



DERLEME

YAŞLILARDA FİZİKSEL AKTİVİTE DÜZEYİ DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Öz

Fiziksel aktivite, hayatı değiştirebilen güçlü bir ilaçtır ve enerji tüketimiyle sonuçlanan, iskelet kassı ile yapılan herhangi bir vücut hareketidir. Etkili bir fiziksel aktivite programı kuvvet, dayanıklılık, denge, fiziksel-zihinsel fonksiyon ve yaşam kalitesini geliştirebilir. Ancak yaşlı bireylerde, fiziksel aktivitenin değerlendirme ve ölçülmesi zor ve karmaşıktır. Yaşlı popülasyonda kültür, cinsiyet ve yaş gibi farklı özellikler, hastalıklar, motivasyon ve bilişsel işlevler fiziksel aktivite değerlendirme yönteminin seçiminde önemli bir etkidir. Yaşlı bireylerde fiziksel aktivite düzeyini değerlendirmek için 2 yöntem bulunmaktadır. Direkt yöntemler; direkt ve indirekt kalorimetri, çift etiketli su, etiketli bikarbonat ve gaz alışverişi teknikleri. Indirekt yöntemler; anketler, kalp atım hızı ölçümü, pedometre, akselerometre ve fiziksel aktivite indeksidir.

Anahtar Sözcükler: Yaşlı; Fiziksel Aktivite Düzeyi; Enerji Tüketimi.



REVIEW ARTICLE

THE ASSESSMENT METHODS OF PHYSICAL ACTIVITY LEVEL IN ELDERLY

ABSTRACT

Physical activity is powerful medicine that can change lives. An effective exercise prescription can improve strength, endurance, balance, function and quality of life. Physical activity epidemiological studies provide one of many types of research evidence that are necessary to assess the importance of physical activity to health. But, the assessment of physical activity level is very difficult and complex in elderly people. The major factors are culture, gender, age, disorders, motivation and cognitive function in elderly people for the assessment of physical activity level. There are two methods in order to assessment of physical activity level in elderly. Direct and indirect calorimetry, double labeled water, labeled bicarbonate and gas exchange. Indirect methods: The Questionnaire, heart rate, pedometer, accelerometer and physical activity index.

Key Words: Elderly; Physical Activity Level, Energy Expenditure

İletişim (Correspondance)

Gülşah ŞAHİN
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu ÇANAKKALE
Tlf: 0286 218 23 13
e-posta: sahin@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 12/10/2009
(Received)

Kabul Tarihi: 15/12/2009
(Accepted)

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu ÇANAKKALE



Fiziksel aktivite, hayatı değiştirebilen güçlü bir ilaçtır ve enerji tüketimiyle sonuçlanan, iskelet kası ile yapılan herhangi bir vücut hareketidir. Etkili bir fiziksel aktivite programı kuvvet, sürat, dayanıklılık, denge, fiziksel-zihinsel fonksiyon ve yaşam kalitesini geliştirebilir (1). Egzersiz, spor, dans ve serbest zaman aktiviteleri ise, fiziksel aktivite başlığı altında tanımlanır (2). Düzenli fiziksel aktivite vücut sağlığının korunmasında önemli bir faktör olarak yaşam biçimini yansıtmaktadır (1). Çalışmalar farklı fiziksel aktivite tiplerinin, sıklık ve yoğunlukla ilişkili olarak farklı olumlu etkilerinin olduğunu göstermektedir. Yüzmede tüketilen 100 kalori özellikle kalp-damar sağlığı ve ilgili hastalıklar için yararlı olduğu halde, ağırlık antrenmanında tüketilen 100 kalori, kemik ya da osteoporoz riski üzerinde olumlu etkiler ortaya çıkartmaktadır (3). Fiziksel olarak aktif olmanın kalp damar ve solunum sisteminde, serum lipoprotein profili ve beden yağ dağılımında, kas iskelet aktivitelerinde, gastrointestinal etkin-

likte ve ruhsal işlevlerde gelişim sağladığı kanıtlanmıştır (4,5,6,7,8). Fiziksel aktivitenin kalori tüketimi, aerobik yoğunluk, vücut ağırlığını taşıma, esneklik ve kuvvetin farklı hastalıklar ve sağlıkla ilgili birkaç ölçütü bulunmaktadır (1,2,3,8). Kalori tüketimi gibi bazı ölçütler, koroner kalp hastalığı, obezite ve diyabet gibi kronik hastalıklar ile ilişkili iken, esneklik ve kas kuvveti gibi bazı ölçütler, daha çok fiziksel fonksiyon, osteoporoz ve yetersizlikle ilişkili bulunmuştur (2).

