

성인 남자에서 밀도법에 의한 총지방량 및 총수분량의 측정

Densitometric measurement of total body fat and total body water in male adults.

서울대학교 의과대학 외과학교실

朴 吉 秀

인체의 구성성분을 크게 총수분 총지방 및 고형질의 3성분으로 가릴 수 있다. 이들 성분 중에서 세포외조직액 뼈조직내의 광물질 및 지방질은 상당한 크기를 차지하는 것이지만 신진대사에 참여하는 크기는 아주 적다. 이 밖에도 털, 각화한 표피, 형성되어서 아직 분비되지 않은 분비물들이 이 범주에 속하는 것이나 그 크기는 작다.

저장 지방질 세포 간격 및 신경조직에 존재하는 지방질의 총화로서의 총지방질은 신경조직내의 것을 예외로 하고 개체의 영양과 밀접한 관련을 가진 것이고, 한 개체에서도 때에 따라서 변동이 심하며 개체차도 크게 있는 것이다. 이 총지방질은 개체에 대한 영양 보급이 끊어졌을 때에 계속하여 “에너지”를 공급할 수 있는 가장 중요한 원천을 만드는 것이며, 또 총지방질의 다과가 어느 개체의 외형을 결정하는데 있어서 큰 역할을 하는 것도 주지의 사실이다. 이체내 총지방량은 어린 아이에서 많고, 청년기에 줄었다가 나이가 많아짐에 따라 증가하며¹⁾ 여자에서 남자 보다 많다.²⁾

인체의 총지방량의 측정은 시체에서 직접 화학적 분석방법으로³⁾ 한 것이 있으며, 간접적 방법으로는 피부의 두겹집기(skinfold)⁴⁾ 개체의 비중측정법⁵⁾ X광선법⁶⁾ 회석법⁷⁾ 등이 있는바, 직접법에서 얻는 값과 대등한 것이다.

이밖에 기초신진대사량으로부터 총지방량을 계산한 실험도 있다.⁸⁾

Keys and Pass⁹⁾는 신체비중과 총지방량과의 관련식을 제창하였는바, 이 식으로부터 얻는 값은 직접법의 그것과 잘 일치한다.

본 논문은 신체의 비중 측정법에 의하여 얻은 건상한 성인 남자의 총지방량, 총수분량을 보고하는 것이다. 아울러 같은 피검자에서 비중법과 병행하여 antipyrine 회석법으로부터 얻는 여러 값들과 비교하였다. 두 방법의 값은 서로 일치한다.

실험 방법

54명의 건상한 의과대학 남자학생들이(평균연령 21.4세) 밀도측정의 피검자이었다. 제 1 표에 이들 피검자의 신장체중을 기록하였으며, 연령 21세의 한국인 표준치¹⁰⁾와 비교하였다.

〈Table 1〉 Mean height and weight of Subjects compared to the normal Korean population of 21 years age group.

	Own values (n=56)	Kim's values(10) (n=353)
Height (cm)	167.5±0.97	166.45±0.15
S. D.	7.1	4.21
Weight (kg)	57.2±1.1	58.85±0.15
S. D.	8.1	4.28

따로이 남자 10명에서 (평균연령 34.5세, 범위 22.7~48.8세) 밀도측정과 겸하여 antipyrine 회석법에 의한 총수분량 측정을 하였다.

피검자들은 대소변을 배설한 후 측정에 응하게 하였다.

신체 밀도 측정은 물속에서 체중을 재므로써 했다. 먼저 공기 중에서 체중을 재 다음에 물통 속에 온몸을 담그고, 그때의 물속에서의 무게를 잰다. 물통 속에는 저울에 매달은 의자가 있고, 피검자는 여기에 앉는다. 이리하여 무게는 위에 매달린 저울 바늘로 지시된다. 피검자는 최대 내쉬 후에 전신을 완전히 수면 아래에 담근다. 저울의 바늘이 안정되기까지 10초 이내의 시간이 필요했으며, 안정된 바늘의 위치에서 무게를 읽었다. 같은 일을 3번 되풀이하고 얻는 값의 평균치를 잡았다. 불통 속의 물의 온도는 25~28°C의 범위이었고, 온도에 대한 물의 밀도 교정을 했다. 이렇게 하여 얻는 물속의 체중에 허파의 잔기량(residual volume)에 해

당하는 물의 무게로 교정하여서 물속의 진정 체중을 셈하였다. 잔기량의 차이에서 오는 신체 밀도의 오차는 크지 않은 것이며, 그 값은 1.5ℓ⁽¹¹⁾를 잡았다.

