慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	体組成に関する研究 : Per cent body fatの区分別, Body fat/Height, LBM/Height, Weight deviation
Sub Title	A study on body composition : body fat/height, LBM/height, weight deviation, based on classification of per cent body fat
Author	今栄, 貞吉(Imae, Sadayoshi)
Publisher	慶應義塾大学体育研究所
Publication year	1986
Jtitle	体育研究所紀要 (Bulletin of the institute of physical education, Keio university). Vol.26, No.1 (1986. 12) ,p.35- 45
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00260001-0035

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

体組成に関する研究

——Per cent body fat の区分別，Body fat/Height, LBM/Height, Weight deviation——

今　栄　貞　吉*

1. 緒　　言
2. 研究方法
3. 結　　果
4. 総　　括

1. 緒　　言

体組成に関する研究は，1940年代に本格的に取りくまれるようになり，以降，特に，アメリカを中心に数多くの研究が進められ，報告されている。

Behnke, A. R. 等は，Body density と Body fat との関係に着目して，体重を Body fat と Lean body mass とに分けて考察する，いわゆる，体組成2要素法の土台となる研究を報告している。(1)

Keys, A. と Brozek, J. は，体組成に関する先行研究を紹介しながら，体組成について纏め，統括的に論じている。(2)

Brozek, J. は「Techniques for Measuring Body Composition」という本を編集して，体組成に関する種々の研究法を紹介，検討しており，現在においても，体組成研究上の重要な文献の一つになっている。(3)

「肥満」や「やせ」の程度の判定は，体重が，標準体重から，どの程度，偏位しているかということを調べる，いわゆる，標準体重法によって可能であり，それは，簡便な方法でもある。

しかし，標準体重法では，量的な面からの一応の判定はできても，質的な面からの判定はできない。すなわち，筋肉量が多い者と脂肪量の多い者との区別ができない。そのために，筋肉量が多いため，過剰体重になっている者も，肥満と判定してしまう欠点を持っている。

* 慶應義塾大学体育研究所助教授

そこで，全身の脂肪量と全身の筋肉量ということを考慮に入れた，質的な面から，判定することが重要になってくる。

「肥満」とは，体内に脂肪組織が過剰に蓄積された状態であるから，どのような方法を用いるにしても，全身の脂肪量を推定，または量定して，これに基づいて，肥満の判定をするのが，合理的であり，妥当なことである。「やせ」とは全身脂肪量と全身除脂肪量とが，共に少ない状態であるので，この2面から「やせ」の判定をすることが，合理的である。

そこで，本研究では，Per cent body fat の区分別に Body fat/Height, LBM/Height, Weight deviation 等について調べ，検討を行った。

2. 研　究　方　法

Per cent body fat (%body fat), Lean body mass (LBM), Body fat/Height, LBM/Height, Weight deviation について調べて，% body fat の区分別に，Body fat/Height, LBM/Height, Weight deviation 等について検討を行うために，本大学の健康な男子学生，18歳—24歳の者，218名を対象として，

1) 身長，体重の測定を行ない，その測定値に基づいて，松木等の標準体重法によって，Weight deviation を算出し，% body fat の区分別に検討を行った。

% body fat の区分別は，今回のデータの統計処理の結果を参考にして，次のように，5区分とした。

(1) Over　　20%
(2) 15—19%
(3) 11—14%
(4) 9—10%
(5) Under　　9%

2) 皮下脂肪厚（胸部，腹部，上腕背部，肩甲骨下部，大腿部，下腿部）の測定を，Lange Skinfold Caliper を用いて行ない，その測定値に基づいて，長嶺等による皮下脂肪厚から体密度を推定する予知式を用いて，体密度を算出した。

3) % body fat は Brozek 等の改良式の予知式を用いて体密度から算出した。

4) Body fat/Height, LBM/Height を算出して，% body fat の区分別に，その検討を行った。

3. 結　　果

1) Age, Height, Weight

全対象者の年齢，身長，体重の平均値は，各々18.76(歳)，171.46(cm)，61.91(kg) である。

Table 1 は，全対象者の年齢，身長，体重の Mean±SE, SD, Range を示したものである。

Table 1 Physical characteristics of subjects (N=218)

