 5,88$ kg/m²) personel oluşturmaktadır. Katılımcılara uygulanan

Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi- Kısa Form'u sonucunda elde edilen skorlar doğrultusunda fiziksel olarak inaktif olan katılımcılar sedentar olarak nitelendirilmektedir.

Veri Toplama Araçları

Araştırma grubunun dinlenik metabolik hız ölçümleri COSMED K₅ cihazı ile ölçülmüştür. Kestirim formülleri için boy uzunlukları, Hol-tain Portatif Stadiometre ile vücut ağırlıkları ise Tanita MC 780 cihazı ile ölçülmüştür.

Katılımcıların fiziksel aktivite düzeylerini saptamaya yönelik Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketinin kısa formu (UFAA-KF) kullanılmıştır. UFAA, bireylerin fiziksel aktivite seviyelerini uluslararası standartta değerlendirmek için 1998 yılında Cenevre'de Uluslararası Uzlaşma grubu tarafından geliştirilmiştir (Craig ve ark., 2003).

Dinlenik metabolik hızın ölçümü için İtalyan firması COSMED tarafından geliştirilen 2015110099 seri numaralı COSMED K5 cihazı kullanılmıştır.

Verilerin Toplanması:

Dinlenik metabolik hız ölçümleri; Araştırma grubuna en az 4 saat öncesinden sigara, kafein ve alkol vb. uyarıcı ve ilaç kullanmamaları, en az 12 saat dinlenmeleri ve herhangi bir fiziksel aktivite yapmamaları söylenmiştir. Katılımcıların ölçümden en geç 10 saat önce yemek yemeleri ve sabah ölçüme aç gelmeleri istenmiştir (Neiman ve ark., 2006). Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı alınan her katılımcı sabah 8-9 saatleri arasında ve 20 dk sırt üstü uzanır pozisyonda dinlendikten sonra dinlenik metabolik hız ölçümüne başlanmıştır. Dinlenik metabolik hız ölçümü 15 dakika sürmüş ve ölçümün son 10 dakikası değerlendirmeye alınmıştır. Kadın katılımcıların menstrual döngülerinin 7. gününden itibaren ölçümlerinin alınmasına dikkate edilmiştir. Ölçüm yapılan odanın sessiz ve loş bir ortam olması ve sıcaklığının testler boyunca 20-22 °C tutulması sağlanmıştır.

Katılımcıların Harris-Benedict, Mifflin, Liu's, Maffei's, Schofield ve WHO kestirim formüllerine

ait dinlenik metabolik hızları cinsiyet, yaş, boy uzunluğu ve vücut ağırlıkları değişkenleri kullanılarak formüller üzerinden hesaplanmıştır.

Verilerin analizi:

İndirekt kalorimetrik yöntemle elde edilen dinlenik metabolizma hızı ile Harris-Benedict, Mifflin, Liu's, Maffei, Schofield ve WHO kestirim formüller ile elde edilen değerler arasındaki uyumun belirlenmesi için SPSS 17.0 paket programında Bland-Altman yöntemi ve regresyon analizi uygulanmıştır. Anlamlılık düzeyi için $p < 0,05$ alınmıştır.

BULGULAR

Araştırma grubunu oluşturan bireylere uygulanan dinlenik metabolik hız (DMH) ait Harris-Benedict, Mifflin, Liu's, Maffei, Schofield ve WHO kestirim formülleriyle indirekt ölçüm yöntem ile elde edilen metabolik hız arasındaki uyuma ait Bland-Altman ve Regresyon analizi sonuçları tablolar halinde aşağıda verilmiştir.

İndirekt kalorimetrik yöntemle ölçülen DMH ve diğer yöntemlerle elde edilen kestirim formülüne ait değerlerin betimleyici istatistik sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde, erkeklerde en düşük metabolik hız değeri Maffei kestirim formülüyle elde edilirken, en yüksek metabolik hızın indirekt ölçüm yöntem ile ölçüldüğü görülmektedir.

DMH'a ait ortalama incelendiğinde Maffei tarafından kestirilen formülün en düşük olduğu, en yüksek kestirimin ise Schofield tarafından yapıldığı belirlenmiştir.

Kadınlarda ise en düşük metabolik hız değeri Maffei kestirim formülüyle elde edilirken, en yüksek metabolik hızın indirekt ölçüm yöntem ile ölçüldüğü görülmektedir. DMH'a ait ortalama incelendiğinde en düşük Maffei tarafından kestirilen formül, en yüksek ise Schofield tarafından kestirilen formül belirlenmiştir.

Araştırmada bahsedilen kestirim formülleri ile indirekt ölçüm yöntem arasındaki uyum için Bland-Altman yöntemi uygulanmış ve ortalama ve standart sapmalarına ilişkin grafik aşağıda verilmiştir.

Katılımcıların kestirim yöntemlerine göre elde edilen sonuçlarına ait farkların ve ortalamaların sistematik bir şekilde dağılmasına ilişkin Bland-Altman grafiği aşağıda verilmiştir.

