

A. Ü. Veteriner Fakültesi Biyokimya Kürsüsü
Prof. Dr. Ethem Ersoy

TÜM VÜCUT SAYACI

Nihat Bayşu*

Whole Body Counter

Summary : A whole body counter (WBC) is a radiation detector large enough to contain most, if not all, of the volume of a man or domestic animal within its sensitive volume. Whole body counters are used to detect gamma emitting radionuclides within the body.

Here, a whole body counter is briefly described and a sample about how to calculate is given.

Özet : Bu yazıda tüm vücut sayacı ile ilgili kısa bilgi verilmiş ve bu cihazla yapılan bir testten elde edilen sayımların değerlendirilmesinde kullanılan hesap tarzı bir örnekle gösterilmiştir.

Giriş

Tüm vücut sayaçları vücutta gamma ışınları neşreden radyonüklidleri ortaya çıkarmak için çeşitli Avrupa ülkeleri ve bilhassa Amerika'da insan ve veteriner hekimliğinde geniş ölçüde kullanılırlar. Bunlar, başlıca bir sayıcı, bir yerleşme kabini ve dedektörlerden ibaret cihazlardır. Bu cihazlar nukleer kazalardan sonra dahili kontaminasyonun tipleriyle seviyelerini ve vücut içinde tabii olarak bulunan radyonüklidlerin konsantrasyonunu tayin ederler. Ayrıca, gerek sahada ve gerekse sabit laboratuvarlarda biyolojik, endüstriyel ve klinik maksatlarla başarı ile kullanılırlar². Modern, fakat pahalı olan tüm vücut sayaçları, vücuda tıbbi gayelerle verilen izotoplarla tabii kaynaklardan orijinini alan ve bulaşmadan dolayı vücuda girmiş olan izotopların miktarlarını çabuk, hassas ve kolay olarak ölçmeye imkân verirler.

Tüm vücut sayaçları, insanlarda, hayvanlarda ve büyük hacimdeki besinler ve diğer maddelerde ⁴⁰K ve ¹³⁷Cs gibi izotopların aktivitelerini ölçerler³.

* A.Ü. Veteriner Fakültesi Biyokimya Kürsüsü Doçenti. Ankara-Türkiye

En çok kullanılan tüm vücut sayaçları, radyasyon dedektörlerinde NaI kristalini ihtiva ederler. İncelenecek materyal, bu cihazın özel kurşun odasına yerleştirilir. Bu odanın duvarları "background" radyasyonu absorbe edecek kalınlıktadır. Sayım periyodu içinde, dedektör canlılığının veya materyalin birkaç inç yakınına kadar yerleştirilmiş durumda bulunur. Kristal dedektörlü olan sayaçlar, düşük radyasyon seviyeleriyle ilgili incelemelerde kullanılırlar. Halbuki canlılığın yerleşme yerinin bir sıvı tankı ile sarılı olduğu tüm vücut sayaçlarında durum tersinedir ve bunlar kristal dedektörlü tiplere nazaran daha çabuk sayarlar, fakat daha az hassastırlar.

Tüm vücut sayacına olan ihtiyaç, çeşitli nedenlerle (radyum'un tabii olarak zararlı olduğunun anlaşılması gibi) daha 1920 lerde hissedilmiş, fakat gelişmiş bir sayaç ancak 1955 te yapılabilmektedir.

Tüm vücut sayaçlarında NaI kristalinde gamma ışınlarının interaksyonundan hasıl olan fotonlar bir özel tüp tarafından tutulur, amplifiye edilir ve sayıcıya iletilir. Sayıcı, impulsları sayar ve cihaza bağlı kaydedici de sonucu yazar.

İncelenecek canlı, üzerinde hiçbir metal eşya bırakılmaksızın cihazın özel kabinine yerleştirilir. Kurşun oda içinde raylar üzerinde içeriye ve dışarıya çekilebilen özel bir numune taşıyıcı kısım vardır. Dedektörler özel pozisyonda yerleştirilmişlerdir. Kurşun duvarlı odanın her tarafı iyice kapatıldıktan sonra sayım yapılır. Sayıcıya elektronik olarak ilâve edilmiş bir televizyon ekranından da kurşun odada bulunan canlılığın periyodu içerisindeki durumunu kontrol etmek kabildir.