Variables	Mean±SE	S D	Range
Age (yr)	18.76±0.06	0.9913	18—24
Height (cm)	171.46±0.35	5.2015	160.2—185.9
Weight (kg)	61.91±0.52	7.7559	40.4—96.0

2) Skinfolds

全対象者の皮下脂肪厚の平均値は，胸部が6.47 (mm)，腹部が 10.52，上腕背部 8.36，肩甲骨下部10.81，上腕背部＋肩甲骨下部19.17，大腿部10.78，下腿部8.17 (mm) である。

Table 2 は，全対象者の皮下脂肪厚の Mean±SE, SD, Range を示したものである。

Table 2 Mean, Standard deviation and Range of Skinfolds

Sites	Mean±SE (mm)	S D	Range
Chest	6.47±0.28	4.2464	2.0—27.0
Abdomen	10.52±0.42	6.3384	3.0—37.0
Upper Arm	8.36±0.25	3.8354	3.0—23.0
Subscuplar	10.81±0.34	5.1158	3.0—36.0
Upper arm + Subscuplar	19.17±0.57	8.4118	8.0—59.0
Thigh	10.78±0.32	4.8149	4.0—25.0
Calf	8.17±0.22	3.2547	3.0—24.0

3) Body density

全対象者の体密度の平均値は，1.0691 (g/mℓ) である。

Table 3 は，全対象者の体密度の Mean±SE, SD, Range を示したものである。

Table 3 Mean, Standard deviation and Range of Body density

Body density (g/ml)	Mean±SE	S D	Range
	1.0691±0.0006	0.0096	1.0229—1.0809

4) Body fat

全対象者の体脂肪（kg）の平均値は，8.39である。

Table 4 は，全対象者の体脂肪（kg）の Mean±SE, SD, Range について示したものである。

Table 4 Mean, Standard deviation and Range of Body fat

Body fat (kg)	Mean±SE	S D	Range
	8.39±0.23	3.5026	4.27—25.07

5) Lean body mass (LBM)

全対象者の除脂肪体重（kg）の平均値は，53.49である。

全対象者の除脂肪体重の Mean±SE, SD, Range を示したものが Table 5 である。

Table 5 Mean, Standard deviation and Range of LBM

L BM (kg)	Mean±SE	S D	Range
	53.49±0.36	5.4024	35.67—74.73

6) Per cent body fat (% body fat)

