

報 文

血液透析患者における栄養素等摂取量を
検査値に基づいて推定する方法の検討

池 田 裕 美*^{1, 2} 柏 原 一 美*³ 小 野 美 幸*³
 落 合 真理子*³ 浜 口 直 樹*³ 藤 倉 純 子*⁴
 武 藤 志真子*⁴

Calculation of Estimated Nutrition Intake Based on
Clinical Laboratory Tests in Hemodialysis Patients

Hiromi IKEDA*^{1, 2}, Kazumi KASHIHARA*³, Miyuki ONO*³,
 Mariko OCHIAI*³, Naoki HAMAGUCHI*³, Junko FUJIKURA*⁴ and Shimako MUTO*⁴

Clinical laboratory tests were used to estimate nutritional intakes for 116 hemodialysis outpatients at a dialysis center (O Clinic) in Hiroshima Prefecture. Validity of estimating formulas was examined in comparison with the dietary records of the same patients. The results were as follows:

- 1) Protein intake and phosphorus intake could be estimated based on a formula using BUN cited references by Lawrie, Kimura and Nakamura et al.
- 2) Salt intake could be estimated based on the formula by Niizato.
- 3) Potassium intake could be estimated by the following formula.

$$\text{Estimated potassium intake} = 0.39 \times (([K^+]_2 \times V_2 - [K^+]_1 \times V_1) \times 24 \div (\text{dialysis interval} - (\text{dialysis time (min./1 time)} \div 60))) + 1.9$$
- 4) Formula in the literature for estimating energy was not applicable. We devised the following new formula by the step-by-step multiple linear regression analysis.

$$\text{Estimated energy intake} = 8.17 \times \text{estimated protein} + 1,257$$

Estimating nutritional intake is useful as basic information when a registered dietitian grasps the nutrition intake tendency of the group and/or supports the nutrition self-control of the hemodialysis patient.

緒 言

1956年頃より始まったわが国の血液透析 (Hemodialysis; HD) は末期腎不全治療の主流として定着した。2004年末のわが国の透析患者は248,166名、平均年齢は63.3±12.9歳である。また、2004年における透析導入症例は35,084名、平均年齢65.8±13.2歳と患者数の増加と高齢化が進行している。2004年透析導入症例の原疾患は、糖尿病性腎症が41.3%で年々増加傾向にあり、糖尿病患者の増加とともに、透析患者がさらに増えると予想される¹⁾。

透析治療の目標は、尿毒症からの救命や社会復帰にとどまらず、健常者並みの健康・長寿を患者が獲得することにある。しかし生体側の限界から各透析間に尿毒素や水分が蓄積してくることは避けられず、患者自身が栄養摂取状況や身体状態を十分に把握するといった積極的な栄養自己管理が必要となる。だが食事調査による摂取量の把握は患者にとって負担が大きく、信頼性に欠ける記入例も多いことは否定できない。加えて、透析導入による生活の変化や患者の高齢化の進行などにより、栄養自己管理の実践は容易ではない。そこで客観性のある血液生化学検査値より、患者の栄養素等摂取量を算出するこ

*1 女子栄養大学栄養科学研究所: Institute of Nutrition Sciences, Kagawa Nutrition University.

*2 自治医科大学附属病院, 栄養部: Department of Nutrition, Jichi Medical School Hospital.

*3 仁友会 尾道クリニック: Jinyukai Onomichi Clinic.

*4 健康情報科学研究室, 女子栄養大学: Laboratory of Health Information Science, Kagawa Nutrition University.

とができれば、管理栄養士が的確かつ迅速に栄養自己管理をサポートすることができると考えた。また血液透析患者自身も、この推定栄養量を管理栄養士から示されて知ることにより、過去の自己の状態を把握することができ、問題点に気づいて適切な栄養自己管理の実践に役立てることができる。本論は、先行文献²⁻¹²⁾をもとに血液生化学検査値を用いて栄養素等摂取量を推定し、食事調査結果と比較して文献の推定式の妥当性を検討するとともに、対象患者集団に適した推定式を提案することを目的とする。

対象と方法

1. 対 象

広島県内東南部に位置する〇市内の「透析専門教育施設」に認定されている「〇クリニック」に2002年5月に通院している血液透析患者全員189名のうち、同意の得られた128名（同意率67.7%）を対象とした。食事調査の有効回収票を得た116名（回収率90.6%）を本研

究の対象者とした。表1に対象者概要と指示栄養量を示す。なお血液透析は原則として週3回（月・水・金または火・木・土）各4時間行う。検査は各月来院はじめての月曜または火曜の透析前後に行われている。