Fiziksel aktivite ölçümünde tek bir standart olmamakla birlikte değerlendirilmede kullanılan farklı yöntemler, fiziksel aktivitenin bazı boyutlarını ve niteliğini ölçmekte ve çoğu değerlendirme yöntemi, enerji tüketim miktarı üzerinde odaklanmaktadır (3). Epidemiyolojik araştırmalarda, pratikliği ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle daha çok "fiziksel aktivite anketleri" kullanılmaktadır (Çizelge 1). Anketlerden

Çizelge 1— .Fiziksel Aktivite Anketleri

Anket	Uygulama Biçimi	Aktivite Türü	Değerlendirilen Zaman Aralığı	Ölçüm Skalası
Günlük (<i>Diary Survey</i>)				
Edholm ve ark.	Kendi kendine değerlendirme	Ayrıntılı	2 hafta	Kcal
LaPorte ve ark.	Kendi kendine değerlendirme	Ayrıntılı	12 saat	Kcal
Hatırlatma (<i>Recall</i>)				
Seven-Day	Görüşme	Alışkanlık	1 hafta	MET
Physical Activity Recall				
Harvard Alumni Questionnaire	Kendi kendine değerlendirme	Boş zaman	1 hafta	Kcal/hafta
Five City Project Questionnaire	Görüşme	Alışkanlık	1 Hafta	Kcal/gün
Niteliksel Aktivite Öyküsü (<i>Quantitative Histories Survey</i>)				
Tecumseh Occupational Physical Activity Questionnaire	Görüşme	Boş zaman	Son 12 ay	MET
Stanford Usual Activity Questionnaire	Görüşme	Alışkanlık	3 ay	Skor
CARDIA	Görüşme	Alışkanlık	Son 12 ay	Ağırlıklı skor
Physical Activity History				
Minnesota LTPA	Görüşme	Boş zaman	Son 12 ay	MET
Genel (<i>General survey</i>)				
HIP	Kendi kendine değerlendirme ya da görüşme	Alışkanlık	1 hafta	28 puan-skor
Lipid Research Clinics Questionnaire	Görüşme	Alışkanlık	1 hafta	Sınıflama
Framingham	Görüşme	Alışkanlık	1 gün	Günlük index
Physical Activity Index				
Baecke Questionnaire	Görüşme	Alışkanlık	Son 12 ay	MET ya da skor

MET: Metabolic equivalent threshold

LPTA: Leisure-Time Physical Activity Questionnaire

HIP: Health Insurance Plan of New York (HIP) Activity Questionnaire



elde edilen sonuçların doğrulanması, objektif ölçümlerle yapılmakta, objektif ölçümlerde ise toplam enerji tüketimi üzerinden hesaplama yapılmaktadır (1). Ancak yaşlı bireylerde, fiziksel aktivitenin değerlendirme ve ölçülmesi zor ve karmaşıktır. Yaşlıların kültür, cinsiyet ve yaş gibi farklı özellikleri, hastalıkları, motivasyonları ve bilişsel işlevleri fiziksel aktivite değerlendirme yönteminin seçiminde önemli bir etkidir. Bağımsız yaşlılarda fiziksel aktivitenin doğru değerlendirilmesi zordur. Çünkü fiziksel aktivitenin miktarı, fiziksel aktivitede tüketilen enerji ile iş anlamıdır. Şiddetli ve kısa süren bir yarışmada, daha az yoğunlukta ve çok uzun süren bir yarışmadakine benzer enerji tüketimi olabilmektedir. Fiziksel aktivite değerlendirme yöntemlerinden bazıları sadece fiziksel aktivite miktarını ölçerken, diğerleri fiziksel aktivitede tüketilen enerjiyi ölçmektedir (9). Bunun yanı sıra bağımsız yaşlılardaki fiziksel aktivite miktarı, fiziksel aktivitede yer alan hareketler için harcanan süre (saat, dakika) ve anket sorularına verilen cevapların puanları dikkate alınarak belirlenmektedir. Fiziksel aktivitede harcanan enerji ise, metabolik equivalent (MET) olarak ifade edilir. MET kullanımı aktivitelerin enerji maliyetinin ifadesini sağlamaktadır. Fiziksel aktivite seviyesi (FAS) günlük tüketilen toplam enerji olarak hesaplanmaktadır. Sedanter bireyler için FAS 1.5 puan civarındadır. Bu değer, yüksek düzeyde antrenman yapanlarda 3.5-4.5'e kadar artabilmektedir (9). Yaşlı bireylerin fiziksel aktivite ölçümünde kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır (Çizelge 2). Ölçümler, direkt kalorimetri gibi direkt ya da çift etiketli su, etiketli bikarbonat yöntemi ya da anketler gibi indirekt olarak yapılabilmektedir. İndirekt ölçümler ise teknik olarak daha kolay, daha ucuz ekipman gerektirmektedir (9).