신체 밀도(D)는 공기중 체중(Ma)과 물속의 체중(Mw)로부터 다음과 같이 셈했다.

$$D = \frac{Ma - Mw}{Q} \quad (\text{여기에 } Q \text{는 물통 속 물의 온도 때의 물의 밀도})$$

신체내 총지방량은 Keys and Brozek⁹⁾에 의하여

$$\text{fat} = \left(\frac{4.201}{D} - 3.813 \right) \times 100$$

과 같이 체중에 대한 백분률로 표시했다.

총수분량은 Pace and Rathbun¹²⁾에 따라서

$$\text{total body water } (\ell) = \frac{73.2}{100} \times (\text{fat free body mass})$$

으로 계산하였다.

Antipyrine 회색법에 의한 총수분량 측정은 Brodie and Soberman^{13) 14)} 및 Zak¹⁵⁾ 등의 방법에 따라서 했다. 20%의 antipyrine 용액*을 constant infusion pump로 0.2 ml/kg의 비율로 대략 10분 동안에 주입한 후 2, 3, 4시간에 혈액 표본을 얻었다. 혈액 표본은 술식에 따라서 처리하고 antipyrine 정량은 Beckman Model B. Spectrophotometer로 파장 350 mμ에서 했

다. (* Eli Lilly Co.의 기증에 의한 것) 2, 3, 4시간 표본의 값으로부터 보외법(extrapolation)에 의하여 영시간의 혈장내 antipyrine 농도를 결정하였다.

antipyrine 주입후의 시간 기점 영시간은 antipyrine 주입 기간의 중간점으로 했다. antipyrine 회색법으로 얻은 총수분량으로부터 총지방량은 다음과 같이 셈했다. 16) 17)

$$\begin{aligned} & \text{fat}(\% \text{ body weight}) \\ & = 100 \left(\text{body weight} - \frac{\text{wt. body water}}{0.732} \right) \end{aligned}$$

실 험 성 적

신체밀도 총지방량 및 총수분량의 상호관계: 10명에서 밀도법과 총수분량법에서 각각 결정한 총지방량의 값은 제 2 표에 보는바와 같이 상당히 잘 일치한다. antipyrine으로 얻은 값이 밀도법의 그것 보다 조금 크다. 마찬가지로 밀도법과 antipyrine으로 얻은 총수분량의 값도 서로 일치하며, antipyrine 값이 밀도값 보다 조금 작다.

제 2 표는 신체 밀도의 순서로 기록한 것인데, 총수분량과 총지방량 사이의 반비적인 관계를 보인다. 즉, 신체 밀도의 증가에 따라서 총수분량은 증가하여 총지방량은 감소함을 본다.

<Table 2> Relationship of body density, body fat and body water.

Subject	Age	Height (cm)	Body weight (kg)	Volume (ℓ)	Density	Total body fat (% body weight)		Total body water (% body weight)		Difference Antipyrine-Density	
						from Density	from Antipyrine	from Density	from Antipyrine	% body fat	% body water
61	26.0	165.0	72.3	70.5	1.023	29.4	31.3	51.6	50.3	1.9	-1.3
62	39.4	168.4	56.7	52.8	1.046	20.3	17.7	58.4	60.2	-3.6	1.8
63	22.7	166.4	54.3	51.0	1.047	19.9	23.1	58.4	56.2	3.2	-2.2
64	34.6	167.6	53.3	50.1	1.056	16.5	15.2	61.1	62.1	-1.3	1.0
65	30.5	161.3	54.3	51.8	1.060	15.0	22.3	62.3	56.9	7.3	-5.4
66	31.7	168.9	66.5	62.9	1.061	14.6	15.4	62.5	61.5	0.8	-0.6
67	39.7	169.1	56.2	53.6	1.062	14.3	9.8	62.9	66.2	-4.5	3.3
68	48.8	152.4	51.4	48.1	1.063	13.9	16.4	63.2	61.1	2.5	-2.1
69	28.3	166.3	58.6	55.3	1.067	12.4	18.1	64.0	59.9	5.7	-4.1
70	43.8	165.0	51.5	48.5	1.072	10.6	7.1	65.4	68.1	-3.5	2.7

신체 밀도 측정: 모두 54명에서 신체 밀도는 제3표에 보는바와 같이 분포하며, 평균치는 1.067±0.002 (S.D. 0.017)이었다.

