

尿中クレアチニン排泄量に関する研究（3）：年齢・身長・体重・除脂肪量からの24時間排泄量予測

川崎，晃一
九州大学健康科学センター

上園，慶子
九州大学健康科学センター

吉川，和利
九州大学健康科学センター

宇都宮，弘子
九州大学健康科学センター

他

<https://doi.org/10.15017/440>

出版情報：健康科学. 7, pp.35-42, 1985-03. Institute of Health Science, Kyushu University
バージョン：
権利関係：

尿中クレアチニン排泄量に関する研究(3)

—年齢・身長・体重・除脂肪量からの24時間排泄量予測—

川崎 晃一* 上園 慶子* 吉川 和利*
宇都宮 弘子* 今村 京子*

Studies of Urinary Creatinine Excretion in Clinically Healthy Subjects.

(3). Prediction of 24-Hour Creatinine Excretion in Urine from Age,
Body Height, Body Weight and Lean Body Mass.

Terukazu KAWASAKI*, Keiko UEZUNO*, Kazutoshi KIKKAWA*,
Hiroko UTSUNOMIYA* and Kyoko IMAMURA*

Equation to predict urinary creatinine excretion (UcrV) from age, body weight (BW), body height (BH), body surface area (BSA) and lean body mass (LBM) were developed based on data for UcrV determined by collecting 24-hour urine for at least 3 days in 256 adult male and 231 adult female healthy subjects. The method of forward stepwise regression analysis was adopted to establish the regression equation. Multiple regression analysis revealed that age, BSA and BW contributed most to the measured value of UcrV. In female subjects, however, LBM also highly contributed to that of UcrV. The regression equations obtained from age, BW and BH were as follows:

$$\hat{Y} \text{ (male)} = -12.63 \times \text{Age} + 15.12 \times \text{BW} + 7.39 \times \text{BH} + 79.90$$

$$\hat{Y} \text{ (female)} = -4.72 \times \text{Age} + 8.58 \times \text{BW} + 5.09 \times \text{BH} + 74.95$$

The multiple correlation coefficients were 0.872 for males and 0.727 for females, respectively. An analysis of residuals by means of plotting of standardized residuals and predicted atandardized dependent variables showed no remarkable deficiencies in both sexes, suggesting that these equations are applicable to the evaluation of urinary creatinine excretion. LBM derived from skinfold and BW could be one of the most contributable variables to predict UcrV, especially for female subjects.

(Journal of Health Science, Kyushu University, 7: 35~42, 1985)

緒 言

尿中クレアチニン排泄量は環境因子に左右されにくい、安定した尿中変数の一つであり¹⁾²⁾¹⁶⁾¹⁹⁾²⁰⁾、蓄尿の正

確さの指標として、またクレアチニン比は尿中諸物質の排泄量の評価に広く用いられている。一方、尿中クレアチニン排泄量は年齢・性・体格などの影響を強く受けることが知られているが¹²⁾¹⁵⁾、その正常値についてはきわめてあいまいな記載しかないのが現状であ

* Institute of Health Science, Kyushu University 11, Kasuga 816, Japan

る。とくに蓄尿の正確さの指標とする場合には、その個人の排泄量の基準となる値が必要である。

著者らはこれまでに測定可能な6変数を用いて尿中クレアチニン排泄量を予測する式を作成して報告した¹⁰⁾。今回は、さらに精度をあげるために対象を限定し、フィールドで容易に測定可能な身長・体重・皮下脂肪厚と年齢から男女別の予測式作成を試み、疫学調査上あるいは臨床的に応用可能と思われる成績を得たので報告する。

対象ならびに方法

I. 対象:

日常生活を営んでいる健康な20才以上の成人男女を対象とした。脳・心・肝・腎・内分泌や糖代謝などに活動性の異常を有する者、漢方薬などの薬剤を常用している者、拡張期血圧が105 mmHg以上の高血圧者は対象から除外した。しかしながら心電図上軽度の虚血性変化を有する者、尿蛋白・尿糖・尿潜血が(±~+)の者は対象に入れた。

対象者は全員24時間蓄尿を少なくとも3日間以上施行したが、尿中クレアチニン排泄量(UcrVと略す)の変動係数(CV)が20%を越える症例や明らかに蓄尿操作に誤りがあると思われる症例は対象から除外した。