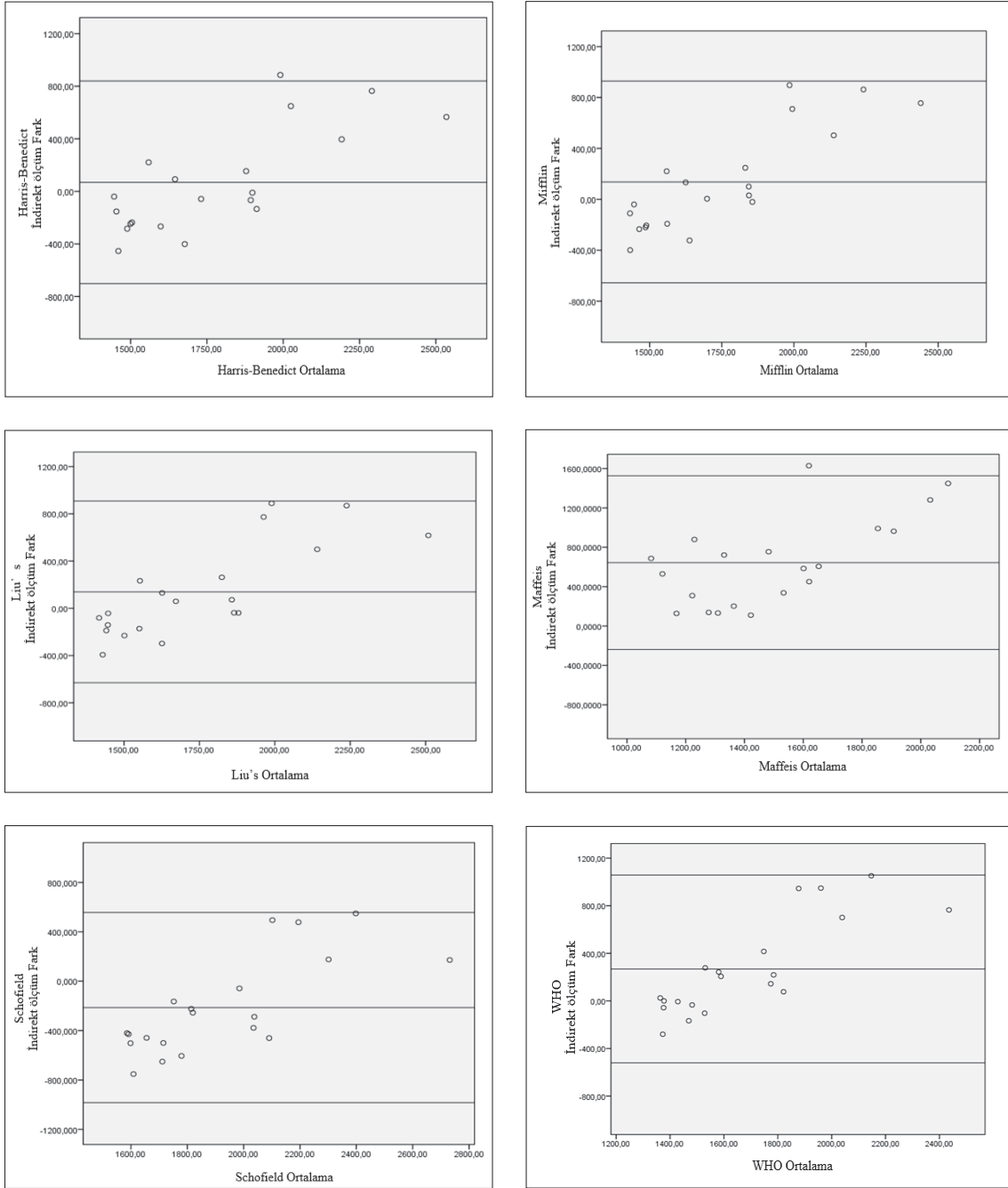
Erkeklerde ait Ölçüm ve kestirim yöntemlerin karşılaştırılmasına yönelik Bland-Altman grafiği grafik 2'de verilmiştir.

Grafik 1 incelendiğinde; kestirim yöntemlerine göre elde edilen farklarının ve ortalamalarının sistematik bir şekilde dağılmadığı görülmektedir.

Kadınlara ait Ölçüm ve kestirim yöntemlerin karşılaştırılmasına yönelik Bland-Altman grafiği grafik 2'de verilmiştir.