Normal bir insan veya hayvan vücudundaki yağ dokuda Potasyum konsantrasyonu düşük, kas dokuda ise daha yüksektir. Bu nedenle bir canlıda ^{40}K konsantrasyonunun tayini, direkt olarak kas dokusunun miktarını, indirekt olarak da yağ dokusunun miktarını tespit etmek üzere kullanılır.

Kas hastalıklı bir insanın veya hayvanın vücudundaki potasyum miktarında kayda değer değişimler olur. Örneğin, diabet komasından sonra görülen şiddetli kas zayıflaması halinde potasyum miktarı âniden önemli bir düşme gösterir.

^{40}K , vücutta en çok bulunan tabii radyoaktif bir elementtir.

Canlı bir vücudun çeşitli dokularında bulunan ^{40}K ın parçalanma derecesinin ölçülmesi, vücutta mevcut aktif ve dayanıklı potasyum total miktarının tayini yönünden önem taşır. ^{40}K un, total potasyumun % 0,0119'u kadar olduğu ve parçalanmakta olan ^{40}K ların %

II inin de sayaç tarafından ölçülebilecek yüksek enerjili gamma ışınları neşrettiği bilinmektedir.

Bir vücuttaki K miktarının tayin metodu, bir fantom içine konan ve bilinen miktarda ^{40}K ihtiva eden bir standardın sayım sonucunu, bilinmeyen sayımından elde edilen sonuçla karşılaştırmak esasına dayanır. Fantomlar, şekil, hacim ve dansite itibarıyla bir suni vücut olarak kabul edilebilirler. Bunlar, sayacı kalibre etmek için de kullanılırlar. Fantomlar kullanılarak ve sadece ^{40}K ölçülerek yapılan bir test için şu kısa örnek bir fikir verebilir. Bu test ile vücuttaki total potasyum miktarı hesaplanabilir:

A = Fantomdaki 140 gr. K dan elde edilen sayım:	16.800/dak.
B = Sayaçta hiç bir şey yokken elde edilen sayım (Background):	12.000/dak.
C = 140 gr. potasyumun net sayımı (A-B):	4.800/dak.
D = Yaklaşık 35 kg. lık bir çocuğun sayımı sonucu:	14.400/dak.
E = Sayaçta hiçbir şey yokken elde edilen sayım (Background):	12.000/dak.
F = Çocuğun net sayımı (D-E):	2.400/dak.

Çocuğun vücudundaki total potasyum miktarı ise $\frac{C}{F} \times 140$ formülünden hesaplanarak:

$$\frac{2400}{4800} \times 140 = 70 \text{ gr. dır, denir.}$$

İki kanallı (^{40}K ve ^{137}Cs) bir tüm vücut sayacı ile yapılan testten elde edilen sayımların değerlendirilmesinde kullanılan hesap tarzı da aşağıda bir örnekle açıklanmaktadır:¹

(Sayımlar dakikadaki sayım -cpm= count per minute - olarak verilmiştir.)

Sayım ortalaması	^{137}Cs (A)	^{40}K (B)
Background	9105	9837
Gerçek background	8570	9374
Standart ^{40}K	13545	17574
” ^{137}Cs	42884	12049

^{40}K için:	$13545-8570=4975$	$17574-9374=8200$
^{137}Cs için:	$42884-8570=34314$	$12049-9374=2675$

$$^{40}\text{K}_{\text{eff}} = \frac{(\text{B}) \text{ deki Stnd. } ^{40}\text{K} \text{ sayımı (cpm)} = 8200}{^{40}\text{K} \text{ un dakikadaki parçalanma sayısı (dpm)} = 114860}$$

$$= \% 7,14 = 0,0714$$

$$^{137}\text{Cs}_{\text{ef}} = \frac{(\text{A}) \text{ daki Stnd. } ^{137}\text{Cs} \text{ sayımı (cpm)} = 34134}{^{137}\text{Cs} \text{ ye ait dpm} = 7,29 \times 10^5}$$