全対象者の体脂肪パーセントの平均値は13.27である。

Table 6は，全対象者の体脂肪パーセントの Mean±SE, SD, Range を示したものである。

Table 6 Mean, Standard deviation and Range of % body fat

% body fat	Mean±SE	S D	Range
	13.27±0.26	3.8935	8.12—32.56

7) Body fat/Height

全対象者の体脂肪／身長（kg/m），すなわち，身長1m当りの体脂肪量（kg）の平均値は，4.88である。

Table 7は，全対象者の体脂肪／身長の Mean±SE, SD, Range を示したものである。

Table 7 Mean, Standard deviation and Range of Fat/Height

Fat/Height (kg/m)	Mean±SE	S D	Range
	4.88±0.13	2.0198	2.51—15.10

8) LBM/Height

全対象者の除脂肪体重／身長（kg/m），すなわち，身長1m当りの除脂肪体重（kg）の平均

値は31.16である。

Table 8は，全対象者の除脂肪体重／身長の Mean±SE, SD, Range を示したものである。

Table 8 Mean, Standard deviation and Range of LBM/Height

LBM/Height (kg/m)	Mean±SE	S D	Range
	31.16±0.17	2.6246	22.25—40.35

9) Weight deviation

全対象者の体重増減度，すなわち，標準体重からの体重の偏位の程度（±%）の平均値は−3.60である。

Table 9は，全対象者の体重増減度の Mean±SE, SD, Range を示したものである。

Table 9 Mean, Standard deviation and Range of Weight deviation

Weight deviation (%)	Mean±SE	S D	Range
	−3.60±0.68	10.1826	−28.74—28.44

10) % body fat と Body fat/Height

身長と体脂肪（kg）との間には，相関係数は0.26程度で，それほど高いものではないが統計的に有意で Positive な相関関係がみられる。

体脂肪量（kg）を身長（m）で除した値，すなわち，身長1m当りの体脂肪量は，体脂肪が過剰であるか，または過少であるかを判定する際の客観的な指標の一つになり得ると考えられる。

% body fat の区分別に，Body fat/Height の平均値を示したものが Table 10 である。

区分が（Under 9），（9—10），（11—14），（15—19），（Over 20）となるにともなって，Body fat/Height の平均値は大きくなっている。

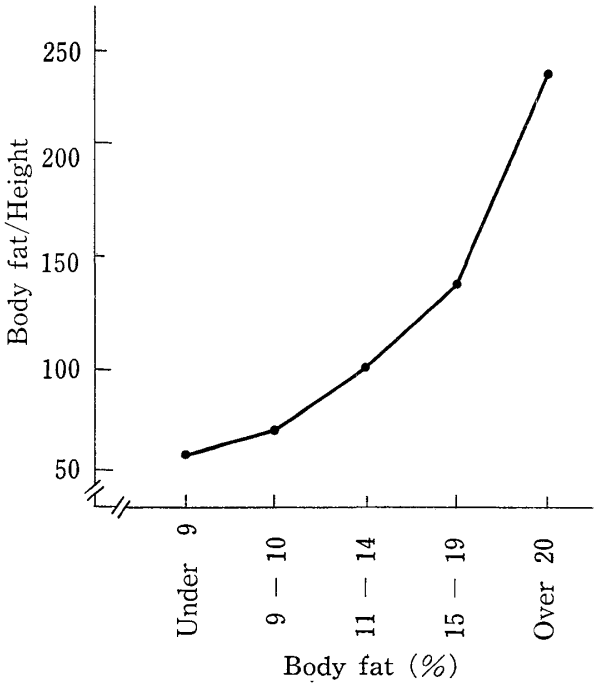
しかも，それは統計的に有意なものである。

% body fat（11—14）該当者の Body fat/Height の平均値を100とした場合の上記の関係を図示したものが Fig. 1 である。% body fat（Over 20）該当者の Body fat/Height の値

Table 10 % body fat and Body fat/Height; Mean±SE of Body fat/Hight

% body fat		Urder 9	9—10	11—14	15—19	Over 20
Bady fat/Height	Mean	2.82	3.36	4.51	6.22	10.42
	± SE	0.03	0.04	0.06	0.14	0.45

Fig. 1 % Body fat and Body fat/Height



（注） Fat/Height は % Body fat 11—14%該当者の
平均値を100として表わしたものである。

は% body fat（19以下）の者の値に比較して顕著に大であること，すなわち Over 20 該当者（肥満者）の身長 1 m当りの体脂肪は，非肥満者の体脂肪に比較して著しく多くなっていることを示唆している。

今回，対象とした18歳—24歳の年齢層においては，Body fat/Height の値が 9 kg 以上である場合に，過剰な体脂肪蓄積，肥満であると判定してよいように思える。