II. 方法:

24時間蓄尿は連続または不連続に3日間以上施行した。蓄尿は全尿を採取する方法と比例採尿器²⁰⁾を用いる方法で行ない、とくに後者の場合はあらかじめ使用方法と要領を十分に説明した。尿量を正確に測定し、

その一部をUcrV測定に供した。直ちに測定しない場合は-20°Cで保存した。

蓄尿と同時期に身長(BH)、体重(BW)を測定し、一部の対象者では上腕背部と肩甲骨下縁部の2か所の皮下脂肪厚(皮脂厚)を測定した。Table-1の式を用いて、BH・BWから体表面積(BSA)²¹⁾を、また皮脂厚から体密度を求めて除脂肪量(LBM)¹⁰⁾を算出した。

UcrV(mg/day)はJaffe反応試薬を利用したKinetic assay法⁹⁾(手法またはオートアナライザー)で濃度を測定し、尿量を乗じて算出した。

得られたUcrVならびに身体計測値は九州大学大型計算機センターのFACOM・M200システムに入力され、基本統計量の算出およびUcrVを従属変数、年齢(Age)、BH、BW(またはBSA)ならびにLBMを独立変数としたステップワイズ変数増加方式重回帰分析を試みた。変数の重複を避けるため、独立変数を:
(1), Age, BSA, (2), Age, BH, BW, (3), Age, BH, LBM; の3群に分けてそれぞれの重回帰方程式を作成した。また解析プログラムは著者らによるBASICプログラムとBMDP(生物医学系統計プログラムパッケージ)³⁾とを並行して用いた。

成績

I. 分析対象者の基本統計:

今回の分析対象者は男性256名、女性231名、計487名であり、そのうち皮脂厚を測定し得た者は178名(男性116名、女性62名)であった。男女別、年代別に対象者のBH、BW、BSA、UcrV、UcrVをBW

Table 1. Formulae used to calculate body surface area (BSA) and lean body mass (LBM).

$$BSA (m^2) = BH^{0.725} \times BW^{0.425} \times 0.007246$$

BH: body height (cm), BW: body weight (kg)

$$LBM (kg) = \frac{(100 - \% - Fat) \times BW}{100}$$

$$\% - Fat = \left(\frac{4.570}{BD} - 4.142 \right) \times 100$$

BD for men = 1.0913 - 0.00116 × [Arm + Back]

BD for women = 1.0897 - 0.00133 × [Arm + Back]

BD: body density

Arm: triceps skinfold (mm)

Back: subscapular skinfold (mm)

Table 2. Male and female subjects' number, body height(BH), body weight(BW), body surface area(BSA), urinary creatinine excretion(UcrV), creatinine index(Crea. Index) and lean body mass(LBM) by age group. (Mean±SD)

[Male subjects]

Age(y.o.)	No	BH(cm)	BW(kg)	BSA (m ²)	UcrV (mg/day)	Crea. Index	LBM(kg) (No)
20-29	43	171.6±6.5	65.3± 9.6	1.783±0.139	1,896±309	29.2±3.7	54.6±6.8 (30)
30-39	25	169.9±6.0	69.1± 8.5	1.812±0.124	1,755±232	25.5±3.1	
40-48	24	164.7±6.5	64.2±10.3	1.717±0.156	1,515±333	23.5±3.1	
50-59	19	164.7±5.7	63.0±11.4	1.701±0.154	1,429±284	22.8±3.6	52.7±7.5 (33)
60-69	102	162.3±5.0	58.9± 7.7	1.638±0.109	1,189±203	20.3±3.4	
70-79	40	160.5±6.0	57.5± 8.3	1.605±0.126	1,060±209	18.5±2.5	49.8±5.9 (53)
80-	3	160.5±2.5	57.7± 1.0	1.613±0.030	918±156	15.9±2.7	
54±18	256	164.7±6.9	61.5± 9.4	1.686±0.145	1,388±391	22.5±4.9	51.9±6.9 (116)

[Female subjects]