총지방량, 총수분량 등은 제4표에 표시했다.

신체용적이 53.6±0.97 (S.D. 7.1) liters이었다. 총지방량은 12.8±0.67 (S.D. 4.9) % 체중이었다. 총지방량의 체중에 대한 백분률의 분포는 제5표에 보이는바 10.0-14.9% 사이에 모두 54명 중에서 24명이 여기에 속하

여 있다. 총지방량의 평균치가 12.8%인 것을 보아, 청년 남자의 총지방량은 체중의 10 내지 15% 사이에 있다 하겠다. 체중에서 총지방량을 빼고 남은 무게가 기름기 없는 체중(fat free body mass)인바, 이 크기는 87.2±0.91(S.D. 7.3)% 체중이었다. 이 값으로부터 계산되는 신체내의 총수분량은 36.5±0.59(S.D. 4.4)liters 또는 63.8±0.57 (S.D. 4.2) % 체중이었다. 각 개체의 총지방량은 개인차가 큰 것이어서 (S.D. 4.9% 체중) 개

<Table 3> Distribution of body density

Density	Cases
1.030~1.039	1
1.040~1.049	2
1.050~1.059	10
1.060~1.069	17
1.070~1.079	21
1.080~1.089	3
	54

Mean 1.067±0.002 S.D. 0.017

<Table 5> Distribution of fat content as % body weight

Fat, %	Cases
5.0~9.9	15
10.0~14.9	24
15.0~19.9	13
20.0~24.9	2
	54

Total number

54

<Table 4>

Data on test subjects

Subject	Age	Hight (cm)	Body weight (kg)	Volume (ℓ)	Density	Fat %body weight	Fat (kg)	Fat free body mass		Total Body water	
								(kg)	%body weight	(ℓ)	%body weight
1	21.0	167.6	55.3	51.4	1.073	10.2	5.64	49.7	89.8	36.4	65.7
2	21.1	168.5	55.3	51.9	1.061	14.6	8.07	47.2	85.4	34.6	62.5
3	21.0	170.2	53.9	50.7	1.059	15.4	8.30	45.6	84.6	33.4	61.9
4	19.9	160.0	53.2	49.4	1.074	9.9	5.27	48.0	90.1	34.7	65.2
5	20.9	166.0	49.8	46.4	1.071	11.0	5.48	44.3	89.0	32.4	65.1
6	21.6	168.4	57.9	53.5	1.079	8.0	4.63	53.3	92.0	38.9	67.3
7	20.6	169.5	67.9	64.4	1.051	18.4	12.49	55.4	81.6	40.6	59.7
8	20.3	173.9	66.1	61.6	1.070	11.3	7.47	58.6	88.7	42.9	64.9
9	20.2	171.1	58.4	54.7	1.065	13.2	7.71	50.7	86.8	37.1	63.5
10	21.1	166.0	57.9	56.4	1.055	16.9	10.09	47.0	83.1	36.3	60.8
11	21.2	162.8	57.3	53.1	1.075	9.5	5.44	51.9	90.5	37.9	66.2
12	20.7	169.1	68.2	63.9	1.065	13.2	9.00	59.2	86.8	43.3	63.5
13	23.9	165.6	54.6	50.8	1.070	11.3	6.17	48.4	88.7	35.4	64.9
14	17.7	165.3	55.3	51.2	1.075	9.5	5.25	50.1	90.5	36.6	66.3
15	22.1	167.2	59.2	55.0	1.074	9.9	5.92	53.3	90.1	38.6	65.2
16	22.9	175.2	52.4	48.4	1.081	7.3	3.83	48.6	92.7	35.7	67.8
17	21.3	165.0	53.9	49.9	1.073	10.2	5.48	48.4	89.8	35.3	65.7
18	22.4	161.4	50.7	46.8	1.081	7.3	3.70	47.0	92.7	34.4	67.9
19	22.6	159.0	51.2	48.5	1.052	18.0	9.21	42.0	82.0	30.7	60.0
20	20.7	166.0	51.2	47.9	1.062	13.2	6.76	44.0	86.8	32.6	63.6
21	21.1	165.6	52.2	48.6	1.070	11.3	5.89	46.3	88.7	33.9	64.9
22	22.5	158.6	49.8	46.4	1.070	11.3	5.62	44.2	88.7	32.3	64.9
23	21.7	178.8	57.9	53.8	1.073	10.2	5.91	42.0	89.8	38.1	65.7
24	20.4	165.2	55.3	51.6	1.068	12.0	6.64	48.7	88.0	35.6	64.4
25	22.1	172.1	55.3	51.8	1.064	13.5	7.47	47.8	86.5	35.1	63.4
26	21.3	163.7	54.6	51.3	1.062	14.2	7.75	46.9	85.8	34.3	62.8
27	20.8	166.0	61.8	58.7	1.048	19.5	12.1	49.8	80.5	36.5	59.0
28	23.1	167.6	57.2	53.0	1.075	9.5	5.43	51.8	90.5	37.9	66.3
29	19.8	173.9	63.1	59.3	1.059	15.4	9.71	53.4	84.6	39.1	61.9
30	21.3	170.8	60.7	56.5	1.069	11.7	7.10	53.6	88.3	39.3	64.7
31	19.9	169.5	55.8	52.2	1.063	13.9	7.75	48.1	86.1	35.2	63.0
32	20.2	166.0	54.7	50.4	1.081	7.3	3.99	50.7	92.7	37.1	67.8
33	23.3	164.0	56.6	52.6	1.072	10.6	5.99	50.6	89.4	37.1	65.5
34	20.3	171.0	56.4	52.7	1.066	12.8	7.21	49.2	87.2	36.0	63.9