1. Kalorimetri

İnsan bedeninde metabolik iş için kullanılan enerji kaynağı ATP'dir. Metabolik iş amacıyla kullanılan ve ATP moleküllerinin hidroliziyle açığa çıkan enerji, besinlerin oksidasyonu, ATP moleküllerinin resentezi için gerekli enerjiyi sağlamaktadır. Kalorimetri ile enerji tüketimi, direkt ya da indirekt olarak ölçülebilmekte ve direkt yöntemde açığa çıkan ısı ve üretilen ısı miktarı belirlenmektedir. İndirekt yöntemde ATP sentezi için gerekli besinlerin oksidasyonunda tüketilen oksijen miktarı ölçülmektedir (9).

Direkt Kalorimetri: Direkt kalorimetri beden tarafından üretilen gerçek ısıyı ölçer. Oda kalorimetri en az 24 saatte üretilen ısıyı ölçebilecek kapasiteye sahiptir. Ölçümün süre ve büyüklük özelliklerine bağlı olarak deneğin yanıt süresi ya-

vaştır ve ölçüm egzersiz sırasında yapıldığı zaman, enerji tüketiminin kesin olarak değerlendirilmesi uzun zaman gerektirmektedir.

İndirekt kalorimetri: Substrat oksidasyonu hızını değerlendirmek, direkt kalorimetreye göre, teknik olarak daha kolay, daha ucuz ekipman gerektirmekte ve hem substrat oksidasyon hızı, hem de enerji tüketimi hesaplanabilmektedir. İndirekt kalorimetrinin en yaygın kullanılan tipleri solunum gaz alışverişi, çift etiketli su ve etiketli bikarbonat yöntemidir (9).

a. Solunum Gaz Alışverişi

Solunum gaz alışverişi ile uygulanan indirekt kalorimetri, oksijen tüketim (VO₂) ve karbondioksit üretim hızını (VCO₂) belirlemektedir. Alınan ve verilen havadaki karbondioksit ve oksijen konsantrasyon analizinden türetilen solunum katsayısı (RQ) VO₂/VCO₂ olarak hesaplanmaktadır. Enerji tüketimi, harcanan oksijenin her litresindeki enerji eşitliğinin hesaplanması ile elde edilmektedir. Protein oksidasyonu, karbondioksit üretimi ve oksijen tüketimi, toplam ölçülen oksijen tüketimi ve karbondioksit üretimi miktarından çıkarıldığında, proteinsiz solunum katsayısı (NPRQ) yağ oksidasyonu ve relatif karbonhidrat miktarı hesaplanmaktadır (9).

b. Çift Etiketli Su (Doubly Labeled Water)

DLW tekniği, bağımsız yaşlıların fiziksel aktivitede tükettikleri enerjiyi değerlendirmekte altın standart olarak kabul edilen bir yöntemdir. Bu teknik ile istirahat metabolik hız ve besinlerin termik etkisi dikkate alınarak fiziksel aktivite süresince tüketilen enerji hesaplanabilmektedir. Fiziksel aktivite süresince tüketilen enerji, toplam enerji tüketiminden, 24 saatlik istirahat metabolik hız ve besinlerin termik etkisi çıkarılarak bulunmaktadır. Fiziksel aktivite süresince tüketilen toplam enerji 2-3 haftalık bir sürede ölçülebilmesine rağmen yöntem, fiziksel aktivitenin sıklığı, yoğunluğu, süresi ve miktarı ile ilgili bilgi vermemektedir. Büyük epidemiyolojik çalışmalarda tekniğin kullanımı emek, zaman ve maliyetinden dolayı uygun değildir (9).