Tablo 1. İndirekt kalorimetrik yöntemle DMH'ı ölçülen erkekler ve kadınlardan elde edilen diğer kestirim yöntemlerine ait betimleyici istatistik sonuçları

Yöntem	Erkekler (n=20)				Kadınlar (n=13)			
	En Düşük	En Yüksek	Xort.	SS	En Düşük	En Yüksek	Xort.	SS
İndirekt Ölçüm (K5)	1233	2818	1818,6	477,62	1116	1836	1474,4	247,48
Harris-Benedict	1448	2251	1749,4	205,13	1166	1591	1442,4	118,63
Mifflin	1448	2061	1681,8	160,69	1062	1498	1363,3	122,24
Liu's	1436	2200	1679,3	192,32	1013	1609	1388,5	166,24
Maffei	738	1426	1173,4	230,10	963	1401	1257,0	124,08
Schofield	1796	2645	2032,2	208,51	1312	1669	1525,9	98,24
WHO	1351	2053	1550,0	168,90	1058	1541	1309,7	132,76



Grafik 1. Erkekler için indirekt ölçüm ve kestirim yöntemlerinin karşılaştırılmasına yönelik Bland-Altman grafiği

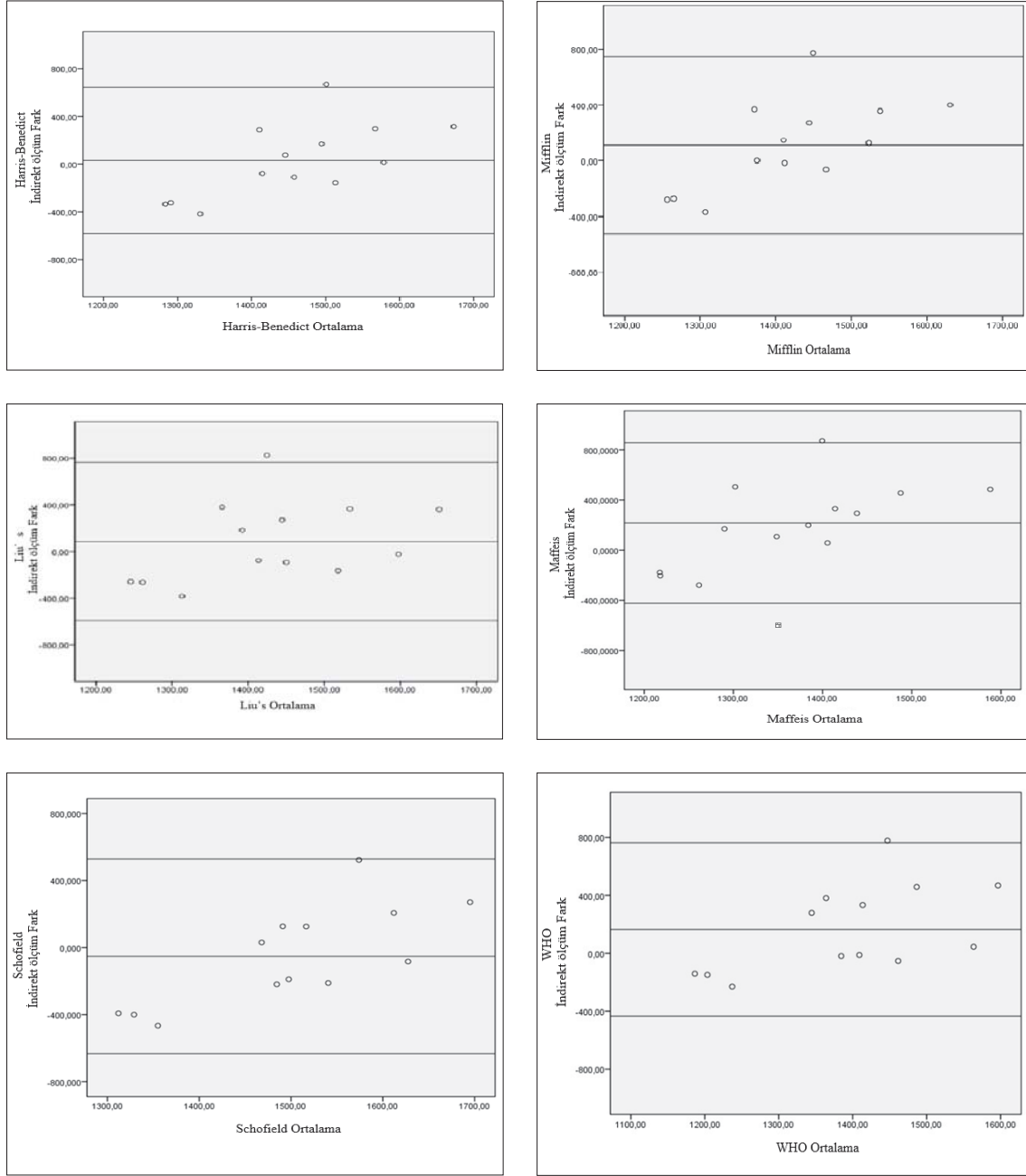
Grafik 2 incelendiğinde; kestirim yöntemlerine göre elde edilen farkların ve ortalamalarının sistematik bir şekilde dağılmadığı görülmektedir.

Grafik 1 ve 2 incelendiğinde farkların ve ortalamalarının sıfır etrafında yayılmadığı görülmektedir. Bu sonuca bağlı olarak erkek ve kadınlara ait indirekt ölçüm ile kestirim

yöntemleri arasındaki uyum ve doğrusallık oranlarının elde edilmesi için regresyon analizi uygulanmıştır.