2. 食事調査方法

実施期間：2002年5月28日～6月3日までの非透析日の各人1日分（日曜日及び祝祭日は除く）。

調査方法：食事記録表を配布し、留め置き式目安量記録法¹³⁾により、透析患者自身あるいは家族による記入とした。食事記録の正確性を確認するため、インスタントカメラを渡して食事の撮影を依頼した。栄養計算は栄養価計算ソフト Healthy Maker 431（マシールームソフト）によった。以下食事記録で得られた摂取量は、食事をつけて記すこととする。

3. 食事栄養素等摂取量相互の関連

エネルギー、炭水化物、たんぱく質、カリウム、食塩、

表1. 食事調査の対象者概要と指示栄養量

	対象者数 (人)	年 齢 (歳)	透析期間 (年)	ドライウエイト (kg)	平均±標準偏差				
					指示栄養量				
					エネルギー (kcal)	たんぱく質 (g)	カリウム (g)	リン (mg)	塩 分 (g)
男	75	63.6±11.2	6.4±5.2	55.6±8.0	1931±198	65.5±6.8	1.5	700	5
女	41	63.3±11.6	6.6±5.7	47.3±6.9	1651±142	56.3±5.3	1.5	700	5
合計	116	63.5±11.3	6.4±5.4	52.7±8.6	1832±224	62.2±7.7	1.5	700	5

表2. 摂取栄養量推定式

推定栄養量	文献による推定式	利用 検査値	実測栄養 量との 一致*	結 論	本論の推定栄養量式	利用 検査値	実測栄養 量との 一致*	備 考
タンパク質 (g) $\hat{P}_{Pro}$	$(Gu+1.2) \times 9.35^{2,4)}$ $Gu = (V_2 \times BUN_2 - V_1 \times BUN_1) \div (\theta \times 6)^{2,4)}$	BUN	◎	文献による推定式を利用する				
カリウム (g) $\hat{K}$	$([K^+]_2 \times V_2 - [K^+]_1 \times V_1) \times 39.1 \div 1,000^{2,4)}$	血清K	○	新提案	$0.39 \times ([K^+]_2 \times V_2 - [K^+]_1 \times V_1) \times 24 /$ $(\text{透析間の時間} - (\text{透析時間(分/回)} / 60))$	血清K	◎	推定カリウムと実測カリウムとは相関があったが平均値には差があったので、新回帰式を取り入れた。
リン (mg) $\hat{P}$	$11.8 \times \hat{P}_{Pro} + 131.1^{15)}$	BUN	◎	文献による推定式を利用する				
エネルギー (kcal) $\hat{E}_{Energy}$	$18.4 \times \hat{P}_{Pro} + 3.53 \times \hat{Na}^{2,4)}$	BUN 血清Na	×	新提案	$8.17 \times \hat{P}_{Pro} + 1,257$	BUN	◎	説明変数を $\hat{P}_{Pro}$, $\hat{P}$, $\hat{NaCl}$, $\hat{K}$, 体重増加とし、重回帰分析したところ、 $\hat{P}_{Pro}$ 以外は棄却された。
食塩量 (g) $\hat{NaCl}$	$((V_w \times BW_2 / 1,000 + \text{体重増加量}) \times \text{透析前血清Na} - V_w \times BW_2 / 1,000 \times \text{透析後血清Na}) /$ $\text{透析間日数} / (17 / BW_2 + 0.04)^{13)}$	血清Na	◎	文献による推定式を利用する				

Gu：尿素産生速度 (mg/min)

BUN₁：透析終了後 BUN (mg/dL)

BUN₂：次回透析開始時 BUN (mg/dL)

V₀ (総体液量) = DW × (体重あたりの総体液量⁶⁾) ÷ 100

V₁ (透析終了後の総体液量) = V₀ + (BW₁ - DW)

V₂ (次回透析開始時の総体液量) = V₀ + (BW₂ - DW)

V_w (透析終了後の体水分量)