Body fat/Height の値が 3 kg 以下の場合には，体脂肪が非常に少ないと判定してよいようである。

11） % body fat と LBM/Height

身長とLBM（kg）との間には，相関係数0.68程度の統計的に有意で，Positiveな相関関係がみられる。

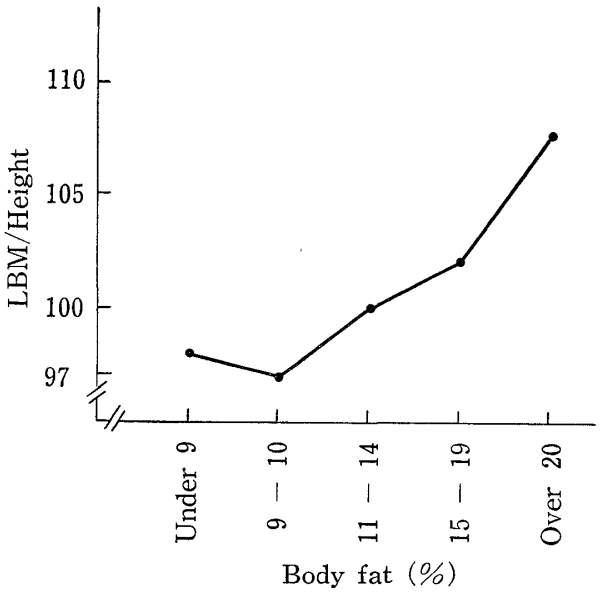
LBM は，身長の影響を可なり受けている。従って除脂肪体重（kg）を身長（m）で除した値，すなわち，身長 1 m当りの除脂肪体重は筋肉量が多いか，または，少ないかを判定する客観的な有用な指標の一つになり得ると考えられる。

% body fat の区分別に LBM/Height の平均値を表に示したものが Table 11 である。区分が，% body fat（9—10）と（Under 9），（15—19）と（11—14）との平均値間には，ともに有意差はみられない。しかし（11—14）と（9—10），（Over 20）と（15—19）との平均値

Table 11 % body fat and LBM/Height;
Mean±SE of LBM/Height

% body fat		Urder 9	9—10	11—14	15—19	Over 20
LBM/Height	Mean ± S E	30.78 1.00	30.24 0.30	31.14 0.25	31.80 0.41	33.50 0.74

Fig. 2 % Body fat and LBM/Height



（注） LBM/Height は % Body fat 11—14%該当者の
平均値を 100 として表わしたものである。

間には，ともに有意差がみられる。

% body fat (11—14) 該当者の LBM/Height の平均値を100とした場合の，各区分間の平均値の関係を図示したものか，Fig. 2 である。

% body fat (Over 20) 該当者の LBM/Height の値は，% body fat (19以下) の者の値に比較して，有意に大であること，すなわち Over 20該当者（肥満者）の身長1m当りの除脂肪体重は，非肥満者の除脂肪体重に比較して有意に多くなっていることを示唆している。

今回，対象とした18歳—24歳の年齢層においては，LBM/Height の値が，33kg 以上である場合には，非常に筋肉量が多いと判定してよいようである。

一方，LBM/Height の値が，27kg 以下の場合には，筋肉量が非常に少ないと判定してよいように思える。

12) % body fat と Weight deviation

% body fat と Weight deviation との間には，相関係数 0.7 程度の Positive な相関がある。すなわち，% body fat が大きい者ほど Weight deviation が大きいということを示している。

Table 12 % body fat and Weight deviation
Mean±SE of Weight deviation

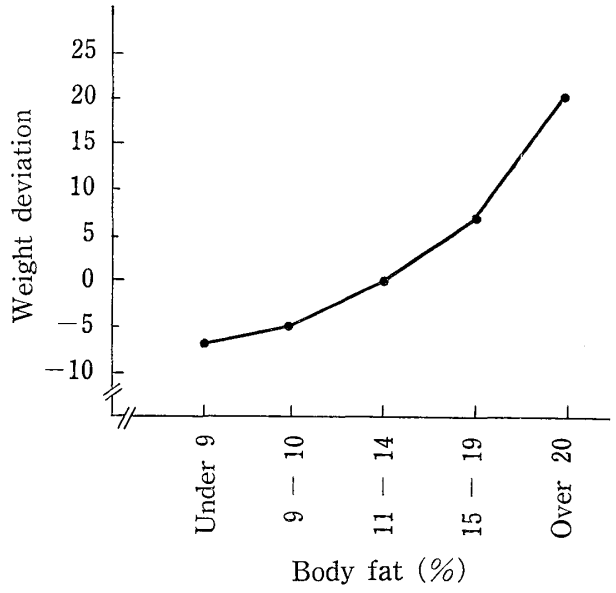
% body fat		Urder 9	9—10	11—14	15—19	Over 20
Weight deviation	Mean	−11.84	−9.62	−4.89	2.18	16.41
	± SE	2.84	0.93	0.70	1.25	2.39

