研究ノート

タンパク質摂取量の適否判定の方法として 1 回排尿中の尿素/クレアチニン比の検討

後藤富士雄*, 小野寺洋子*, 浜田 義和*

松浦由美**, 鈴木博久*

*名古屋文理短期大学

**中日病院

Evaluation of Protein Intake from the Urea/ Creatinine Ratio in a Single Urine Sample

Fujio GOTO,* Yoko ONODERA,*
Yoshikazu HAMADA,* Yumi MATSUURA**
and Hirohisa SUZUKI*

*Nagoya Bunri College, Nagoya 451

**Chunichi Hospital, Nagoya 460

Nippon Eiyō Shokuryō Gakkaishi (*J. Jpn.
Soc. Nutr. Food Sci.*) 48, 147~151 (1995)

A method for evaluation of protein intake was devised, involving estimation of the urea/creatinine ratio (U/C ratio) in a single urine sample. The first morning urine sample (taken after 0900 h) was found to represent all urine samples taken in a day. The U/C ratios of first urine samples were significantly correlated with protein intake per body weight on the previous day. The U/C ratios of first urine samples from minors were linearly correlated with the logarithmic values of age, height and weight, but the ratios for adults were not correlated with age. Then the U/C ratios of first urine samples from groups of similar ages were determined. Persons whose ratios were beyond the permissible range calculated from the mean value would be examined for excess or deficient protein intake.

Key Words evaluation of protein intake, first urine (taken after 0900 h), whole urine in a day, urea-creatinine ratio.

(Received April 14, 1994)

現在、個人の栄養摂取量の適否は、食物摂取量を面接などにより調査し、栄養所要量から判定しているのが一般である。最近外食や加工食品が増えて正確な摂取量の把握が困難である上に、摂取された栄養素の体内における消化吸収や代謝には個人差があるので、個人の栄養状態の適否を正確に判定することは難しい。

三大栄養素の中で糖質と脂質は体内でエネルギーに変換されたり蓄積されたりするので、摂取量の適否の判定は困難であるが、タンパク質は吸収されると、体内のアミノ酸プールに入り、同化異化されてつねに尿素としてかなりの量が尿中に排泄されている。またクレアチンは身体の筋肉量に比例して尿中に排泄されるので変動が少なく、全尿中の尿素/クレアチニン比(以下 U/C 比と略す)がタンパク質摂取量の目安となるといわれている。

Zlatnik¹⁾ は妊婦に特別食を与えて、2 日後に摂取した全尿中の U/C 比は体重当りのタンパク質と $r=0.72\sim 0.78$ ($p<0.001$) の相関を示し、朝の初尿を除いた任意の 1 回排尿の U/C 比で全尿の代理ができるという。Yamori²⁾ も農村と漁村での食事のタンパク質摂取量の評価には、午前の初尿を除いた 1 回排尿の U/C 比でも全尿の代理ができるといっている。

したがって、全国一律の栄養所要量から判定する間接的な方法でなく、秤量法で測定したタンパク質摂取量と全尿および各 1 回排尿の U/C 比との相関を成人男女各 4 名について調べ、どの時間帯の 1 回排尿を選べばタンパク質摂取量の過不足判定に役立つかを検討した。

さらに Dugdale³⁾ は適正な食事をとっている健康児と青年では、任意の尿の U/C 比と年齢は両対数グラフで非常に狭い範囲のほぼ直線となり、食事量を減少させると正常値から大幅にずれるので、それが野外調査のときに利用できるといっている。

それゆえ、多数の幼稚園児から短大生まで、および一部成人の各年齢層の適当な時間帯の 1 回排尿の U/C 比と、年齢、身長、体重の関係を求め、U/C 比の安定するグループ別の試料採取方法を調べ、その各グループについて U/C 比の平均値の範囲から大きく逸脱する者を検索し、その者についてタンパク質摂取量の適否を判定する方法を検討した。

測定方法

1. 24 時間中の各 1 回排尿の採取

男 (53~71 歳) 4 名、女 (48~63 歳) 4 名の 24~48 時間の各排尿を全量採取し、尿量を測り、約 10 ml を測定試料として 4°C に保存した。

* 〒451 名古屋市中区笹塚町 2-1

** 〒460 名古屋市中区丸の内 3-6-38

2. タンパク質摂取量の測定

上記対象 8 名のほかに男 (45～74 歳) 3 名を加え、採尿の前日の朝食、昼食、夕食および間食の食材料と食品を秤量し、四訂日本食品標準成分表によって各栄養素を計算した。タンパク質摂取量は実体重当りおよび標準体重当りとして算出した。標準体重は Broca 変法と BMI 法を用いた。