Subject	Age	Height (cm)	Body weight (kg)	Volume (l)	Density	Fat %body weight	Fat (kg)	Fat free body mass		Total Body water	
								(kg)	%body weight	(l)	%body weight
35	21.7	163.2	51.8	47.9	1.077	8.7	4.50	47.3	91.3	34.6	66.8
36	26.2	165.5	48.4	44.8	1.075	9.5	4.59	43.8	90.5	32.1	66.3
37	20.9	170.2	53.9	50.6	1.061	14.6	7.87	46.0	85.4	33.7	62.5
38	20.3	168.8	48.4	45.2	1.066	12.8	6.19	42.2	87.2	30.9	63.9
39	25.5	166.7	66.0	61.7	1.066	12.8	8.45	57.6	87.2	42.2	63.8
40	21.7	172.8	53.7	50.4	1.060	15.0	8.06	45.6	85.0	33.4	62.2
41	20.9	170.3	57.0	53.6	1.058	15.7	8.95	48.1	84.3	35.2	61.7
42	20.3	176.3	69.3	65.2	1.058	15.7	10.88	58.4	84.3	42.8	61.7
43	20.6	165.0	75.1	71.5	1.045	20.7	15.55	59.6	79.3	43.6	58.0
44	20.6	163.7	58.8	55.2	1.060	15.0	8.82	50.0	85.0	36.6	62.2
45	22.4	164.9	65.0	60.7	1.066	12.8	8.32	56.7	87.2	41.5	63.9
46	20.9	166.2	56.7	53.8	1.056	18.7	1.060	46.1	81.3	33.7	59.5
47	21.8	166.6	70.0	67.1	1.039	23.0	16.10	53.9	77.0	39.5	56.3
48	23.3	167.8	57.0	52.7	1.076	9.1	5.19	51.8	90.9	37.9	66.5
49	19.4	165.8	66.0	62.2	1.056	16.5	10.89	55.1	83.5	40.3	61.1
50	19.8	164.3	55.9	52.2	1.066	12.8	7.16	48.7	87.2	35.7	63.8
51	21.0	160.4	51.3	47.4	1.078	8.4	4.31	47.0	91.6	34.4	67.0
52	23.3	173.2	50.5	46.6	1.079	8.0	4.04	46.5	92.0	34.0	67.3
53	27.4	165.7	53.8	49.7	1.077	8.7	4.68	49.1	91.3	35.9	66.8
54	29.0	167.1	54.7	51.5	1.058	15.7	8.59	46.1	84.3	33.8	61.7
Mean	21.4	167.5	57.2	53.63	1.067	12.8	7.3	49.9	87.2	36.5	63.8
S.D.	3.1	7.1	8.1	7.14	0.017	4.9	0.44	7.04	6.7	4.39	4.7
S E.M.	0.42	0.97	1.1	0.97	0.0023	0.67	0.060	0.95	0.91	0.59	0.57

체에 따라서 체중의 7.3%로부터 23.0%까지 사이에 광범위에 분산되어 있었다.