c. Etiketli Bikarbonat Yöntemi

Enerji tüketimi ve CO₂ üretimini değerlendirmek için kullanılan diğer bir yöntem etiketli bikarbonat yöntemidir. Kişiyeye NaH₁₄CO₃ uygulanır. Çift etiketli su yöntemiyle benzer bir yöntemdir ve enerji tüketiminin hesaplanmasını sağlamaktadır. Etiketli karbonların geri alımı kan, soluk ya da tükürük örneğinden elde edilmekte ve bu yöntem solunum gaz alışverişi yönteminden daha kolay bir şekilde enerji tüketimini hesaplayabilmektedir (9).

**Çizelge 2— Fiziksel aktivite değerlendirmesinde kullanılan yöntemler**

Yöntem	Yaş	Büyüklik	Maliyet	Çalışma Süresi	Denekler için Süre	Uygulama	Sınırlılık
Direkt Kalorimetri	Yenidoğan Yaşlı	Küçük	\$\$\$	Saat-gün	Saat-gün	Hareket	Maliyet Laboratuvar
İndirekt Kalorimetri	Adolesan Yaşlı	Orta	\$	Dakika-saat	Dakika-saat	Yapay aktivite	Laboratuvar
Gaz alışverişi	Yenidoğan Yaşlı	Küçük	\$\$\$\$	2-3 hafta	Dakika/gün	İdrar	Maliyet
Çift etiketli su	Yenidoğan Yaşlı	Küçük	\$\$\$\$	Gün-hafta	Dakika/gün	İdrar	Maliyet
Bikarbonat-Urea	Yenidoğan Yaşlı	Küçük	\$\$\$\$	Gün-hafta	Dakika/gün	İdrar	Maliyet Invasif
FAI	Çalışan Adolesan Yaşlı	Geniş	\$	Gün	Dakika	İş aktivitesi	Yalnız meslek aktivitesi
Günlük	Adolesan Yaşlı	Geniş	\$	Bir gün	Gün içi	Aktivite detayları	Süre
Hatırlatma	Adolesan Yaşlı	Geniş	\$	1-7 gün	1 saatten az	Hatırlama	Denek hatızası
Niteliksel aktivite öyküsü	Adolesan Yaşlı	Geniş	\$	1-7 gün	1 saatten az	Hatırlama	Denek hatızası
Genel	Adolesan Yaşlı	Geniş	\$	Gün Yıl	Dakika	Aktivite	Özel değil
Pedometre	Çocuk Yaşlı	Geniş	\$	1-3 gün	Çok az	Bele takılır	Sadece yürüme-koşu
HR monitör	Yenidoğan Yaşlı	Orta	\$\$\$	Dakika-gün	1 saat+	Kalibrasyon testi	-
Eksensiz akselerometre	Yenidoğan Yaşlı	Orta	\$\$\$	1-3 gün	Çok az	Bele takılır	Eksensiz
3 eksenli akselerometre	Yenidoğan Yaşlı	Orta	\$\$\$	1-3 gün	Çok az	Bele takılır	Maliyet,statik aktivite

FAI: Fiziksel aktivite indeksi
HR:Heart rate



2. Fiziksel Aktivite İndeksi (FAİ)

Geniş epidemiyolojik çalışmalarda sık kullan bu yöntem 24 saatte enerji tüketiminin değerlendirilmesini sağlamaktadır. İş sınıflaması, aktivite seviyesine göre meslek aralıkları ve fiziksel aktivite indeksi olarak kullanılmaktadır. Bu tip fiziksel aktivite indeksi, serbest zaman ve meslekle ilgili olmayan aktiviteleri hesaplayamamaktadır. Oysa endüstriyel toplumlarda iş ve meslekler daha çok makineleşmiştir ve daha az fiziksel güce gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenle meslekle ilgili olmayan fiziksel aktivite ölçümlerinin önemi daha da artmıştır (9).