Broca 変法

$$\text{標準体重} = [\text{身長 (cm)} - 100] \times 0.9 \text{ (kg)}$$

BMI 法

$$\text{標準体重} = [\text{身長 (m)}]^2 \times 22 \text{ (kg)}$$

3. 尿素の測定

尿素にジアセチルモノオキシム (DAM) とチオセミカルバチド (TSC) を加え、酸性で加熱すると赤く発色する反応⁹⁾を利用して定量した。すなわち DAM 600 mg, TSC 30 mg を水に溶かして 100 ml にしたもの (30°C 以上で保温する) から 10 ml を採り、34%リン酸 50 ml と混合して呈色試薬を作る。試験管に水、標準として 0.6 mg/ml の尿素液、40 倍 (幼児と男 (53～71 歳) 4 名, 女 (48～63 歳) 4 名は 20 倍) に希釈した尿を各 0.04 ml ずつ採取し、呈色試薬 6 ml を加えて 20 分間沸騰水中で加熱発色させ、540 nm の吸光度を測定する。測定はすべて 2 点の平均値を用いた。

4. クレアチニンの測定

クレアチニンのピクリン酸による Jaffé 反応を改良して水酸化ナトリウムよりも色調が安定する炭酸ナトリウムを用いる小石新法⁹⁾によった。すなわち、50 ml のメスフラスコに水、尿、標準として 1 mg/ml のクレアチニン溶液各 0.5 ml を採り、これに 0.5 g/dl のピクリン酸および 20 g/dl の炭酸ナトリウム溶液 (30°C 以上で保温する) 各 20 ml を加え、63°C で 7 分間加熱反応後 530 nm で

吸光度を測定する。この場合も幼児とその他の対象のうち成人男女各 4 名の試料は 2 倍量で測定した。

5. 各年齢層の午前 1 回排尿の U/C 比

幼稚園児 (2～6 歳) 男 24, 女 14 計 38 名, 小学校 5 年生 (10～11 歳) 男 20, 女 19 計 39 名, 短大生 (19～24 歳) 男 5, 女 23 計 28 名の午前 9～12 時の 1 回排尿の U/C 比を測定した。同時に身長、体重も記録した。また短大教職員 (22～74 歳) 男 27, 女 23 計 50 名についても年齢別に U/C 比を測定した。

測定結果および考察

1. 全尿の代理となる 1 回排尿の決定

全尿の代理となる 1 回排尿は、Zlatnik¹⁾ は朝の初尿を除いた任意の 1 回排尿を、Yamori ら²⁾ は初尿を除いた午前の 1 回排尿といているが、さらに 1 日のどの時間帯のものを選ぶべきかを調べた。表 1 には男女 (48～71 歳) 各 4 名の各排尿を、1 日を 4 区分した区分尿の U/C 比と全尿のそれとの差と標準偏差 (σ) を示した。区分尿とは深夜尿 (0～9 時), 午前尿 (9～12 時), 午後尿 (12～18 時), 夕方尿 (18～24 時) とした。なおこの場合、尿素、クレアチニンの測定のさい発色が弱いため、試料は 2 倍量採取して計測した。その結果、全尿の U/C 比との差は午前尿が一番少なかった。

この結果から、全尿の代理として午前 9 時以降の最初の 1 回排尿 (午前 1 回排尿と略す) を選んだ。

2. タンパク質摂取量と全尿および午前 1 回排尿の U/C 比との関係

表 1 の被験者 8 名および男 (45～74 歳) 3 名の身体的特徴、採尿前日に秤量法で計測した 1 日タンパク質摂取量、当日の全尿および午前 1 回排尿の U/C 比と全尿中クレアチニン排泄量を表 2 に示した。クレアチニンは筋肉量

表 1. 区分尿と全尿の U/C 比の差の標準偏差

被験者の No.	日	区分尿 (a)								全尿 (b)
		00'-09'	b-a	09'-12'	b-a	12'-18'	b-a	18'-24'	b-a	
1	19	17.61	1.22	19.19	-0.36	24.11	-5.28	15.70	3.13	18.83
2	19	22.70	-1.70	17.66	3.34	20.61	0.39	18.14	2.86	21.00
3	19	15.90	1.34	16.26	0.98	19.15	-1.91	19.92	-2.68	17.24
4	19	26.08	6.68	30.09	2.67	37.26	-4.50	36.07	-3.31	32.76
5	17	16.05	1.26	—	—	15.04	2.27	21.33	-4.02	17.31
6	17	13.39	3.31	17.91	-1.21	19.79	-3.09	16.27	0.43	16.70
	18	—	—	16.78	1.86	—	—	21.20	-2.56	18.64
7	17	16.15	-0.72	15.13	0.30	15.40	0.03	14.58	0.85	15.43
	18	15.15	1.14	17.52	-1.23	17.91	-1.62	15.73	0.56	16.29
8	17	11.29	8.37	19.88	-0.22	19.14	0.52	25.60	-5.94	19.66
	18	14.72	4.15	18.50	0.37	21.15	-2.28	20.12	-1.25	18.87
差 (b-a) の平均 $\pm \alpha$		2.51 $\pm$ 3.72		0.65 $\pm$ 1.54		-1.55 $\pm$ 2.61		-1.08 $\pm$ 2.84		