DW：ドライウエイト

BW₁, BW₂：透析終了時および次回透析開始時の体重

θ：透析間時間 (hour)：月金で透析時間が5時間の時 (48-5) になる

[Na⁺]₁：血清 Na⁺濃度

[Na⁺]₁：透析終了後 血清 Na⁺濃度

[Na⁺]₂：次回透析開始時 血清 Na⁺濃度

[K⁺]₁：血清 K⁺濃度

[K⁺]₁：透析終了後 血清 K⁺濃度

[K⁺]₂：次回透析開始時 血清 K⁺濃度

*：対応のある t 検定、相関分析、回帰分析を行った結果

◎：相関分析有意、回帰分析有意、対応のある t 検定で有意差なしで一致

○：相関分析有意、回帰分析有意だが、対応のある t 検定で差あり

×：相関分析有意でない、回帰分析有意でない、対応のある t 検定で差あり

リンの食事栄養素等摂取量の全ての組み合わせについて相関係数の算出と検定を行った。

4. 食事栄養素等摂取量と透析前血液生化学検査値の関連

相関係数の算出と検定および回帰分析を行った。

5. 血液生化学検査値からの推定方法

タンパク質摂取量 ($\bar{P}ro$, g/day), カリウム摂取量 ($\bar{K}$, g/day) は Lowrie²⁾, Hays C.P.Jr.³⁾ および木村⁴⁾ の推定式を, リン摂取量 ($\bar{P}$, mg/day) は中村⁵⁾ の推定式を, 食塩摂取量 ($\bar{NaCl}$, g/day) は新里の推定式¹³⁾ 用いて, 推定摂取量を算出するプログラムシートを作成した。エネルギー摂取については, Lowrie²⁾ および木村⁴⁾ の報告に基づき, 食事調査で得られた食事エネルギー摂取量 (Energy, kcal/day) を目的変数とし, 推定タンパク質摂取量, 推定食塩摂取量, 推定カリウム摂取量, 推定リン摂取量および体重増加量 (kg/day) を説明変数として, 増減法を用いた重回帰分析により推定式を作成した。上記文献による推定式を表2の左欄に示す。なお以下推定式からの摂取量は, 推定をつけて記す。

6. 食事栄養素等摂取量と推定栄養素等摂取量の比較方法

血液生化学検査値より算出した推定栄養素等摂取量と食事調査による食事栄養素等摂取量につき 1) 対応のあ

る平均値の差の t 検定, 2) 相関係数の算出と検定, 3) 回帰分析を行った。

結 果

1. 食事調査結果

1) 食事栄養素等摂取量

1日当たりの栄養素等摂取量, PFC バランス (たんばく質, 脂質, 炭水化物のエネルギー比率), 指示栄養量に対する充足率, 食事別エネルギー割合, 食品数, 主要食品群の摂取重量を表3に示す。食事エネルギー摂取量, 3食のエネルギー配分, PFC バランスは, 平均値をみる限り適正範囲内にあった。食事たんばく質摂取量は指示量をやや上回り, 食事カリウム摂取量, 食事リン摂取量および食事食塩摂取量は指示量をかなり上回っていた。

2) 食事栄養素等摂取量相互の関連

食事エネルギー摂取量は食事たんばく質摂取量, 食事食塩摂取量, 食事リン摂取量および食事カリウム摂取量とそれぞれ有意 ($p < 0.01$) な相関があった。また, 食事炭水化物摂取量は食事食塩摂取量および食事カリウム摂取量とそれぞれ有意 ($p < 0.01$) な相関があった。食事リン摂取量は食事食塩摂取量と最も高値 (0.56) の有意 ($p < 0.01$) な相関を示した。

2. 透析前血液生化学検査値と食事栄養素等摂取量の関係

血清カリウムと食事カリウム摂取量, 血清リン値と食

表3. 食事調査結果による1日当たり栄養素等摂取状況 (平均±標準偏差)