% body fat と Weight deviation との関係を% body fat の区分別に Weight deviation の平均値で示したものが Table 12である。

% body fat (9—10) と (Under 9) との平均値間に有意差はみられないが (11—14) と (9—10), (15—19) と (11—14), (Over 20) と (15—19) との平均値間には，各々に有意差がみられる。

% body fat (11—14) 該当者の Weight deviation の平均値を 0 とした場合の，各区分間の Weight deviation の平均値の関係を図示したものが Fig. 3 である。% body fat (Over 20) 該当者の Weight deviation は，% body fat が (19) 以下の者の値に比較して顕著に大であることを明確に示している。

Fig. 3 % Body fat and Weight deviation



(注) Weight deviation は % Body fat 11—14% 該当者の平均値を 0 として表わしたものである。

4. 総　　括

本大学の健康な男子学生，18歳—24歳，218 名について，身長，体重，皮下脂肪厚等の測定を行ない，それらの測定値に基づいて Weight deviation, Body density, % body fat, Body

fat (kg), Body fat/Height, LBM (kg), LBM/Height 等を算出して% body fat の区分別に, Body fat/Height, LBM/Height, Weight deviation 等との関係について検討を行ない, 次の結果を得た。

1) % body fat が20%以上該当者の Body fat/Height の値は, % body fat が, 19%以下の者の値に比較して, 統計的に有意にしかも, 顕著に大であった。すなわち, Over 20 該当者 (肥満者) の身長1m当りの体脂肪は非肥満者の身長1m当りの体脂肪に比較して著しく多くなっていることを示唆した。

今回, 対象とした18歳—24歳の年齢層においては, Body fat/Height の値が9kg以上である場合に, 過剰な体脂肪蓄積, 肥満であると判定してよいように推察された。

一方, Body fat/Height の値が3kg以下の場合には, 体脂肪が非常に少ないと判定してよいように推察された。

2) % body fat が, 20%以上該当者の LBM/Height の値は, % body fat が, 19%以下の者の値に比較して, 統計的に有意に大であった。すなわち, Over 20 該当者 (肥満者) の身長1m当りの除脂肪体重は, 非肥満者の身長1m当りの除脂肪体重に比較して有意に多くなっていることを示唆した。

今回, 対象とした18歳—24歳の年齢層においては, LBM/Height の値が, 33kg以上である場合に, 非常に筋肉量が多いと判定してよいように推察された。

一方, LBM/Height の値が, 27kg以下の場合には, 筋肉量が非常に少ないと判定してよいように推察された。

3) 18歳—24歳の年齢層においては, Body fat/Height の値が3kg以下で LBM/Height の値が, 27kg以下の場合には一応「やせ」と判定してよいように推察された。

4) % body fat と Weight deviation とは, 相関係数0.7程度の Positive な相関関係にあり, 体重のうちに占める体脂肪の割合が大きくなるにともなって, 体重増減度が大きくなっていくことが示唆された。特に, % body fat が20%以上該当者の Weight deviation の値は, % body fat が19%以下の者の値に比較して顕著に大であり, Over 20 該当者 (肥満者) の Weight deviation は, 非肥満者のものに比較して著しく大きいことを示した。