表 2. 被験者の身体的特徴, 採尿前日タンパク質摂取量と当日 U/C 比とクレアチニン排泄量

被験者 No.	性	年 齢	身 長 (cm)	体 重 (kg)	標準体重		タンパク質 摂取量 (g)	採尿日	タンパク質 摂取量 (g)	実体重	標準体重		U/C 比		クレアチニ ン排泄量 全尿中 g/日	
					Broca	BMI					Broca	BMI	全尿	1 回排尿		
1	男	71	171	70	63.9	64.3	18	79.8	1.14	1.25	1.24	19	18.83	19.19	0.698	
2	女	63	149	44	44.1	48.8	18	70.7	1.61	1.60	1.95	19	21.00	17.66	0.681	
3	男	62	165	72	58.5	59.9	18	122.9	1.71	2.10	2.05	19	17.24	16.26	1.267	
4	女	57	145	60	40.5	46.3	18	122.9	2.05	3.03	2.65	19	32.76	27.57	0.669	
5	男	53	168	70	61.2	62.1	16	111.6	1.59	1.82	1.80	17	17.31	17.31	0.668	
6	女	48	151	58	45.9	50.2	16	80.9	1.39	1.76	1.61	17	16.70	17.91	0.693	
7	男	61	161	60	54.9	57.0	17	33.3	0.57	0.72	0.66	18	18.64	16.78	0.616	
							16	82.5	1.38	1.50	1.45	17	15.43	15.13	0.978	
							17	77.0	1.28	1.40	1.35	18	16.29	17.52	0.900	
8	女	56	150	45	45.0	49.5	16	78.4	1.74	1.74	1.58	17	19.66	19.88	0.674	
							17	73.7	1.64	1.64	1.49	18	18.87	18.50	0.858	
9	男	45	164	56	57.6	59.2	4	219.7	3.92	3.81	3.71	5	23.02	28.66	1.798	
10	男	74	166	65	59.4	60.6	2	187.5	2.88	3.16	3.09	3	27.21	32.73	1.490	
11	男	59	164	61	57.6	59.2	2	205.8	3.35	3.57	3.46	3	34.22	33.29	1.203	
											M±SD		21.23	21.32	0.942	
													±6.02	±6.33	±0.365	
											男女別平均		男	21.19	22.15	1.125
													女	21.27	19.72	0.699

図 1. 全尿 U/C 比と午前 1 回排尿 U/C 比の関係

図 3. 標準体重(Broca 変法)当りの前日 1 日タンパク質摂取量と当日午前 1 回排尿中 U/C 比の関係

図 2. 標準体重(Broca 変法)当りの前日 1 日タンパク質摂取量と当日全尿中 U/C 比の関係

0.699 g であったが、U/C 比では男女の差はほとんど認められなかった。Crosa ら⁹⁾もタンパク質摂取量の適否判定の場合、U/C 比には男女の差を問題にしていない。

タンパク質摂取量は実体重当りおよび標準体重当りとして全尿および午前 1 回排尿の U/C 比との関係を調べた。標準体重は Broca 変法と BMI 法を用いた。その結果、標準体重当りの前日のタンパク質摂取量と全尿および午前 1 回排尿の U/C 比とは、Broca 変法の場合 $r = 0.769$ ($p < 0.01$) および 0.890 ($p < 0.001$)、BMI 法は $r = 0.742$ ($p < 0.01$) および 0.872 ($p < 0.001$) で高度の有意の相関が認められ、実体重当りも $r = 0.656$ ($p < 0.05$) および 0.849 ($p < 0.001$) で有意の相関が認められた。全尿と 1 回排尿の U/C 比の相関を図 1 に、Broca 変法による標準体重当りの前日タンパク質摂取量と全尿および午前 1

に比例して排泄されるので、成人男女の間には明らかに差があり、全尿中のクレアチニン排泄量は男 1.125 g、女

図 4. 幼稚園児、小学 5 年生、短大生の午前 1 回排尿中 U/C 比と年齢、身長、体重の関係

回排尿の U/C 比の関係を図 2 および図 3 に示した。

本測定では前日の標準体重当りの 1 日タンパク質摂取量はもちろん、実体重当りでも当日の全尿および午前 1 回排尿中の U/C 比との間に有意の相関が認められた。そして標準体重当りの 1 日タンパク質摂取量のほうが実体重当りよりも高度の相関を示したことは興味深い。