3. Fiziksel Aktivite Anketleri

Anketler genellikle toplum çalışmalarında fiziksel aktivite süresince tüketilen enerjinin değerlendirilmesinde en pratik yöntem sayılmaktadır. Fiziksel aktivitenin değerlendirilmesi için 40'ın üzerinde farklı anket bulunmakta ve bu anketler katılımcıların uyguladığı fiziksel aktivitenin sıklığı, yoğunluğu, süresi ve türü hakkında bilgi vermektedir. Aktiviteler genellikle MET değeri ya da harcanan enerji seviyesine göre düşük, yüksek ya da orta olarak gruplandırılmaktadır. Kullanılan anketler genellikle boş zaman fiziksel aktivitesi (10), meslek aktivitesi (11) ya da her ikisini birden (12) değerlendirmektedir. Anketler 4 bileşen temel üzerinde oluşturulmuştur.

1. Uygulama modeli (karşılıklı ya da görüşme, kendi kendine uygulama ve mektup)
2. Raporlandırma süresi (birkaç dakikadan 1 yıla kadar)
3. Fiziksel aktivite değerlendirmeye özgü özellikler (tipi, süresi, sıklığı ve yoğunluğu)
4. Hesaplama şekli (aktivite kategorisi, MET kilojoule, puan ve sıralama)

Fiziksel aktivite anketlerinin kullanımındaki sınırlılıklar; yaşlılığın getirdiği bilişsel sorunlar ve anketlerin subjektif olmasıdır. Çoğu anket, fiziksel aktivite yoğunluğunu tam olarak belirleyememektedir. Anketlerin bazılarında kültürel, dil ve okuryazarlık seviyesi gibi sınırlılıklar vardır. Anketler, özel popülasyonlara özgü olarak geliştirildiği için uygulama alanı da sınırlanmaktadır (9). Bununla birlikte enerji tüketimi ölçen diğer yöntemler ile karşılaştırıldığında anketler geçerli bulunmuştur. Karşılaştırma daha çok indirekt kalorimetri, çift etiketli su ile yapılmış ve zayıf korelasyon bulunmuştur (3,13,14). Akselerometre ve heart-rate monitör ile karşılaştırıldığında ise, korelasyonun daha iyi olduğu tespit edilmiştir (15). Fiziksel aktivite günlük, haftalık ya da yıllık olarak kayıt edilebilmekte ve fiziksel aktivitenin yoğunluğu ölçümleri

aktif, inaktif (düşük, orta, ağır) olarak özel seviyeler şeklinde sıralanabilmektedir. Bazı anketler 2, bazıları 100 sorudan oluşmaktadır. Aşağıda fiziksel aktivite anket türleri verilmiştir.

a. Günlük (Diary Survey): Kişi fiziksel aktivitelerini günlük şekilde kaydeder (9).

b. Hatırlama (Recall): Telefon ya da görüşme yoluyla uygulanır ve 1-7 gün sırasındaki fiziksel aktiviteleri anımsayarak kaydetme esasına dayanır. 3 günlük aktivite kaydının güvenilirliği yüksektir ($r=0.96$). 7 günlük aktivite kaydının güvenilirliği, hafif aktiviteler için 0.65, orta aktiviteler için 0.08, ağır aktiviteler için 0.31, ve çok ağır aktiviteler için 0.61'dir. Fiziksel aktivite skalası (PASE) orta derecede güvenilirliği olan bir ankettir ($r=0.75$) (16). Serbest zaman aktivitelerini değerlendiren Ztuphen anketi güvenilirliği 0.93'dür. Yale fiziksel aktivite ölçeği, ev içi aktivitelerle ilgili, egzersiz yapma ile ilgili, rekreatif aktiviteler ile ilgili sorulardan oluşan, karşılıklı görüşme yoluyla anketör tarafından doldurulan bir ankettir. Farklı ekonomik durumdaki 60-86 yaşlar arasındaki 20 erkek-56 kadında yapılan güvenilirlik çalışmasında anketin güvenirliliğinin 0.42-0.65 arasında olduğu belirlenmiştir (3). 60-86 yaşlar arasındaki 25 kişiyi kapsayan geçerlik çalışmalarında maxVO₂ ve Caltrac ile anket enerji tüketimi (kcal/hafta) karşılaştırılmış ve max VO₂ ile 0.20, Caltrac ile 0.14 ilişki olduğu saptanmıştır. Yale fiziksel aktivite ölçeği ile max VO₂ arasında, sonuç indeksine göre 0.58, yoğun aktivite göstergesine göre 0.60, rahat yürüme göstergesine göre 0.11 ve hareket etme göstergesine göre 0.20 ilişki katsayısı elde edilmiştir (3).