エネルギー (kcal)	1810.2 ± 410.6	飽和脂肪酸 (g)	11.7 ± 6.6	朝食エネルギー比率 (%)	23.5 ± 7.0
たんばく質 (g)	67.7 ± 19.4	一価脂肪酸 (g)	21.4 ± 10.3	昼食エネルギー比率 (%)	33.2 ± 8.6
脂 質 (g)	53.6 ± 22.0	多価脂肪酸 (g)	11.7 ± 3.7	夕食エネルギー比率 (%)	36.9 ± 8.9
炭 水 化 物 (g)	252.9 ± 57.6	コレステロール (mg)	374.4 ± 184.7	間食エネルギー比率 (%)	6.3 ± 7.8
水 分 (g)	1183.5 ± 414.5	食物繊維総量 (g)	14.7 ± 5.6	1日食品数 (品)	34.0 ± 8.6
食塩相当量 (g)	7.9 ± 3.1	エネルギー充足率 (%)*	99.6 ± 20.9	朝食食品数 (品)	10.2 ± 4.8
カリウム (mg)	2329.0 ± 717.2	たんばく質充足率 (%)*	110.3 ± 32.6	昼食食品数 (品)	13.8 ± 5.7
リ ン (mg)	946.1 ± 281.0	たんばく質エネルギー比率 (%)	15.0 ± 2.7	夕食食品数 (品)	16.0 ± 4.7
カルシウム (mg)	393.6 ± 381.2	脂 質エネルギー比率 (%)	26.2 ± 7.1	間食食品数 (品)	1.9 ± 2.4
マグネシウム (mg)	242.0 ± 69.9	炭 水 化 物エネルギー比率 (%)	56.4 ± 7.4	穀類摂取重量 (g)	416.5 ± 117.8
鉄 (mg)	7.5 ± 2.4	食塩相当量充足率 (%)*	158.5 ± 62.0	魚介摂取重量 (g)	92.8 ± 70.2
D 効 力 (μg)	9.1 ± 8.0	カリウム充足率 (%)*	155.3 ± 48.8	野菜摂取重量 (g)	280.7 ± 132.5
E 効 力 (mg)	9.1 ± 3.3	リン充足率 (%)*	135.3 ± 40.3		