$$= \% 4,71 = 0,0471$$

$$a = ^{137}\text{Cs} \text{ in (B) ye iştiraki (\%)} = \frac{\text{cpm } ^{137}\text{Cs (B)}}{\text{cpm } ^{137}\text{Cs (A)}} \times 100$$

$$= \frac{2675}{34314} \times 100 = \% 7,8$$

$$b = ^{40}\text{K} \text{ un (A) ya iştiraki (\%)} = \frac{\text{cpm } ^{40}\text{K (A)}}{\text{cpm } ^{40}\text{K (B)}} \times 100$$

$$= \frac{4975}{8200} \times 100 = \% 60,7$$

Canlı vücut ağırlığı = 71 kg.

	^{137}Cs (A)	^{40}K (B)
Background	9105	9837
Gerçek background	8570	9374
Total vücut sayımı	1081	1427

A = ^{137}Cs ile total sayım (cpm)

B = ^{40}K ile " " "

a = ^{137}Cs nin ^{40}K kanalında sayılan fraksiyonu (cpm)

b = ^{40}K un ^{137}Cs " " " "

x = ^{137}Cs nin kendi kanalındaki total sayımı (cpm)

y = ^{40}K un " " " "

$$A = x + by$$

$$B = y + ax$$

denklemlerinden:

$$^{137}\text{Cs} \text{ için: } X = \frac{A - bB}{1 - ab}$$

$$^{40}\text{K} \text{ için: } y = \frac{B - aA}{1 - ab} \text{ yazılabilir.}$$

Rakamlar, bu formüllerde yerlerine konursa:

$$x = \frac{1081 - (0.6067 \times 1427)}{1 - 0.6067 \times 0.0780} = 225$$

$$y = \frac{1427 - (0.0780 \times 1081)}{1 - 0.6067 \times 0.0780} = 1409$$

$$^{137}\text{Cs} \text{ için net dpm} = \frac{\text{cpm } ^{137}\text{Cs}}{^{137}\text{Cs}_{\text{eff}}} = \frac{225}{0.0471} = 4787$$

$$^{40}\text{K} \text{ için net dpm} = \frac{\text{cpm } ^{40}\text{K}}{^{40}\text{K}_{\text{eff}}} = \frac{1409}{0.0714} = 19733$$

$$\text{Vücuttaki K (gr)} = \frac{\text{net dpm } ^{40}\text{K}}{177.6} = \frac{19733}{177.6} = 111 \text{ gr.}$$

177,6 = Potasyum'un tabiattaki dpm'i. (Disintegrasyon sayısı/dak.)

$$\text{Vücuttaki kas kitlesi} = \frac{\text{Vücuttaki K (gr)}}{2,66} = \frac{111}{2.66} = 41 \text{ kg.}$$

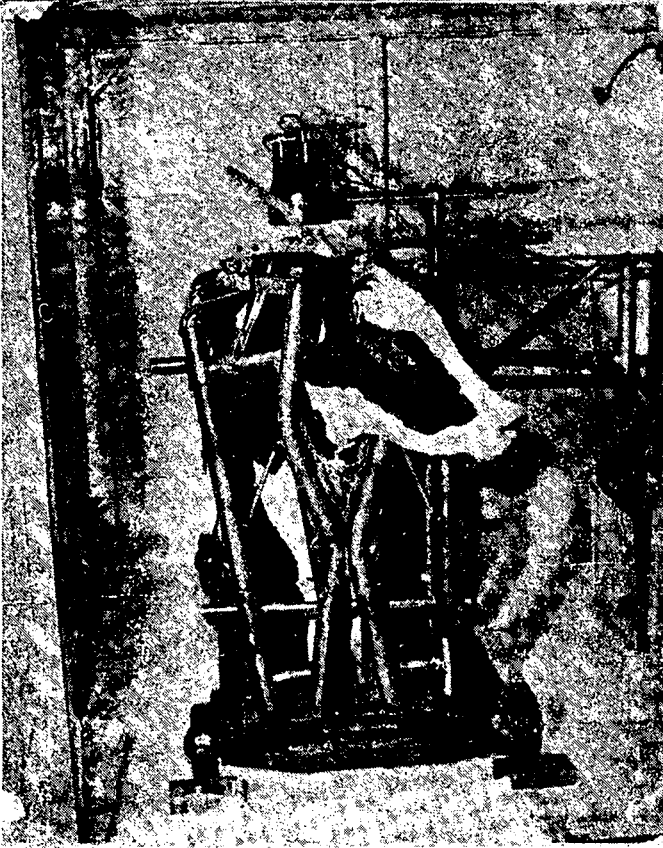
2,66 = 1 kg. kas kitlesinde bulunan K miktarı (gr.)