c. Niteliksel Aktivite Öyküsü (Quantitative Histories Survey): Hatırlatma yöntemine benzeyen ancak 1 yıl gibi uzun bir dönemi kapsayan bir yöntemdir. Sonuç enerji tüketimi olarak ifade edilir (kj ya da MET). Minnesota Serbest Zaman Fiziksel Anketi- Leisure Time Physical Activity (LTPA) anketi bu kategoridedir. Anketin güvenilirliği yüksektir ($r=0.69$). Ev işi, spor aktiviteleri ve boş zaman aktivitelerini ölçen Baecke anketi güvenilirliği de yüksektir ($r=0.88$). Çalışmalarda Baecke ve akselerometre arasında anlamlı ilişki bulunmuştur (9).

d. Genel (General Survey): Daha az detay bilgi sağlar. Uygulama ve puanlama daha basittir. Günlük, aylık ya da yıllık olabilir (9).

4. Kalp Atım Hızı Ölçümü (Heart Rate)

Kalp atım frekansı, oksijen tüketimi ile bağlantılıdır ve bazı koşullar altında enerji tüketiminin değerlendirilmesinde kul-



lanılabilmektedir. Kalp atım frekansı ölçerler elektrokardi-yografi sinyallerini kaydetmek için gerekli analog bileşenden oluşur ve kalp atım sayısı kaydı için farklı dijital bileşeni bulunmaktadı. Bununla birlikte kalp atım sayısı ve oksijen tüketimi arasındaki ilişki, kişiden kişiye değişiklik göstermektedir. Bu yöntemde çalışmaya başlamadan önce her katılımcı için kalibrasyon yapıldığından enerji tüketimi ölçümü için standart protokoller mevcuttur (koşu bandı, bisiklet ergometresi). Yapılan araştırmalarda bireylerin kendi içinde atım hızı ve oksijen tüketimi arasındaki korelasyon yüksek bulunmuştur ($r=0.95$) (17). Buna rağmen yöntemin en önemli sınırlılığı ise, düşük seviyedeki fiziksel aktivite boyunca atım hızı ve oksijen tüketimi arasındaki ilişkinin, yoğun fiziksel aktivitedeki ilişkiden daha zayıf olmasıdır. Bu yöntem ile çok sayıda hareketsiz (inaktif) bireyin katıldığı araştırmalarda kesin sonuç almak zordur (9). Schulz ve ark (18), Livingstone ve ark (19), kalp atım hızı ölçer ile çift etiketli su yöntemini karşılaştırdıkları çalışmalarında, farklı HR-VO₂ regresyon eşitlikleri kullanmışlar ve iki yöntem arasında fark saptamamışlardır. Bazı çalışmalarda da kalp atım hızı ölçerin günlük aktivite kaydından daha doğru sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (20).

5. Pedometre

Pedometre hareketlerin toplam miktarını ve dikey salınımı ölçmektedir. Alet bele, ayak ya da el bileğine takılabilir. Pedometreler özel olarak yürümeyi değerlendirmek için yapılmıştır (9). Ancak mesafe ve adım sayısının ölçümü güvenilir değildir. Yeni geliştirilen pedometrelerin daha güvenilir olduğu bilinmektedir (21). Pedometreler sadece adım sayısını değerlendirebilmekte, ancak adım hızı değişkeniyle, enerji tüketimi ve kat edilen mesafe de değerlendirilebilmektedir. Eğer mesafe değerlendirilirse, pedometrenin bireyin adım uzunluğuna göre kalibre edilmesi gerekmektedir (9). Pedometre orta düzeyde mesleki aktiviteleri ölçmek için uygundur (mesleğin gerektirdiği oturma, ayakta durma ve yürüme gibi). Fakat henüz ağır ve orta düzey aktiviteler arasındaki ayırım yapılamamıştır (22). Pedometreler yukarı kaldırma gibi üst ekstremiteler ile yapılan statik çalışmalarını tespit edemezler ve sadece bir yönde yapılan hareketleri ölçebilmektedirler. Yine bisiklet ile bayır aşağı ya da yukarı çıkış arasındaki farkı ortaya çıkarmada, statik işi tespit etmekte ve aktivitelerin yoğunluğunu kayıt etmekte yeterli değildir (9). Yavaş yürüme hızında doğru kayıt yapamadığı bazı araştırmacılar tarafından da tespit edilmiştir (23,24). Mesafe hesaplamasında hız ya da yürüme boyunca adım uzunluğunda değişiklikler olur ve mesafe ölçülürken yatay eksenle yapılan hareketlerin so-