(付表) は, 皮下脂肪厚を用いて, 体密度, 体脂肪パーセントを簡便に求めるために, 筆者が作製したものである。

体密度は, 長嶺等の皮脂厚 (上腕背部+肩甲骨下部) からの予知式を用い, 体脂肪パーセントは, Brozek 等の式を用いて, 各々算出した。

(**Attached table**) Table for converting skinfolds to body density, % body fat

Skin-folds (mm)	Body Density		% Body Fat		Body Density		% Body Fat		Skin-folds (mm)
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	
4	1.0867	1.0844	6.33	7.23	1.0391	1.0299	25.60	29.53	45
5	1.0855	1.0831	6.80	7.33	1.0380	1.0286	26.06	30.09	46
6	1.0844	1.0818	7.23	8.24	1.0368	1.0272	26.57	30.69	47
7	1.0832	1.0804	7.69	8.79	1.0357	1.0259	27.04	31.26	48
8	1.0821	1.0791	8.12	9.30	1.0345	1.0246	27.55	31.82	49
9	1.0809	1.0778	8.59	9.81	1.0333	1.0232	28.07	32.43	50
10	1.0797	1.0764	9.06	10.36	1.0322	1.0219	28.54	33.00	51
11	1.0786	1.0751	9.49	10.87	1.0310	1.0206	29.05	33.57	52
12	1.0774	1.0738	9.96	11.39	1.0299	1.0193	29.53	34.14	53
13	1.0763	1.0725	10.40	11.90	1.0287	1.0179	30.05	34.76	54
14	1.0751	1.0711	10.87	12.46	0.0275	1.0166	30.56	35.33	55
15	1.0739	1.0698	11.35	12.98	1.0264	1.0153	31.04	35.91	56
16	1.0728	1.0685	11.78	13.50	1.0252	1.0139	31.56	36.53	57
17	1.0716	1.0671	12.26	14.06	1.0241	1.0126	32.04	37.11	58
18	1.0705	1.0658	12.70	14.58	1.0229	1.0113	32.56	37.69	59
19	1.0693	1.0645	13.18	15.10	1.0217	1.0099	33.09	38.32	60
20	1.0681	1.0631	13.66	15.67	1.0206	1.0086	33.57	38.90	61
21	1.0670	1.0618	14.10	16.20	1.0194	1.0073	34.10	39.48	62
22	1.0658	1.0605	14.58	16.72	1.0183	1.0060	34.58	40.07	63
23	1.0647	1.0592	15.02	17.25	1.0171	1.0046	35.11	40.70	64
24	1.0635	1.0578	15.51	17.82	1.0159	1.0033	35.64	41.29	65
25	1.0623	1.0565	15.99	18.36	1.0148	1.0020	36.13	41.88	66
26	1.0612	1.0552	16.44	18.89	1.0136	1.0006	36.66	42.52	67
27	1.0600	1.0538	16.93	19.46	1.0125	0.9993	37.15	43.12	68
28	1.0589	1.0525	17.37	20.00	1.0113	0.9980	37.69	43.71	69
29	1.0577	1.0512	17.86	20.54	1.0101	0.9966	38.23	44.35	70
30	1.0565	1.0498	18.36	21.12	1.0090	0.9953	38.72	44.95	71
31	1.0554	1.0485	18.81	21.66	1.0078	0.9940	39.26	45.55	72
32	1.0542	1.0472	19.30	22.20	1.0067	0.9927	39.75	46.16	73
33	1.0531	1.0495	19.75	22.74	1.0055	0.9913	40.30	46.81	74
34	1.0519	1.0445	20.25	23.32	1.0043	0.9900	40.84	47.41	75
35	1.0507	1.0432	20.74	23.87	1.0032	0.9887	41.34	48.02	76
36	1.0496	1.0419	21.20	24.42	1.0020	0.9873	41.88	48.67	77
37	1.0484	1.0405	21.70	25.01	1.0009	0.9860	42.38	49.28	78
38	1.0473	1.0392	22.16	25.56	0.9997	0.9847	42.93	49.90	79
39	1.0461	1.0379	22.66	26.11	0.9985	0.9833	43.48	50.56	80
40	1.0449	1.0365	23.16	26.70	0.9974	0.9820	43.99	51.17	81
41	1.0438	1.0352	23.62	27.26	0.9962	0.9807	44.54	51.79	82
42	1.0426	1.0339	24.12	27.81	0.9951	0.9794	45.05	52.41	83
43	1.0415	1.0326	24.59	28.37	0.9939	0.9780	45.60	53.08	84
44	1.0403	1.0312	25.09	28.97	0.9927	0.9767	46.16	53.70	85

* Skinfolds (Triceps+Subscuplar) (Sadayoshi Imae)
* Boby Density was calculated by using Nagamine's formula.
* % Body Fat was computed by using Brozek's formula.