Erkekler için kestirim yöntemlerinin uyumu ve doğrusallık düzeyleri için uygulanan regresyon analizi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde Maffei's denkleminde diğer denklemlerin, indirekt ölçüm ve



Grafik 2. Kadınlara ait indirekt ölçüm ve kestirim yöntemlerin karşılaştırılmasına yönelik Bland-Altman grafiği

kestirim yöntemleri ile %20 ile %55 arasında doğru kestirimde bulunduğu görülmüştür. Ayrıca kurulan modele göre incelenen kestirim yöntemlerinden elde edilen değerlerin, indirekt ölçüm yöntem değerleri arasındaki uyumun (R^2) % 42 ile %73 arasında açıklandığı görülmektedir. Bu kestirim yöntemleri ile indirekt ölçüm arasındaki doğrusalılıklara (R) bakıldığında oranlar % 65 ile % 85 arasında değişmektedir. En

yüksek doğru kestirim oranı %55 ile Harris and Benedict ve Schofield olmasına rağmen ölçülen değeri açıklama uyum oranı %73 ile Mifflin kestirim denklemi olduğu görülmektedir ($R^2=0,726$, $p<0,05$).

Bu bulguya göre bahsedilen kestirim yöntemlerinin araştırma grubumuzu oluşturan erkekler için uygun olduğu söylenebilir. Ölçülen değeri en yüksek uyumda açıklayan kestirim

Tablo 2. Erkeklerle ait indirekt ölçüm ve kestirim yöntemlerinin uyumu ve doğruluk düzeyleri için uygulanan regresyon analizi sonuçları

Kestirim Yöntemi	Fark Xort	Fark SS	Doğru kestirim %	Düşük kestirim %	Fazla kestirim %	HKO	R	R ²	P
Haris and Benedict	68,80	393,391	55,00	40,00	10,00	,194	,761	,579	,000
Mifflin	136,200	404,299	50,00	45,00	5,00	,170	,852	,726	,000
Liu	138,900	392,452	45,00	50,00	5,00	,184	,794	,630	,000
Maffeis	644,250	450,072	0,00	100,00	0,00	,269	,649	,421	,002
Schofield	-213,800	392,932	55,00	45,00	0,00	,196	,753	,567	,000
WHO	268,600	402,659	20,00	75,00	5,00	,176	,836	,699	,000

HKO: Hata Kareler Ortalaması

Doğru Kestirim: Ölçülen değerler ile kestirilen değerler arasındaki farkın +10% arasında olan değerler

Düşük Kestirim: Ölçülen değerler ile kestirilen değerler arasındaki farkın -10% 'dan az olan değerler

Yüksek Kestirim: Ölçülen değerler ile kestirilen değerler arasındaki farkın +10% 'dan fazla olan değerler

denklemlerinin sıralamasına bakıldığında; Mifflin (% 73), WHO (% 70), Liu's (% 63), Harris Benedict (% 58), Schofield (% 57), Maffeis (% 42) şeklinde sıralanmaktadır.

Kadınlara ait kestirim yöntemlerinin uyumu ve doğruluk düzeyleri için uygulanan regresyon analizi sonuçları tablo 3 verilmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde indirekt ölçüm ve kestirim yöntemleri ile %15 ile %85 arasında doğru

kestirim yaptığı görülmektedir. Kurulan modele göre incelenen Harris Benedict, Mifflin, Maffeis, Schofield ve WHO kestirim yöntemlerinden elde değerlerin, indirekt ölçüm yöntemi ile arasındaki uyumu % 32 ile % 56 arasında açıklandığı görülmektedir. Uyum oranı % 16 olan Liu's ile indirekt ölçüm yöntem arasındaki uyumun anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($R^2=0,161$, $p>0,05$). Bu kestirim yöntemlerinin indirekt ölçüm yöntemi

Tablo 3. Kadınlara ait indirekt ölçüm ve kestirim yöntemlerinin uyumu ve doğruluk düzeyleri için uygulanan regresyon analizi sonuçları

Kestirim Yöntemi	Fark Xort	Fark SS	Doğru kestirim %	Düşük kestirim %	Yüksek kestirim %	HKO	R	R ²	P
Haris and Benedict	31,46	312,71	84,62	15,38	0	,620	,657	,431	,015
Mifflin	110,53	324,17	76,92	23,08	0	,679	,658	,433	,015
Liu's	83,53	343,80	69,23	30,77	0	,780	,401	,161	,175
Maffeis	216,76	326,34	15,38	84,62	0	,693	,650	,423	,016
Schofield	-51,92	296,31	84,62	0	15,38	,510	,750	,563	,003
WHO	164,46	305,04	38,46	61,54	0,00	,599	,562	,316	,045