20-29	51	157.7±5.3	51.8± 6.6	1.518±0.098	1,037±136	20.2±2.6	37.2±5.1 (13)
30-39	13	157.3±4.7	52.3± 4.9	1.523±0.083	1,136±120	21.8±2.3	
40-49	22	153.5±5.7	53.1± 6.8	1.505±0.104	992±119	18.8±2.2	38.9±6.4 (17)
50-59	28	150.6±4.6	52.2± 7.4	1.476±0.107	900±163	17.3±2.3	
60-69	77	150.1±5.2	52.0± 7.8	1.478±0.115	825±159	15.6±2.7	37.0±5.2 (32)
70-	40	146.7±5.5	48.2± 6.3	1.397±0.093	735±130	15.4±2.1	
52±19	231	152.0±6.5	51.8± 7.2	1.478±0.111	899±189	17.5±3.4	37.5±5.5 (62)

Crea. Index : UcrV/BW, UcrV represents mean creatinine excretion for more than 3 days.

で除した Creatinine Index ならびに LBM を Table 2 に示す。LBM は対象者が少なかったので 20～39 才, 40～59 才, 60 歳以上の 3 群に分けた。

II. 尿中クレアチニン排泄量と 5 変数間の単相関:

男女別に UcrV と Age, BH, BW, BSA, LBM の 5 変数との単相関係数を Table 3 に示す。UcrV は他の 5 変数といずれも推計学的に有意な相関を示した。

III. 重回帰方程式, 重相関係数ならびに標準化偏回帰係数:

UcrV を従属変数, (1)Age, BSA, (2)Age, BH, BW, (3)Age, LBM, BH を独立変数として, それぞれの重回帰方程式, 重相関係数(R), 標準化偏回帰係数(β)を男女別に Table 4 に示す。24 時間蓄尿を 3 日間以上行ない, かつ皮脂厚を測定した対象数は 178 名と少なかったため, Table 4 に示すように EQ(1), EQ(2) と EQ(3) では対象数が異なり, 3 方程式間で相関性を直ちに比較することは出来ない。しかし独立変数に LBM を含む UcrV 予測値と実測値の重相関係数は男性 0.882, 女性 0.782 と 3 つの組み合わせの中では最も

Table 3. Correlation coefficients between urinary creatinine excretion and other variables

Variables	Male (n=256)	Female (n=231)
Age	-0.773*	-0.607*
BSA	0.719*	0.567*
LBM(#)	0.663*	0.689*
BH	0.658*	0.575*
BW	0.638*	0.423*

(#) n=116 (male), 62 (female)

BSA : body surface area

LBM : lean body mass

BH : body height

BW : body weight

* p < 0.001

Table 4. Multiple regression equations, multiple correlation coefficients(R) and standardized partial regression coefficients(β) of urinary creatinine excretion in male and female subjects.

[Male subjects]				
Equation No. (No. of subj.)	Variables	Equations	R	β
EQ (1) (n=256)	Age	- 12.31 × [Age]	0.773	(- 0.558)
	+ BSA	+ 0.12 × [BSA]	0.871	(0.455)
		+ 28.25		
EQ (2) (n=256)	Age	- 12.63 × [Age]	0.773	(- 0.573)
	+ BW	+ 15.12 × [BW]	0.867	(0.364)
	+ BH	+ 7.39 × [BH]	0.872	(0.130)
		+ 79.90		
EQ (3) (n=116)	Age	- 12.40 × [Age]	0.727	(- 0.532)
	+ LBM	+ 23.53 × [LBM]	0.874	(0.405)
	+ BH	+ 9.51 × [BH]	0.882	(0.173)
		- 670.45		
[Female subjects]				
EQ (1) (n=231)	Age	- 4.73 × [Age]	0.607	(- 0.477)
	+ BSA	+ 0.07 × [BSA]	0.726	(0.420)
		+ 90.50		
EQ (2) (n=231)	Age	- 4.72 × [Age]	0.607	(- 0.476)
	+ BW	+ 8.58 × [BW]	0.715	(0.327)
	+ BH	+ 5.09 × [BH]	0.727	(0.176)
		+ 74.95		
EQ (3) (n= 62)	LBM	+ 21.19 × [LBM]	0.689	(0.681)
	+ Age	- 3.59 × [Age]	0.782	(- 0.370)
		+ 314.68		

高い値を示した。

IV. LBM 寄与度の検討

LBM の寄与度を検討するため、LBM 値を有する男性 116 名、女性 62 名を対象に EQ(1), (2), (3)それぞれの独立変数を用いた重回帰方程式から求めた UcrV 予測値と実測値の重相関係数を比較した。男性ではそれぞれ R = 0.879, 0.881, 0.882, 女性では 0.724, 0.721, 0.782 であり、とくに女性において LBM の寄与が大であった。