$$\text{Vücut ağırlığının kas yüzdesi} = \frac{41}{71} \times 100 = \% 58$$

Bu suretle o canlıda vücut ağırlığının % 58 ini kas kitlesinin teşkil ettiği bulunmuş olur. Aşağıda çeşitli tüm vücut sayaçları ve sayım pozisyonlarına ait resimler görülmektedir:

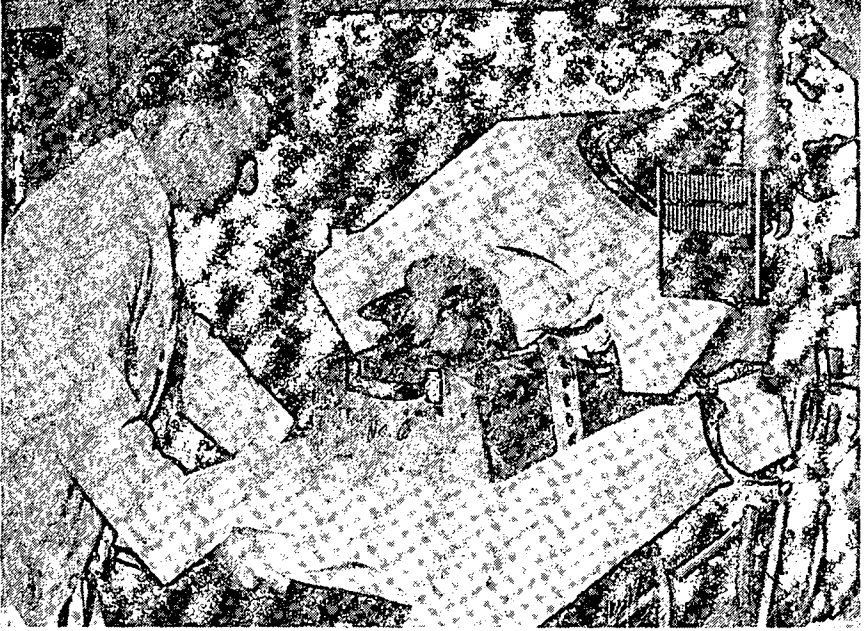
Literatür

- 1 - **FAO/IAEA** (1970): *Whole Body Counting. International training course on radioisotopes and radiation in animal science and veterinary medicine.* New York State Veterinary College, Cornell University, Ithaca - New York.
- 2 - **Lengemann, F. W.** (1964): *Availability and use of Whole Body Counters.* Amer. Indust. Hyg. Ass. J., 25: 398-404.
- 3 - **Twardock, A. R., Georgi, J. R. and Comar, C. L.** (1964): *Cisco-A Whole Body Counter for Domestic Animals and Man.* Amer. J. Vet. Res., 25 (104): 270-273.
- 4 - **Woodburn, J. H. and Lengemann, F. W.** (1962): *Whole Body Counters. U. S. Atomic Energy Commission publication, Division of Technical information.*



Resim 1. Tüm vücut sayacında bir inek (4).

Figure 1. Positioning a cow in the whole body counter.



Resim 2. Tüm vücut sayacında bir kuzu (1).
Figure 2. Positioning a lamb in the whole body counter.