nuçları olmayacaktır. Sonuç olarak akselerometre ile ölçülen dikey hareketler pedometre ile ölçülemeyecektir (9). Ölçüm sırasında pedometrenin yerleştirildiği bölge (el bileği ayak bileği gibi) de ölçüm sonuçları üzerinde etkilidir. Bele yerleştirildiğinde, ayak bileğine yerleştirildiği zamankinden daha doğru değerler verir. Bütün bu sınırlılıklarına rağmen pedometre bazı popülasyon çalışmalarında kullanılmaktadır.

6. Akselerometre

Akselerometre hareketleri dikey, yan ve yatay olarak ölçülebilmektedir. Bu ölçüm yöntemi laboratuvar temelli çalışmalarda kullanılmakta, geniş alan çalışmaları için tavsiye edilmemektedir. Akselerometre hem adım frekansını hem de hareketin yoğunluğunu ölçülebilmekte, su aktiviteleri için ve statik aktiviteler ya da vücut ağırlık merkezinin küçük olduğu bisiklet ve kürek gibi aktiviteler de iyi sonuç alınmadığı ileri sürülmektedir (9). Tek eksenli akselerometrenin geçerliliği oldukça yüksektir ($r=0.94$) (24). Farklı araştırmalarda Caltrac ve VO₂ arasındaki korelasyon katsayısı (0.79) (24), $r>0.99$ (25), 0.79 ve geçerlik 0.73 olarak saptanmıştır (26). Üç eksenli akselerometre ile mediolateral anteroposterior ve vertikal eksenlerde yapılan hareketler ölçülebilir (9). Akselerometre, dirençli (ağırlık kaldırma ve bisiklet gibi) ve meyilli yüzeyde yapılan aktivitelerdeki (bayır yukarı gibi) hareketlere karşı duyarlıdır. Alet bölgesel beden hareketleri ile sınırlıdır. Eğer bacadaki takılırsa kol hareketlerini ölçemeyecektir. Akselerometre statik hareketleri kayıt edemez (9). Düşük yoğunlukta yapılan fiziksel aktivitedeki enerji tüketimini ölçmek için triaxial akselerometre ile kalp atım hızı ölçer karşılaştırılmış, triaxial akselerometrenin beklenen değere daha yakın sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Başka bir çalışmada, pedometre uniaxial akselerometre ve triaxial akselerometre ile karşılaştırılmıştır. En iyi değerlendirmenin triaxial akselerometre ile elde edildiği bulunmuştur. 24 saatlik solunum kafesi protokolü ile akselerometre arasında yüksek bir korelasyon bulunmuştur ($r=0.92$) (27). Yapılan diğer çalışmalarda triaxial akselerometre ile indirekt kalorimetri ve fiziksel aktivite anketleri arasında anlamlı korelasyon bulunmuştur (9).

KAYNAKLAR

1. Scott S. ABLE Bodies Balance Training. Human Kinetics 2008; (Internet) ISBN-13:9780736064682 (Cited 10.10.2009); 1-15.
2. Caspersen CJ, Kriska AM, Dearwater SR. Physical activity epidemiology as applied to elderly populations. Bailliere's Clinical Rheumatology 1994; 8 (19):7-27.
3. A Collection of Physical Activity Questionnaire for Health-related Research. 1997; Medicine & Science in Sports & Exercise. June. Supplement 1997; 29 (6),5-9.