V. 尿中クレアチニン予測値と実測値の相関

Table 4, EQ(2)から得られた UcrV 予測値と UcrV 実測値の相関図を Fig. 1—A (男性), 1—B (女性)に示す。

これらの重回帰方程式の信頼度を確認するために残差分析を行なった。個々の残差 e_i (予測値—実測値)

を得た後、それらの標準偏差 (Se) と平均値 (\bar{X}_e) を用いて標準化残差 (e_{is}) を $(\bar{X}_e - e_i) / Se$ に従って求めた。Fig. 2 は男性(A)及び女性(B)について縦軸に e_{is} , 横軸に予測値の座標を示したものである。これによると、 e_{is} の絶対値が 2.0 を越えたものは男女とも 1 例もなく、また残差に特定のパターンを認めなかった。

VI. 尿中クレアチニン予測式の応用

予測式作成の対象者 487 名とは別に 15 ~ 24 日間 (平均 20 ± 2 日) にわたって 24 時間蓄尿を行なった 17 名 (男性 7, 女性 10; 年齢 28 ~ 65 才) を対象に UcrV 実測値の平均と Age, BH, BW を独立変数とする Table 4, EQ(2)の式から求めた UcrV 予測値の相関を検討した。Fig. 3 に示すように両者の間には $r = 0.955$ ($p < 0.0001$, $Y = 0.99 X + 1.43$) ときわめて高い相関係が認められた。

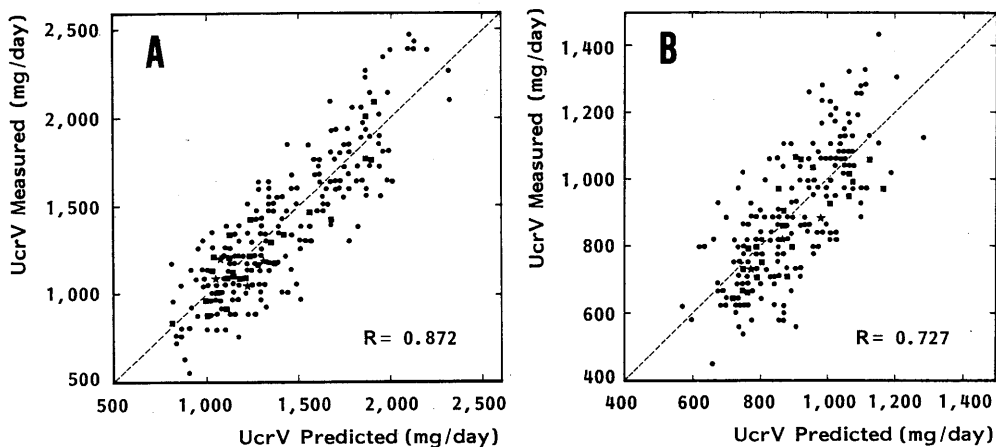


Fig. 1.: Relationship between predicted and measured urinary creatinine excretion (UcrV) in male (A) and female (B) subjects. Urinary creatinine excretion was predicted in each subject from age, body weight and body height according to EQ (2) in Table 4. ■ : 2 observations, ★ : 3 observations. The dotted line represents the line of identity.