총수분량도 개인차가 크며 (S.D. 4.4% 체중) 분산의 범위도 체중의 56.3%로부터 67.9% 사이의 광범위한 것이었다.

고 찰

신체내의 총수분량 및 총지방량이 신체 밀도 측정 또는 antipyrine 등에 의한 회석법으로 측정되는 사실은 근년에 많은 주목을 받는 것이다.

Behnke¹⁸⁾ 등이 제시한 바와 같이 신체내 지방조직이 그 크기가 변동하는 중요한 조직이며, 「기름기 없는 조직」은 성분이 일정하며, 그 크기도 변동이 적다는 것은 중요한 일이다. 이러한 견지에서 고찰할 때는 총수분량은 주로 총지방량의 크기에 따라서 변동하는 것이라 할 것이다. 제2표에 보는바와 같이 총수분량의 총지방량에 대한 의존도가 잘 표시되어 있다. 지방조직 자체의 밀도는 신체 전체의 그것 보다 작으므로⁹⁾ 지방량의 크기가 커지면 신체의 밀도는 작아지며 총수분량도 작아진다. 제2표에 제시한 총지방량 총수분량 측정에 쓰인 두 방법의 결과는 이론적으로는 같은 것이어야만 한다. 실

체에 있어서도 두방법의 결과는 서로 일치하고 있으므로 총지방량 측정 방법의 차이는 무시할 수 있다.

어떤 방법으로 측정하여도 인체 총수 분량의 값이 저자에 따라서 제시하는 평균치에 상당히 큰 차이가 있다. 즉, 체중 70kg 이하의 사람에서는 62.6(범위 : 51.7~73.5%)%체중이며, 70kg 이상의 사람에서는 56.0(범위 : 47.0~67.3%)%체중¹⁹⁾로서 방법 자체의 차이도 있을 것이다, 본 실험 결과로 보아서 실험대상자의 총지방량의 차이가 더욱 중요한 원인이라 할 수 있겠다.

총지방량이 체중의 12.8%이었던바 외국의 발표된 값들과 비교하면 다음과 같다. 평균 연령 23세의 인도인에서 11.3%²⁰⁾ 25.2세의 미국인에서 14.4%⁹⁾ 26.0세의 스캐디나비아인에서 10.6%²¹⁾등과 같다.

위에 보는 총지방량의 차이가 영양상태의 여하를 반영하는지에 관해서는 무어라 말 할 수 없으나, 전상한 남자 성인에서 총지방량은 체중의 10~15% 사이에 있는 것이라 할 것이다. 본론문의 피검자들은 의과대학 학생들로서 그들의 영양상태는 한국인으로서 특별히 나쁘다는 이유를 들 수 없으므로 12.8%에 해당하는 총지방량은 한 기준으로 보아서 옳을 것이다. 적당히 틀어잡힌 신체는 상식적으로 마르지 않고, 뚱뚱하지도 않은

몸이다. 그것은 임상적으로 건상한 몸이며, 우리 국민의 해당하는 연령군과 같은 체중과 신장을 가진 몸이다. 우리 국민이 체위에 관하여 가장 믿을만한 표준치는 金仁達의 그것이라 생각되는바¹⁰⁾ 본실험의 피검자의 체위는 제1표에 보는 것 같이 우리 국민 대집단의 그것과 같다고 하겠다. 이러한 한국 청년 남자의 표준신체 (standard reference body)는 본논문의 측정 한 바에 따라서 21.4세에서 신장이 167.5 cm, 체중이 57.2 kg, 신체밀도가 1.067, 총지방량은 체중의 12.8%, 총수분량은 체중의 63.8%를 가지는 신체이다.

결 론

54명의 건상한 남자 의과대학 학생에서 신체 밀도법에 의하여 신체구성 성분을 측정하고, 따로이 남자 10명에서 밀도법과 antipyrine 회석법의 결과를 비교하여 다음의 성적을 얻었다.

1. 밀도법 및 antipyrine 회석법에서 얻는 총지방량, 총수분량의 값이 서로 일치한다.
2. 신체밀도는 1.067 ± 0.002 (S.D. 0.017) 이었다.
3. 총지방량은 12.8 ± 0.67 (S.D. 4.9)% 체중이었다.
4. 총수분량은 63.8 ± 0.57 (S.D. 0.57)% 체중이었다.
5. 한국인 연령 21세의 표준 신체를 제시했다.