* 指示栄養量に対する充足率

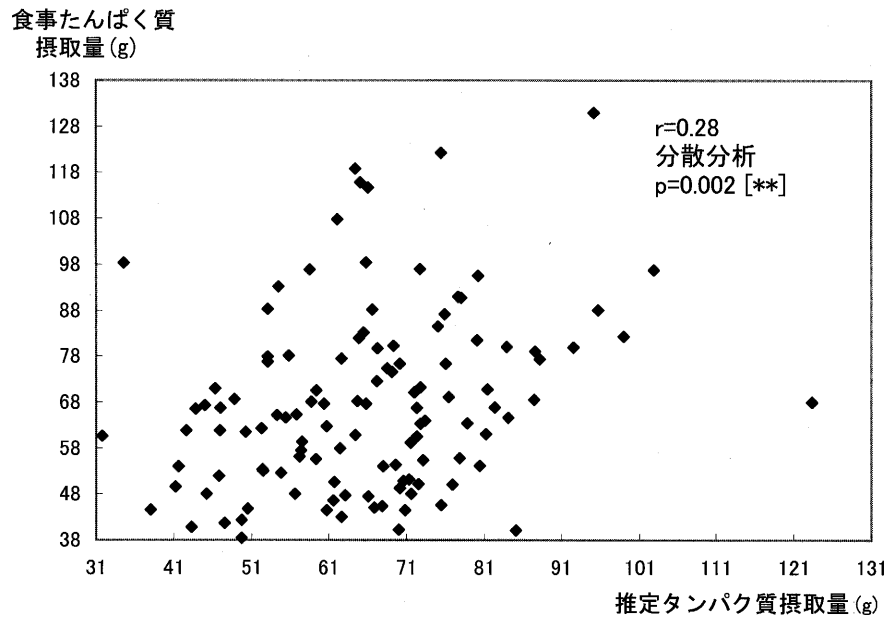


図1 推定タンパク質摂取量と食事たんぱく質摂取量の相関関係

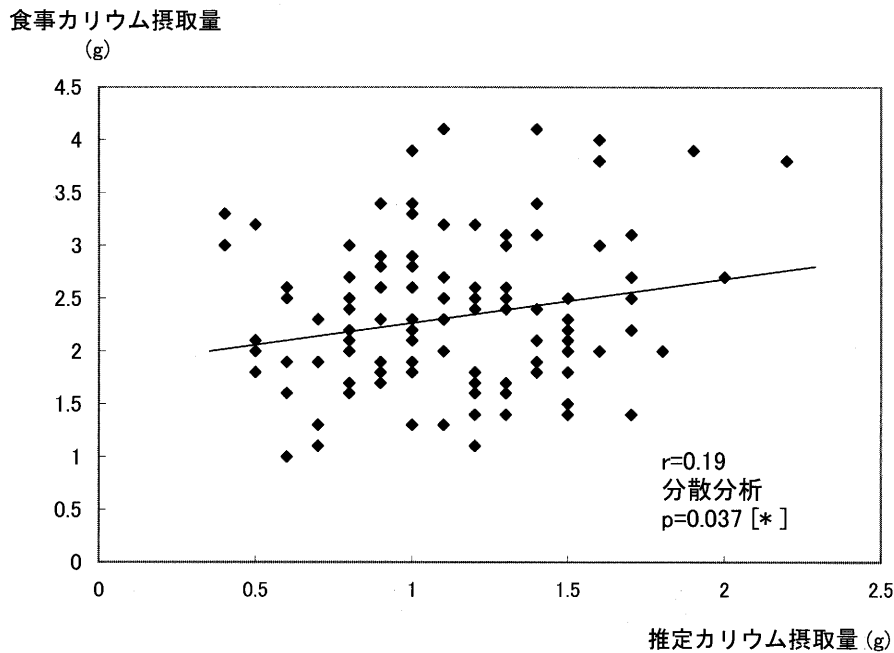


図2 推定カリウム摂取量と食事カリウム摂取量の相関関係

事リン摂取量および血清尿素窒素BUNと食事たんぱく質摂取量の間には有意な相関があった ($p < 0.01$)。

3. 血液生化学検査値からの推定摂取量

文献による推定式の利用結果を表2の中欄に示し、最終的に採用した推定式を表2の右欄に示す。文献による推定式の原理は、血中濃度と体液量とから体内蓄積量を算出し、これが食事摂取量に等しいという仮定に基づいている⁴⁾。

1) 推定タンパク質摂取量

尿素がタンパク質の終末代謝産物であることから、透析間の尿素蓄積量から計算した尿素産生速度 (Gu) を

用いたタンパク異化率 (PCR Protein catabolic rate g/day) は、栄養状態の安定した患者では、たんぱく質摂取量に相当するという理論仮説に基づく推定式が ($\hat{Pro} = \hat{PCR} = (Gu + 1.2) \times 9.35$) 提案されている。本研究においても推定タンパク質摂取量 (65.8g) と食事たんぱく質摂取量 (67.2g) の平均値間には有意差がなかった (表4)。また相関分析により、推定タンパク質摂取量と食事たんぱく質摂取量の間には有意な相関を認めた ($p < 0.01$) (図1)。

2) 推定カリウム摂取量

文献による推定カリウム摂取量^{2, 4)} は、 K^+ が主として細胞内に存在することから、血清 K^+ 濃度の変化が細

胞内 K^+ 濃度の変化とほぼ等しいと考え、透析間の K^+ の蓄積量を血清 K^+ 濃度と総体液量 V の積の変化として算出し、この K^+ の蓄積量が K^+ 摂取量と等しいという理論仮説に基づいている。この式により推定した食事カリウム摂取量は、対応のある平均値の検定で有意差があった。一方回帰式により、推定カリウム摂取量により食事カリウム摂取量を有意に説明できたため ($p<0.05$) (図2)、回帰式の係数を採用して以下のような式を新提案する。

$$\text{推定カリウム摂取量 (g/day)} = 0.39 \times (([K^+]_2 \times V_2 - [K^+]_1 \times V_1) \times 24 / (\text{透析間の時間} - (\text{透析時間(分/回)} / 60))) + 1.9$$

ここで、 V_1 は、透析終了後の総体液量、 V_2 は、次回透析開始時の総体液量を表す。

上記の式で得られた推定カリウム摂取量と食事カリウム摂取量の平均値には有意差がなかった (表4)。

3) 推定リン摂取量

魚・肉などたんぱく質の多い食品にリンが多く含まれていることから、推定タンパク質摂取量 ($=\hat{P}CR$) を説明変数とする回帰式が理論推定式として提案されて

いる⁵⁾。推定リン摂取量 (907.1mg) と食事リン摂取量 (946.1mg) の間には有意差がなく (表4)、かつ有意な相関を認めた ($p<0.01$) (図3)。

4) 推定エネルギー摂取量

増減法による重回帰分析により、推定エネルギー摂取量は推定タンパク質摂取量のみを説明変数とする回帰式が選択された ($p<0.0064$, 偏相関係数 0.2748)。

$$\text{推定エネルギー摂取量} = 8.17 \times \hat{P}ro + 1,257$$

推定エネルギー摂取量と食事エネルギー摂取量の平均値は有意差がなく (表4)、かつ有意な相関を認めた ($p<0.01$) (図4)。

5) 推定食塩摂取量

先行研究による推定食塩摂取量^{2, 4, 13)}は、 Na^+ が主として細胞外液に存在することから、血清 Na^+ 濃度の変化が細胞外液 Na^+ 濃度の変化とほぼ等しいと考え、透析間の Na^+ の蓄積量を血清 Na^+ 濃度と総体液量 V の積の変化として算出した量に汗や便などから失われる塩分量 0.04 (g/kg/day) とし、この Na^+ の蓄積量が Na^+ 摂取量と等しいという理論仮説に基づいている。この式により推定した推定食塩摂取量と食事食塩摂取量の間には対