HKO: Hata Kareler Ortalaması

Doğru Kestirim: Ölçülen değerler ile kestirilen değerler arasındaki farkın +10% arasında olan değerler

Düşük Kestirim: Ölçülen değerler ile kestirilen değerler arasındaki farkın -10% 'dan az olan değerler

Yüksek Kestirim: Ölçülen değerler ile kestirilen değerler arasındaki farkın +10% 'dan fazla olan değerler

ile arasındaki doğrusalılıklara bakıldığında % 56 ile % 75 arasında oranlar görülmektedir. Bu bulguya göre bahsedilen kestirim yöntemlerinin kadınlar için uygun olduğu söylenebilir. Harris Benedict ve Schofield denklemleri % 85 ile en yüksek doğru kestirim oranlarına sahiptir. Ölçülen değeri en yüksek oranda uyum ise Schofield'a ait % 56 kestirim denklemdir ($R^2=0.563$, $p<0,05$). Diğer kestirim denklemlerinin ölçülen değeri karşılama uyumları ise Mifflin (% 43), Harris Benedict (% 43), Maffeis (% 42) ve WHO (% 32), şeklinde sıralanmaktadır.

Regresyon analizleri incelendiğinde kestirim formüllerinde erkeklerden elde edilen değerlerin kadınlardan elde edilen değerlere göre daha yüksek oranda açıkladığı belirlenmiştir.

TARTIŞMA

Enerji harcamalarının önemli bir bileşeni olan DMH ölçülmesi, toplam enerji gereksinimini tahmin etmek ve beslenme alışkanlıklarının geliştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır (Wang et al., 2000). Bu denklemler, bağımsız değişkenler olarak vücut ağırlığı, boy, cinsiyet, yaş, yağsız kütle, yağ kütlesi, vücut yüzey alanının analizine dayanmaktadır. Ayrıca etnik kökenin istirahat DMH tahmininde etkili bir faktör olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, farklı etnik gruplar için DMH'yi doğru olarak tahmin edebilecek en uygun denklemlerin belirlenmesi önemlidir (Liu ve ark., 1995).

Yakın geçmişte, çeşitli araştırmacılar, farklı kiloda ve ırk etnik kökene sahip sağlıklı kişilerde DMH tahmini denklemlerini doğrulamışlardır. Harris-Benedict, WHO, Mifflin formülleri gibi yaygın olarak kullanılan bazı denklemlerin, belirli vücut ağırlığı ve irksal/etnik gruplarda DMH tahmininde yanlış kestirim sonuçları verebileceğini belirtmişlerdir (Nhung ve ark., 2005). Buna ek olarak, yaygın kullanılan kestirim denklemlerin çoğu, normal, fazla kilolu ve obez kişilerdeki çalışmalardan geliştirilmiştir. Bu denklemler, düşük kilolu bireyler için daha düşük kestirimlerde bulunduğu söylenmektedir (Fonseca ve Duarte, 2008).

Mifflin denkleminin çok çeşitli vücut ağırlığı (BMI 18,5 ile 50 kg/m^2) arasındaki enerji

harcamalarını tahmin etmek için güvenilir bir araç olduğunu göstermiştir (Weijs ve Vansant, 2010). Literatür de kadınlar üzerinde Mifflin kestirim denkleminde elde edilen sonuçlar ve indirekt kalorimetre ile ölçülen değerlerim karşılaştırıldığı çalışmalarda; Belçika'da normal kilolu ve aşırı obez kadınlarda (Ten Haaf ve Weijs, 2014), Brezilyalı 20-43 yaş aralığındaki fazla kilolu kadınlar yüksek oranda uyum sağladığı görülmüştür (Oliveira ve ark., 2012). Fazla kilolu kadınlar üzerinde yapılan bir başka çalışmada; Mifflin kestirim denkleminin % 80,23 oranında indirekt kalorimetreye doğru oranda kestirimde bulunmuş ve ölçülen değerleri karşılama oranının % 47 ($R^2=0.47$) olduğu görülmektedir (Namazi ve ark., 2016). Bizim çalışmamızda ise; kadınlarda Mifflin kestirim denkleminin ölçülen değerleri % 76,92 oranında doğru kestirdiği görülürken bu değerleri karşılama uyumu % 43 ($R^2=0.43$, $p<0,05$) olarak görülmektedir.

Sağlıklı kadın ve erkek yetişkinler üzerinde yapılan çalışmalarda; Porto Riko'lu yetişkinler (Carla ve ark., 2010), 18-65 yaş aralığındaki kilolu obez Alman, Hollandalı (Krüger ve ark., 2015) ve Çinliler (Oliveira ve ark., 2011) üzerindeki çalışmalarda Mifflin kestirim denkleminin elde edilen sonuçların indirekt kalorimetre ile ölçülen değerlere yüksek oranda uyum gösterdiği görülmüştür. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde Mifflin denkleminin erkeklerde ve kadınlarda yüksek uyuma sahiptir. Erkeklerde ölçülen değerleri % 50 oranında doğru kestirdiği görülürken bu değerleri karşılama uyumu % 73 ($R^2=0,726$, $p<0,05$) olarak belirlenmiştir.