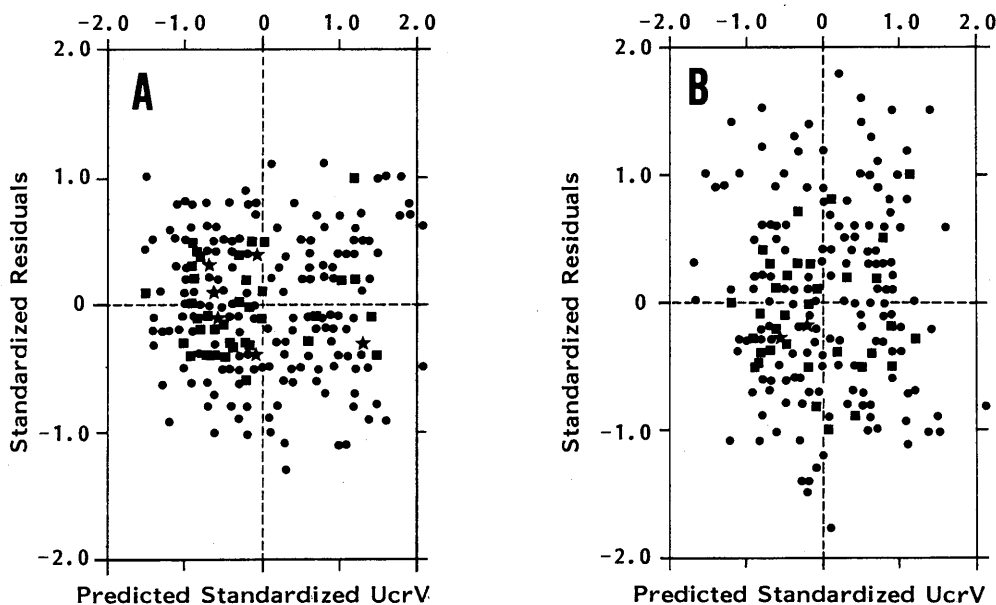


Fig. 2: Plotting of standardized residuals and predicted standardized urinary creatinine excretion (UcrV) in male (A) and female (B) subjects. ■ : 2 observations, ★ : 3 observations

考 按

個人の尿中クレアチニン排泄量 (UcrV) を予測するためには UcrV の実測値をできるだけ正確に把握する必要がある。今回は 3 日間以上の 24 時間蓄尿を行ない得た対象者のみに限定した。また UcrV の CV が

20% 未満であった者に限ったが、25% まで受け入れている報告もある⁹⁾。前報¹⁰⁾では個人の属性 (年齢, 体格, 形態) やその他の測定値 (尿中 Na/K 比, 収縮期ならびに拡張期血圧) など 6 個を独立変数とした重回帰分析を行なった。今回は重回帰方程式を一次線型関係で記述することにして, ステップワイズ変数増加方

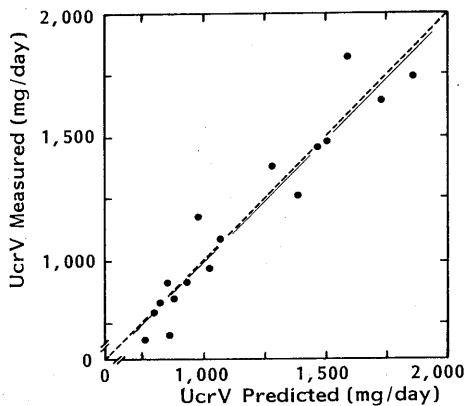


Fig. 3: Relationship between predicted and mean measured urinary creatinine excretion (UcrV) in each subject whose 24-hour urine collection was performed for 15 through 24 days.

The dotted line represents the line of identity, and the solid line is the regression line ($Y = 0.99x + 1.43$, $n = 17$, $r = 0.955$, $p < 0.0001$)

式を採用した。前報の6変数のうち、BSAとQuetelet指数(BMI)はともに身体・体重の合成変数で重複するため、前回寄与率の低かったBMIを除いた。尿中Na/K比は実際にNa、K濃度を測定しなければならず、またUcrV予測の独立変数としての有用性は少なかったため除去した。血圧値は変動性が極めて大きく、個人の代表値を得るためには測定回数を増やす必要がある。寄与率からみても適切な独立変数とは考えにくかったので採用しなかった。

今回は独立変数として年齢・身長・体重(またはBSA)のほかにLBMを加えた。LBMはUcrVと非常によい相関があると報告されており⁹⁾¹⁰⁾、UcrVからLBMを予測することも試みられている¹⁴⁾。上腕背部と肩甲骨下縁部の2カ所の皮脂厚測定による体脂肪量の推定式がNagamine and Suzuki¹⁸⁾によって作られ、日本人を対象に一般に用いられている。著者らもLBMの推定にこの式を適用したが、これによる体脂肪の推定値は総水分量からの推定値より低いといわれている¹³⁾。また推定式作成時の対象の年齢分布には片寄りがあるため¹⁸⁾、20才から80才代までの対象者に適用するのは不適當かも知れない。しかしながら皮脂厚はフィールドで簡単に測定できる利点があるためこの式を適用した。Table 3, 4にみられるようにLBMはUcrVときわめて高い単相関を示し、標準化偏回帰係数もとくに女性で大きい値を示した。またLBMを