본 실험을 지도한 서울대학교 의과대학 생리학교실 남기용박사에 사의를 표한다.

Author's abstract

Densitometric measurement of total body fat and total body water in male adults.

Department of Surgery, Seoul National University, College of Medicine

Kil-Soo Park, M.D.

Densitometry was performed on 54 male medical students (average age: 21.4 years). In another group of 10 male subjects (age: 34.5 yr.) measurements were made on the total body water by means of antipyrine dilution and densitometry in the same subjects. Values of body fat and body water calculated from the body density and total body water coincided each other with considerable accuracy. (Table 2) The following figures for the standard reference body of male Korean were obtained: average age of 21.4 years, 167.5 cm in height and 57.2 kg in weight, body density 1.067, total body fat 12.8% body weight, total body water 63.8% body weight.

참 고 문 헌

- 1) Kemsley, W.F.F., Changes in body weight from 1943 to 1950. Mimeograph, 34pp. (no source given), 1951, quoted from #9.
- 2) Skerlj, B., Zur physiologischen Fettleibigkeit des Weibes. Arch. Frauenkunde 16:235, 1930.
- 3) Bischoff, E., Einige Gewichts und Trocken-Bestimmungen der Organe des menschlichen Koerpers. Zeitschr. f. ration. Med. III. Reihe, 20:75, 1863. quoted from #21.
- 4) Brozek, J. & Keys, A., Evaluation of leanness-fatness in man: Norms and interrelationships. Brit. J. Nutrition 5:194, 1951.
- 5) Rathbun, E.N. & Pace, N., Studies on body composition. I. Determination of body fat by means of the body specific gravity. J. Biol. Chem. 158:667, 1945.
- 6) Garn, S.M. & Harper, R.V., Fat accumulation and weight gain in the adult male. Human Biol. 27:39 1955.
- 7) Messinger, W.J. & Steele, J.M., Relationship of body specific gravity to body fat and water content. Proc. Soc. Exper. Biol. Med. 70:316, 1949.
- 8) Miller, A.T. Jr., & Blyth, C.S., Estimation of lean body mass and body fat from basal oxygen consumption and creatinine excretion. J. Appl. Physion, 5:73, 1952.
- 9) Keys, A. & Brozek, J., Body fat in adult man. Physiol. Rev. 33:245, 1953.
- 10) 金仁達, 韓國人 體位에 關한 研究. 서울大論文集 自然科學.
- 11) 金大洙, 李聖行, 朴昭明, 健康韓國人의 肺容積, 最大換氣量 및 秒時肺活量에 對하여. 大邱醫學雜誌 2:45, 1959.
- 12) Pace, N. & Rathbun, E.N., Studies on body composition, III. The body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content. J. Biol. Chem. 158:685, 1945.
- 13) Brodie, B.B., Axelrod, J., Soberman, R.J. & Levy, B.B., The estimation of antipyrine in biological materials. J. Biol. Chem. 179:25, 1949.
- 14) Soberman, R.J., Brodie, B.B., Levy, B.B., Axelrod, J., Hollander, V. & Steele, J.M., The use of antipyrine in the measurement of total body water in man. J. Biol. Chem. 179:31, 1949.
- 15) Zak, G.A., The role of nitrite concentration in the estimation of antipyrine. J. Lab. Clin. Med. 49:623, 1957.
- 16) Rathbun, E.N. & Pace, N., The determination of total body fat by means of body specific gravity. J. Biol. Chem. 158:667, 1945.
- 17) Morales, M.F., Rathbun, E.N., Smith, R.E. & Pace, N., Studies on body composition: theoretical considerations regarding major body tissue components, with suggestions, for application to man. J. Biol. Chem. 158:667, 1945.

- 18) Behnke, A.R.Jr. Physiologic studies pertaining to deep sea diving and aviation, especially in relation to fat content and composition of body. Harvey Lecture Series 37:198, 1941—1942.
 - 19) Spector, W.S., Handbook of Biol. Data. p. 340, Philadelphia 1956.
 - 20) Sen, R.N.& Banerjee, S., Studies on the determination of body fat in Indians. Ind. J. Med. Res. 46:556·1958.
 - 21) von Doeblen, H., Human standard and maximal metabolic rate in relation to fat free body mass. Acta Physiol. Scandin. 37: Supplm. 126. 1956.
-