Maffeis kestirim denkleminin ilişkili çalışmalarda obez olmayan gruplarda yüksek doğruluk gösterdiği gözlenmiştir (Lawrence ve ark., 2009). Bizim çalışmamızda erkek ve kadın sedanter bireylerde indirekt kalorimetreye oranla düşük kestirimler elde edilmiştir. Kadınlarda % 15 oranında olan doğruluk erkeklerde ise daha düşük oranlarda görülmektedir. Erkeklerde elde edilen bütün kestirim sonuçları indirekt kalorimetreden düşüktür. Kestirim değerlerinin ölçülen değerleri karşılama uyumu erkeklerde % 42 ($R^2=0,421$, $p<0,05$), kadınlarda benzer şekilde

% 42 ($R^2=0,423$, $p<0,05$) olarak görülmektedir. Araştırma grubumuz olan sedanter erkekler ve kadınlarda fazla kilolu oldukları için indirekt kalorimetreye göre düşük değerler vermiştir. Bu bulgu Lawrence ve ark. (2009)'larının yapmış oldukları çalışmayı destekler niteliktedir.

Schofield ve WHO kestirim denklemleriyle DMH ortak bir veri tabanından türetildiğinden kestirim sonuçlarının benzerlik göstermesi beklenmektedir. WHO denklemleri uluslararası kullanım için önerilmiş olsa da, kanıtlar bu denklemlerin dünyanın farklı bölgelerindeki, özellikle tropikal bölgelerde yapılan çalışmalarda DMH tahmin etmede yetersiz olduğunu göstermektedir (Frankenfield ve ark., 2005).

Schofield kestirim denklemine ilişkin çalışmada; erkeklere ilişkin kestirim sonuçları, indirekt kalorimetre ile elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında anlamlı farklılıklar gösterdiği ve indirekt kalorimetreye oranla yüksek değerler verdiği gözlemlenmiştir. Kadınlarda ise daha düşük değerler elde edilmiştir (Horgan ve Stubbs, 2003). Bizim çalışmamızda benzer şekilde Schofield kestirim denklemi erkek ve kadınlarda indirekt kalorimetreye oranla yüksek değerler verdiği görülmüş ve ölçülen değer erkeklerde % 55, kadınlarda ise % 84 oranında doğruluk gösterirken erkeklerde bu değeri karşılama oranı % 57 ($R^2=0,567$) kadınlarda ise % 56 ($R^2=0,563$) olarak görülmektedir ($p<0,05$).

WHO kestirim denklemi % 45'i italyan kökenli olan Avrupalı genç polis ve asker katılımcılar üzerinden geliştirilmiştir. Bizim çalışmamızda WHO kestirim denklemi hem erkek hem de kadınlarda indirekt kalorimetre ölçümlerinden daha düşük kestirimlerde bulunmuş ve erkeklerde indirekt kalorimetredeki ölçümü karşılama oranı % 70 ($p<0,05$) iken kadınlarda bu oran % 32'dir ($p<0,05$). Çinliler üzerinde yapılan çalışmada WHO kestirim denklemi erkeklerde % 28,7 iken kadınlarda % 50 oranında ölçülen değeri karşıladığı görülmüştür. Frankenfield ve ark. (2005)'larının araştırmasında kadınlara ait indirekt kalorimetreyi karşılama oranının erkeklere oranla yüksek çıkmasını kadın katılımcı sayısının 247 kişi, erkek katılımcı sayısını ise 2279 kişi ol-

masından kaynaklanabileceğine vurgu yapmıştır.

Obez olmayan kadınlar üzerindeki yapılan çalışmada WHO kestirim denklemin ölçülen değeri % 71 oranında doğruluk gösterdiği (Frankenfield, 2013) bir başka çalışmada ise (Shaneshin ve ark., 2011) güvenilir kestirimlerde bulunmadığı görülmektedir. Bizim çalışmamızda ise; % 38 oranında doğruluk gösterirken ölçülen değerleri karşılama oranının % 32 ($R^2=0,32$) olarak belirlenmiştir.

Çinli kadınlar üzerindeki çalışmasında; Harris-Benedict, WHO, Owen, Mifflin, ve Lius kestirim denklemleri arasında WHO diğer kestirim denklemleri arasında % 50 doğrulukla en yüksek uyum sağlayan denklemdir (Rao ve ark., 2012). Bizim çalışmamızda; Harris-Benedict Mifflin Liu's Maffei Schofield ve WHO kestirim denklemleri arasında; Schofield % 86 oranında doğruluk gösterirken ölçülen değerleri karşılama oranının % 56 ($R^2=0,56$) ile en yüksek uyum gösteren denklemdir.