独立変数に加えることによって女性ではより大きい重相関係数が得られた。皮脂厚と体重から算出されたLBMはUcrVの予測に有用であると思われる。一方、変数増加方式を採用したため、Table 4のEQ(3)では女性のBHは削除された。これはBHが有意な寄与をしなかったことを意味する。

今回の分析には20才未満の者を対象から除いた。UcrVは年齢と有意な逆相関を示すが、20才未満では必ずしもそれが当てはまらない⁹⁾。若年者では体重当りの筋肉量も成人と異なるので、幼児から18及至20才未満のUcrV予測は成人のそれとは別に検討する必要がある。

男性では、年齢・身長・体重などから得られたUcrV予測値は実測値とよく一致したが、女性の場合は両者の間の重相関係数は男性より小さく、年齢・体格からの予測には限界があると思われた。他の因子の関与も考えられ、さらに検討の余地があろう。

著者らの最終目的はUcrV予測値を応用してスポット尿から24時間尿中Na排泄量(食塩摂取量)を推定することにある。竹森らは長年検討してきた戸紙法にUcrV予測値を利用することによってきわめて精度の高い24時間尿中Na排泄量の推定が可能であるとしている²⁰⁾。著者らもスポット尿からの24時間尿中Na排泄量推定法を検討中である。

血清クレアチニン値(Scr)と年齢あるいは体重からクレアチニン・クリアランス(Ccr)を予測する試みがこれまでに多数報告されている²⁷⁾⁸⁾¹⁵⁾¹⁷⁾。Scrが5mg/dlまでの腎不全患者のUcrVは年齢・性を一致させた腎機能正常者のUcrVとまったく差がない⁹⁾。CcrはUcrV/Scrで得られるので、UcrVをより正確に予測できればCcr予測値の精度はあがる。今回の予測式の一つから計算されたUcrV予測値は平均20日間の蓄尿を行なった対象者のUcrV実測平均値と非常に高い相関($r = 0.955$)が認められた。Ccr予測にも十分応用でき、かつより正確なCcr予測値が得られるであろうと考えている。

結 語

健康な日常生活を営んでいる20才以上の男性256名(54 ± 18才)ならびに女性231名(52 ± 19才)を対象として、年齢(Age)、体重(BW)、身長(BH)、体表面積(BSA)、非脂肪質量(LBM)から個人の尿中クレアチニン排泄量(UcrV)の予測式作成を試みた。対象者は全例24時間蓄尿を3日以上実施し、かつ

UcrVの変動係数が20%未満のみとした。5つの独立変数は重複を避け、(1)Age, BSA, (2)Age, BW, BH, (3)Age, LBM, BHの3群に分けてそれぞれの重回帰方程式を作成した。(2)の独立変数を用いた重回帰式は

$$\hat{Y}(\text{男性}) = -12.63 \times \text{Age} + 15.12 \times \text{BW} + 7.39 \times \text{BH} + 79.90,$$

$$\hat{Y}(\text{女性}) = -4.72 \times \text{Age} + 8.58 \times \text{BW} + 5.09 \times \text{BH} + 74.95$$

となった。また重相関係数(R)は男性0.872, 女性0.727であった。(1)の独立変数による式ならびにRは(2)のそれらとほぼ同じであったが, LBMを独立変数に加えることによって女性ではRが0.782となった。

年齢, 体重, 身長という容易に入手できる変数から十分に応用可能なUcrV予測値が得られることがわかった。また女性では皮下脂肪厚から算定するLBMを独立変数に加えることによってより有用な予測値が得られることも明らかとなった。