3. 各年齢層の午前 1 回排尿の U/C 比と年齢、身長、体重との関係

2~6 歳の幼稚園児、10~11 歳の小学校 5 年生、19~24 歳の短大生の午前 1 回排尿の U/C 比と年齢、身長、体重の関係を調べた。また成人の短大教職員 (22~74 歳) の U/C 比と年齢の関係も調べてみた。結果は図 4 に示したように、20 歳頃までは 1 回排尿の U/C 比は年齢、身長、体重の対数値と片対数グラフで直線となり、相関係数はそれぞれ 0.686、0.684 および 0.690 ($p < 0.05$) であったが、成人では年齢による変動はなかった (図省略)。野外調査の場合、未成年者は年齢、体格別にグループ分けをして、その狭い範囲のグループごとに試料採取を行う必要があるが、成人の場合はグループ分けを行う必要はない。

Dugdale ら³⁾の論文では、正常値から大幅に U/C 比が低下した例は、胃の障害で栄養素の吸収が悪かったが、障害が除去されると正常値までゆっくりと上昇したという。図 4 でも U/C 比は回帰式の平均値付近に集中して正規分布しており、許容限界 ($M \pm 2\sigma$) 内には 95% の U/C 比が含まれているが、これらが正常値とは断定できない。図 3 に示したように前日のタンパク質摂取量と午前 1 回排尿の U/C 比の相関はきわめて高い。

現在、タンパク質所要量は窒素平衡の状態を出納試験によって測定したタンパク質必要量にストレス、個人差に対する安全率、タンパク質の利用効率を加算しており、個人のタンパク質必要量に対する摂取量の適否判定には適当ではない。それに対して、排尿中の U/比は個体が食事から吸収したタンパク質がアミノ酸プールを介して排泄されていて、タンパク質摂取量の適否判定資料の可能性が高いと思われる。グループごとの午前 1 回排尿の U/C 比の平均値を含んだ正常値の幅は、今後この計測を集積することによって明確になっていくのではなかろうか。差し当たっては、グループごとの午前 1 回排尿の U/

C 比の平均値から計算した許容限界を逸脱する者を検索し、その者を前日タンパク質摂取量の過不足者の被疑者としての調査対象とし、また各グループごとの午前 1 回排尿の U/C 比の平均値と許容限界幅の集積によって、タンパク質摂取量の正常値の範囲を探索してゆきたい。

要 約

秤量法によって計算した 1 日タンパク質摂取量の適否を、全尿によらず 1 回排尿中の尿素/クレアチニン比 (U/C 比と略す) で判定する方法を検討した。

1) 1 日の全尿を代理する 1 回排尿試料は、午前 9 時以降の最初の尿 (午前 1 回排尿) の U/C 比が全尿のそれと高い相関を示した。

2) 午前 1 回排尿の U/C 比は前日の標準体重当りおよび実体重当り 1 日タンパク質摂取量と高い有意の相関が認められた。

3) 20 歳までの午前 1 回排尿の U/C 比は、年齢、身長、体重の対数値と片対数の回帰直線となったので、未成年者では年齢、体格の近いグループごとに測定した U/C 比の平均値から計算した許容限界 ($M \pm 2\sigma$) を逸脱する場合は、タンパク質摂取量の過不足者である可能性が高い。ただし、成人では年齢のグループ分けは不要である。

これらの結果から、午前 1 回排尿の U/C 比測定によって、個人の前日のタンパク質摂取量の過不足を判定する可能性が示唆された。

文 献

- 1) Zlatnik, F.J.: *J. Reprod.*, **26**, 119 (1981)
- 2) Yamori, Y., Kihara, M., Fujikawa, J., Soh, Y., Nara, Y., Ohtaka, M., Horie, R., Tsunematsu, T., Note, S. and Fukase, M.: *Jpn. Circ. J.*, **46**, 939 (1982)
- 3) Dugdale, A.E. and Edkins, E.: *Lancet May*, **16**, 1062 (1964)
- 4) 柴田 進, 佐々木匡房: 日常臨床化学超微量定量法, 239 (1966), 金芳堂 (東京)
- 5) 小石秀夫: 生化学, **28**, 706 (1956)
- 6) Crosa, S.J., Cosarinsky, R. and Rio, M.E.: *Nutr. Rep. Int. (USA)*, **30**, 919 (1984)

(1994 年 4 月 14 日受理)