Harris-Benedict ve indirekt kalorimetre arasında fark gözlemlenmezken (Anderson ve ark., 2014) bizim çalışmamızda Harris-Benedict kestirim denklemi erkeklerde % 55 ve kadınlarda % 84 oranında doğruluk göstermiştir. Ancak bu değerleri karşılama uyumları erkeklerde % 58 ($R^2=0,579$, $p<0,05$), kadınlarda ise % 43 ($R^2=0,431$, $p<0,05$) olarak görülmektedir. Harris-Benedict kestirim denklemi kadınlarda erkeklere oranla daha yüksek uyum gösterirken istatistiksel olarak bu oranları karşılama yüzdeleri erkeklerde daha yüksek olduğu görülmüştür.

Yetişkin kadın ve erkeklerde kestirim denklemler ve indirekt kalorimetre ile yapılan ölçümlerde herhangi bir istatistiksel farklılık elde edilmemiştir (Fonseca, ve ark., 2010). Bizim çalışmamızda da kadınlardan elde edilen Liu's denklemi dışındaki denklemlerde istatistiksel olarak bir farklılık görülmemektedir. Liu's kestirim denklemi Çin popülasyonu üzerinden geliştirilmiş ve daha önceki araştırmalarda sağlıklı Çin'li bireyler üzerinde yüksek oranda doğru kestirim yaptığı görülmüştür (Leung ve ark., 2000). Bizim çalışmamızda Liu's kes-

tirim denklemi, erkeklerde indirekt kalorimere ile yapılan ölçüm sonuçlarını % 63 ($p < 0,05$) oranında açıkladığı görülürken kadınlarda bu oran % 16 olarak görülmekte ve istatistiksel olarak anlamlı görülmemektedir ($p > 0,05$).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak çalışmamızda kullanılan kestirim denklemleri, erkekler için ölçülen ve kestirilen değerler arasında fark olmadığı ancak ölçülen değerlerde en yüksek oranla %72 uyumla Mifflin kestirim denkleminin sağladığı belirlenmiştir. Kadınlarda ise Liu's kestirim denklemi haricindeki denklemler arasında fark görülmezken, araştırmamız kapsamında kullandığımız Maffei's kestirim denkleminin %56'lık oranla en yüksek uyuma sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırma grubumuzu oluşturan erkekler ve kadınların fazla kilolu popülasyon içerisinde

yer aldıklarından benzer popülasyonlar için erkeklerde Mifflin, kadınlarda ise Maffei's kestirim denkleminin dinlenik metabolik hızı tahmin etmede kullanılacak en uygun kestirim denklemi olduğu sonucuna varılmıştır.

Yazar Notu: Bu araştırmaya katılan tüm Sağlık İşleri Dairesi personeline ve araştırma için uygun ortam hazırlanmasına imkân sağlayan tüm yöneticilere teşekkür ederiz.

Yazışma Adresi (Corresponding Address):

Erkan TORTU

Spor Genel Müdürlüğü / Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı / Performans Ölçüm ve Değerlendirme Birimi

E-posta: tortuerkan@sgm.gov.tr; tortuerkan@gmail.com

Cep Tel: 05542274969

KAYNAKLAR

1. Anderson EJ, Sylvia LG, Lynch M, Sonnenberg L, Lee H, & Nathan DM. (2014). Comparison of energy assessment methods in overweight individuals. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114(2), 273-278.
2. Carla, L, Ramirez-Marrero FA, Martínez LR & Nevárez C. (2010). Predicting resting energy expenditure in healthy Puerto Rican adults. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(10), 1523-1526.
3. Cruz CM, da Silva A & Dos Anjos L. (1999). Basal metabolic rate is overestimated by predictive equation in college-age women of Rio de Janeiro, Brazil. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 49(3), 232-237.
4. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE Oja P. (2003). International Physical Activity Questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), 1381-1395.
5. De Oliveira EP, Orsatti FL, Teixeira O, Maestá N, Burini RC. (2011). Comparison of predictive equations for resting energy expenditure in overweight and obese adults. *Journal of obesity*, 2011.
6. De Oliveira FCE, Alves RDM, Zuconi CP, Ribeiro AQ, Bressan J. (2012). Agreement between different methods and predictive equations for resting energy expenditure in overweight and obese Brazilian men. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 112(9), 1415-1420.
7. Flack KD, Siders WA, Johnson L, Roemmich JN. (2016). Cross-Validation of Resting Metabolic Rate Prediction Equations. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(9), 1413-1422.
8. Fonseca PHSd, Duarte MdfDs. (2008). Equações que estimam a taxa metabólica de repouso em adolescentes: história e validade. *Rev. bras. cineantropom. desempenho*, 10(4), 405-411.
9. Fonseca PHS, Duarte MFS, Barbetta PA. (2010). Validation of the equations that estimate the resting metabolic rate in adolescent girls. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 54(1), 30-36.
10. Frankenfield D, Roth-Yousey L, Compher C, Group EAW. (2005). Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(5), 775-789.
11. Frankenfield DC. (2013). Bias and accuracy of resting metabolic rate equations in non-obese and obese adults. *Clinical nutrition*, 32(6), 976-982.
12. Gropper SS, Smith JL. (2012). Advanced nutrition and human metabolism. Cengage Learning.
13. Henry C. (2005). Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. *Public health nutrition*, 8(7a), 1133-1152.
14. Horgan G, Stubbs J. (2003). Predicting basal metabolic rate in the obese is difficult. *European journal of clinical nutrition*, 57(2), 335-340.