謝 辞

本研究は一部, 厚生省循環器病研究委託費(57指一2)ならびに昭和59年度九州大学特定研究費の援助を受けた。

文 献

- 1) Arroyave, G. and Wilson, D.: Urinary excretion of creatinine of children under different nutritional conditions. *Am. J. Clin. Nutr.*, **9**: 170-175, 1961.
- 2) Cockcroft, D. W. and Gault, M. H.: Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron*, **16**: 31-41, 1976.
- 3) Dixon, W. J. and Brown, M. B. (eds.): *BMDP 79, Biomedical Computer Programs P-series*, Univ. Calif. Press, Berkley, 1979, pp.399-417.
- 4) Fabiny, D. L. and Ertingshausen, G.: Automated reaction-rate method for determination of serum creatinine with the centrifichem. *Clin. Chem.*, **17**: 669-673, 1971.
- 5) Forbes, G. B. and Bruining, G. J.: Urinary creatinine excretion and lean body mass. *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**: 1359-1366, 1962.
- 6) Hallynck, T., Soep, H. H., Thomis, J., Boelaert, J., Daneels, R., Fillastre, J.P., De Rosa, F., Rubinstein, E., Hatala, M., Spousta, J. and Dettli, L.: Prediction of creatinine clearance from serum creatinine concentration based on lean body mass. *Clin. Pharmacol. Ther.*, **30**: 414-421, 1981.
- 7) Jelliffe, R.W.: Estimation of creatinine clearance when urine cannot be collected. *Lancet*, **1**: 975-976, 1971.
- 8) Jelliffe, R.W.: Creatinine clearance: Bed side estimate. *Ann. Intern. Med.*, **79**: 604-605, 1973.
- 9) Kampmann, J., Siersbæk-Nielsen, K., Kristensen, M. and Møhlholm Hansen, J.: Rapid evaluation of creatinine clearance. *Acta Med. Scand.*, **196**: 517-520, 1974.
- 10) 金子佳代子, 天谷節子, 小池五郎: 尿クレアチニン排泄量による女子のLBM算定法の検討(第1報)尿中クレアチニン排泄量におよぼすタンパク質とくに獣肉摂取の影響, *日本栄養・食糧学会誌*, **36**: 341-345, 1983.
- 11) 川崎晃一, 吉川和利, 上園慶子, 宇都宮弘子: 尿中クレアチニン排泄量に関する研究(2)—24時間排泄量予測式作成の試み—*健康科学*, **6**: 9-14, 1984.
- 12) 川崎晃一, 上園慶子, 上野道雄, 吉川和利, 小室史恵, 中牟田澄子, 川副信行, 村谷博美, 尾前照雄: 尿中クレアチニン排泄量に関する研究(1)—24時間排泄量に及ぼす年齢, 性, 運動および食塩摂取量の影響と日周変動—*健康科学*, **6**: 1-8, 1984.
- 13) 小宮秀一, 小室史恵, 吉川和利: 体脂肪率(% Fat)推定法の比較, *体力科学*, **30**: 277-284, 1981.
- 14) 小室史恵, 小宮秀一: 尿中クレアチニン排泄量による身体組成の推定, *健康科学*, **4**: 145-151, 1982.
- 15) Konishi, K., Saruta, T., Abe, S., Wada, T., Ozawa, T., and Kato, E.: Prediction of creatinine clearance from the serum creatinine concentration. *Jpn. J. Nephrol.*, **26**: 1195-1203, 1984.
- 16) Liu, K., Stamler, J., Dyer, A., Mckeever, P. and Mckeever, J.: Statistical methods to assess and minimize the role of intraindividual variability in obscuring the relationship between dietary lipids and serum cholesterol. *J. Chron. Dis.*, **31**: 399-418, 1978.
- 17) Mawer, G.E.: Computer assisted prescribing

- of drugs. *Clin. Pharmacokinet.*, **1**: 67-68, 1976.
- 18) Nagamine, S. and Suzuki, S.: Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. *Human Biol.*, **36**: 8-15, 1964.
- 19) Pollack, H.: Creatinine excretion as index for estimating urinary excretion of micronutrients or their metabolic end products. *Am. J. Clin. Nutr.*, **23**: 865-867, 1970.
- 20) Scott, P.J. and Hurley, P.J.: Demonstration of individual variation in constancy of 24-hour urinary creatinine excretion. *Clin. Chim. Acta*, **21**: 411-414, 1968.
- 21) 高比良英雄: 日本人の新陳代謝, 其二, 日本人体表面積の測定並に之を表わす式に就て, 栄養研究所報告, **1**: 61-95, 1925.
- 22) 竹森幸一: **personal communication**.
- 23) Tochikubo, O., Uneda, S. and Kaneko, Y.: Simple portable device for sampling a whole day's urine and its application to hypertensive outpatients. *Hypertension*, **5**: 270-274, 1983.