(附　記)
本研究に際し，依田隆也教授より，種々の御教示を戴きました。
石手靖助手には，形態測定をいろいろとお手伝い願った。
稿を終るにあたり，ここに特記して厚く御礼申し上げます。

〔参考文献〕

(1) Behnke, A. R., B. G. Feen and W. C. Welham; Specific gravity of healthy men, J. A. M. A. 118, 1942.
(2) Ancel Keys and Josef Brozek; Body Fat in Adult Man, Physiological Reviews, Vol. 33, No. 3, 1953.
(3) Brozek, J.; Technique for Measuring Body Composition, Headquarters Quartermaster Research and Engineering Command, 1959.
(4) 松本　駿・谷田良作・関屋　寛：肥満について，ホルモンと臨床第3巻第6号，昭30.
(5) 長嶺晋吉・山川喜久江・鈴木秀雄・久我達郎・大島寿美子・鈴木慎次郎：スポーツマンと非スポーツマンの体構成（Body Composition）の比較に関する研究，栄養学雑誌第24巻第1号，昭40.
(6) 松本　駿：肥満の判定基準，日本医師会雑誌第68巻第9号，昭47.
(7) 今栄貞吉：上肢筋群の筋力と種々の身体計測値との関係（第1報）——懸垂屈腕回数・腕立支持腕屈伸回数と体重増減度・体重補正上腕囲との関係——，慶應義塾大学体育研究所紀要第17巻第1号59—68頁，昭52.
(8) 今栄貞吉：上肢筋群の筋力と種々の身体計測値との関係（第2報）——懸垂屈腕回数と皮下脂肪厚との関係——，慶應義塾大学体育研究所紀要第18巻第1号49—61頁，昭53.
(9) 依田隆也：体育における肥満学生の対策，慶應義塾大学体育研究所紀要第15巻第1号41—50頁，昭50.
(10) 依田隆也：肥満とその治療——臨床的立場から——，慶應義塾大学研究所紀要第17巻第1号29—37頁，昭52.
(11) 依田隆也・今栄貞吉：肥満とやせの判定をめぐって慶應義塾大学体育研究所紀要第18巻第1号25—34頁，昭53.
(12) 今栄貞吉：上肢筋群の筋力と種々の身体計測値との関係（第3報）——体重補正上腕囲・体重補正皮脂厚からする懸垂屈腕運動の検討——，慶應義塾大学体育研究所紀要第19巻第1号41—49頁，昭54
(13) 上田英雄・武内重五郎・豊倉康夫：臨床症状シリーズ7　肥満，2—19頁，南江堂，昭34.
(14) 長嶺晋吉：講座現代のスポーツ科学[2]スポーツとエネルギー・栄養，259—282頁，大修館書店，昭56.
(15) D. Aller Phillips and James E. Horrak; Measurement and Evaluation in Physical Education, Chapter 11 pp. 212—223, John Wiley & Sons, 1979.
(16) Edward L. Fox, Donald K. Mathews; The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, Chapter 20 pp. 523—532, Saurders College Publishing, 1981.
(17) Richard A. Berger; Applied Exercise Physiology, Chapter 7 pp. 238—267, Lea & Febiger, 1982.
(18) 今栄貞吉；体重増減度と体構成との関連，慶應義塾大学体育研究所紀要第22巻第1号31—39頁，昭52.
(19) Boileau, R. A., Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Description of Procedures for the Estimation of Fat and Fat-Free Body Composition of Children: Physical Fitness Research Laboratory, Department of Physical Education, University of Illinois, Urbana, Illinois, 1982.