4. ACSM Position stand on exercise and physical activity for older adults. *Med Sci.Sports Exerc*1998; 30 (6):992-1008.
5. Bijnen FCH, Caspersen CJ, Feskens EJM, Saris WHM, Mosterd WL, Kromhout D. Physical activity and 10-year mortality from cardiovascular diseases and call causes. The Zutphen elderly study. *Arch Intern Med* 1998; 158:1499-1505.
6. Folsom AR, Arnett DK, Hutchinson RG, Liao F, Clegg LX, Cooper LS. Physical activity and incidence of coronary heart disease in middle-aged women and men. *Med Sci ports Exerc*1997;29 (7):901-909.
7. Pescatello LS, Murphy D. Lower intensity physical activity is advantageous for fat distribution and blood glucose among viscerally obese older adults. *Med Sci Sports exerc* 1998; 30 (9):1408-1413.
8. Paffenberger RS Jr, Blair SH, Lee I-M, Hyde RT. Measurement of physical activity to assess health effect in free-living populations. *Med Sci Sports & Exerc* 1993; 25 (1):60-70.
9. Bouchard C. Physical Activity and Obesity. *Human Kinetics* 2000; ISBN-13: 9780880119092.133-150.
10. Lamb KL, Brodie DA. The assessment of physical activity by leisure-time physical activity questionnaire. *Sports Med* 1990; 103:169-180.
11. Ainsworth BE, Jacobs DR, Leon AS, Richardson MT, Montoye HJ. Assessment of the accuracy of physical activity questionnaire occupational data. *J Occupation Med* 1993; 35 (10):1017-1027.
12. Haskell WL, Taylor HL, Wood PD, Schrott H, Heiss G. Strenuous physical activity, treadmill exercise test performance and plasma high-density lipoprotein cholesterol. *Circulation* 1980; 62 (4 Pt 2):IV53-61.
13. Hoyt RW, Jones TE, Baker-Fulco CJ, Scholler DA, Schoene RB, Schwartz RS, Askew EW, Cymerman A. Doubly labelled water measurement of human energy expenditure during exercise at high altitudes. *Am. J. Physiol* 1994; 266:966-971.
14. Racette S, Schoeller DA, Kushner RF. Comparison of heart rate and physical activity recall with doubly labelled water in obese women. *Med Sci Sports & Exerc* 1995; 27:126-133.
15. Miller DJ, Freedson PS, Kline GM. Comparison of activity levels using the caltrac accelerometer and five questionnaire. *Med Sci and Sport & Exerc* 1994; 263:376-382.
16. Washgurn RA, Smith K, Jette A, Janney C. The physical activity scale for the elderly PASE: Development and evaluation. *J Clin Epidemiol* 1993; 46:153-162.
17. Ceesay SM, Prentice AM, Day KC, Murgatroyd PR, Goldberg GR, Scott W. The use of heart rate monitoring in estimation of energy expenditure: A validation study using indirect whole-body calorimetry. *Bri J Nutr* 1989; 61:175-186.
18. Balogun JA, Martin DA, Cledenin MN. Calorimetric validation of the caltrac accelerometer during level walking. *Physical Therapy* 1989; 69:501-509.
19. Livingstone MB, Coward WA, Prentice AM, Davies PS, Strain JJ, McKenna PG, Mahoney CA., et al. Daily energy expenditure in free-living children: comparison of heart-rate monitoring with the doubly labelled water method. *Am J Clin Nutr* 1992; 56:343-352.
20. Acheson KJ, Champbell IT, Edholm OG, Miller DS, Stock MJ. The measurement of daily energy expenditure-an evaluation of some techniques. *Am J Clin Nutr* 1980; 33:1155-1164.
21. Bassett DR, Ainsworth BE, Leggett SR, Mathien CA, Main JA, Hunter DC, Duncan GE. Accuracy of five electronic pedometers for measuring distance walked. *Med Sci and Sports & Exerc* 1996; 88:1071-1077.
22. Sequeira MM, Rickenbach M, Wietlisbach V, Tullen D, Schutz Y. Physical activity assessment using a pedometer and ist comparison with a questionnaire in large population survey. *Am J Epidemiol* 1995; 1429:989-999.
23. Kemper HCG, Verschur R. Validity and reliability of pedometers in habitual activity research. *European J Applied Physiol* 1977; 37:71-82.
24. Saris WHM, Binkhorst RA. The use of pedometer and actometer in studying daily physical activity in man. Part II: validity of pedometer and actometer measuring the daily physical activity. *European J Applied Physiol* 1977; 37:229-235.
25. Bray MS, Morrow JR. Accuracy and reliability of caltrac accelerometer in a field setting. *Research Quarterly in Exercise and Sports* 1993; (Suppl.A-69).
26. Washburn RA, LaPorte RE. Assessment of walking behavior: Effect of speed and monitor position on two objective physical activity monitors. *Research Quarterly for exercise and Sport* 1998; 591:83-85.
27. Schutz Y, Frodevauz F, Jequier E. Estimation of 24 h energy expenditure by a portable accelerometer. *Proceedings of the Nutrition Society* 1988; 47:23A.