15. **Krüger RL, Lopes AL, Gross JS, Macedo RCO, Teixeira BC, Oliveira ÁR.** (2015). Validation of predictive equations for basal metabolic rate in eutrophic and obese subjects. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 17(1), 73-81.
16. **Lawrence JC, Lee HM, Kim JH, Kim EK.** (2009). Variability in results from predicted resting energy needs as compared to measured resting energy expenditure in Korean children. *Nutrition research*, 29(11), 777-783.
17. **Leung R, Woo J, Chan D, Tang, N.** (2000). Validation of prediction equations for basal metabolic rate in Chinese subjects. *European journal of clinical nutrition*, 54(7), 551.
18. **Liu HY, Lu YF, Chen WJ.** (1995). Predictive equations for basal metabolic rate in Chinese adults: a cross-validation study. *Journal of the American Dietetic Association*, 95(12), 1403-1408.
19. **Madden A, Mulrooney H, Shah, S.** (2016). Estimation of energy expenditure using prediction equations in overweight and obese adults: a systematic review. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*.
20. **Maffei CY, Schutz R, Micciolo L, Zocante and Pinelli L.** (2013). Resting metabolic rate in six- to ten-year-old obese and nonobese children. *Pediatrics* 122: 556-562.
21. **Miller S, Milliron BJ, Woolf K.** (2013). Common prediction equations overestimate measured resting metabolic rate in young Hispanic women. *Topics in clinical nutrition*, 28(2), 120.
22. **Namazi N, Aliasgharzadeh S, Mahdavi & Kollahdoz F.** (2016). Accuracy of the common predictive equations for estimating resting energy expenditure among normal and overweight girl university students. *Journal of the American College of Nutrition*, 35(2), 136-142.
23. **Nieman DC, Austin MD, Benezra L, Pearce S, McInnis T, Unick J, Gross SJ.** (2006). Validation of COSMED's Fitmate™ in measuring oxygen consumption and estimating resting metabolic rate. *Research in Sports Medicine*, 14(2), 89-96.
24. **Nhung B, Khan N, Hop L, Lien D, Le D, Hien V, Yamamoto S.** (2005). FAO/WHO/UNU equations overestimate resting metabolic rate in Vietnamese adults. *European journal of clinical nutrition*, 59(10), 1099-1104.
25. **Piccolo MF, Lago AF, Meneguetti MG, Nicolini EA, Basile-Filho A, Nunes AA, Auxiliadora-Martins M.** (2016). Harris-Benedict equation and resting energy expenditure estimates in critically ill ventilator patients. *American Journal of Critical Care*, 25(1), e21-e29.
26. **Rao ZY, Wu XT, Liang BM, Wang MY, Hu W.** (2012). Comparison of five equations for estimating resting energy expenditure in Chinese young, normal weight healthy adults. *European journal of medical research*, 17(1), 26.
27. **Segadilha NL, Rocha EE, Tanaka LM, Gomes KL, Espinoza RE, Peres WA.** (2016). Energy Expenditure in Critically Ill Elderly Patients Indirect Calorimetry vs Predictive Equations. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*,
28. **Shaneshin M, Rezazadeh A, Jessri M, Neyestani T, Rashidkhani B.** (2011). Validity of predictive equations for resting energy expenditure among Iranian women. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 20(4), 646-653.
29. **Ten Haaf T, Weijs PJ.** (2014). Resting energy expenditure prediction in recreational athletes of 18-35 years: confirmation of Cunningham equation and an improved weight-based alternative. *PloS one*, 9(10), e108460.
30. **Wang Z, Heshka S, Gallagher D, Boozer CN, Kotler DP, Heymsfield SB.** (2000). Resting energy expenditure-fat-free mass relationship: new insights provided by body composition modeling. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 279(3), E539-E545.
31. **Weijs PJ, Kruijenga HM, van Dijk AE, van der Meij BS, Langius JA, Knol DL, van Schijndel RJS.** (2008). Validation of predictive equations for resting energy expenditure in adult outpatients and inpatients. *Clinical nutrition*, 27(1), 150-157.
32. **Weijs PJ, Vansant GA.** (2010). Validity of predictive equations for resting energy expenditure in Belgian normal weight to morbid obese women. *Clinical nutrition*, 29(3), 347-351.
33. **Yamada Y, Yokoyama K, Noriyasu R, Osaki T, Adachi T, Itoi A, Oda S.** (2016). Erratum to: Calculation of total energy expenditure in publications on physical activity energy by Yamada et al. in 2009 and 2013. *European journal of applied physiology*, 116(6), 1279.