表4 透析間の栄養素等摂取量 (1日当たり)

栄 養 素 等	平均±標準偏差 (n=116)		
	推定摂取量	食事摂取量	対応のある t 検定
タンパク質 (g)	65.8± 15.0	67.7± 19.4	ns
カリウム (g)	2.3± 0.2	2.3± 0.7	ns
食塩相当量 (g)	8.8± 2.3	7.9± 3.1	ns
リン (mg)	907.1± 177.6	946.1± 281.0	ns
エネルギー (kcal)	1810 ± 131	1810 ± 411	ns

食事リン摂取量
(mg)

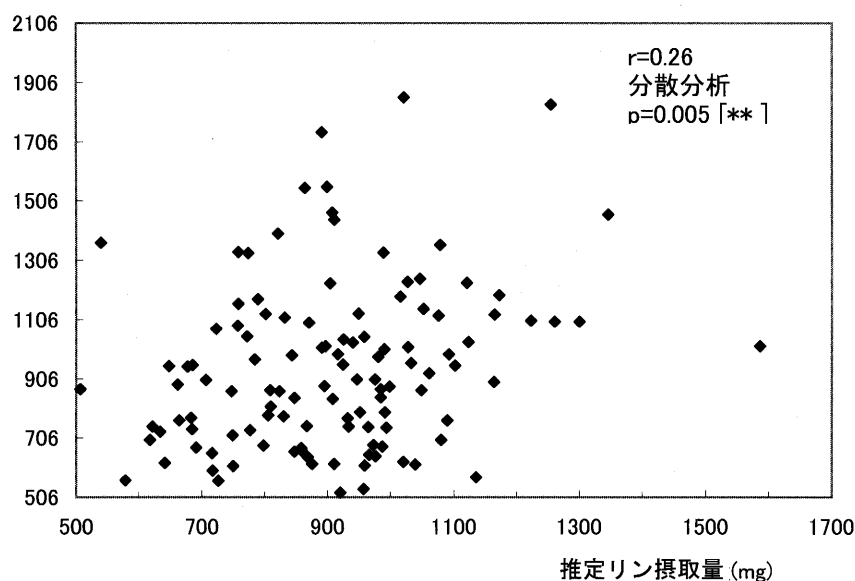


図3 推定リン摂取量と食事リン摂取量の相関関係

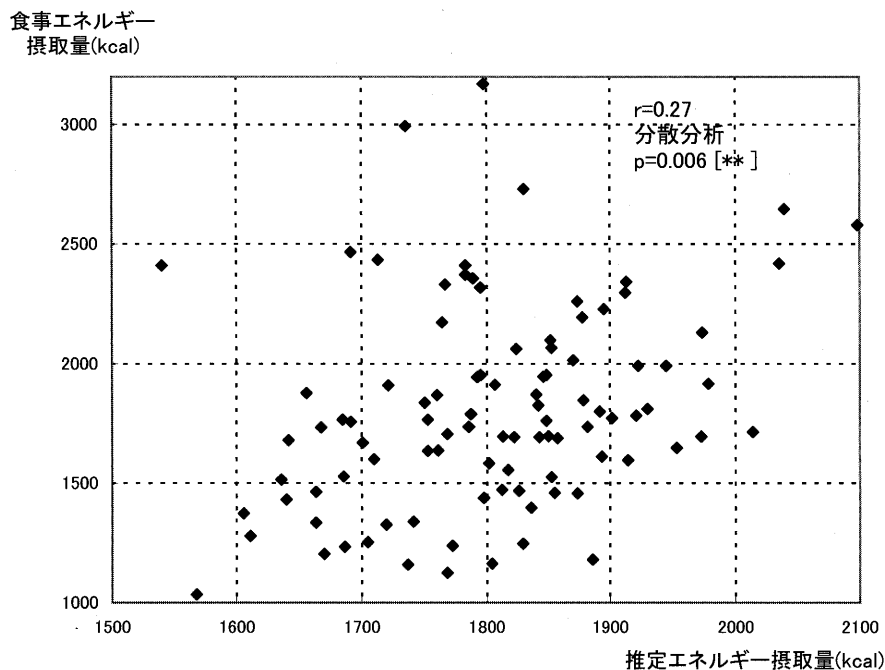


図4 推定エネルギー摂取量と食事エネルギー摂取量の相関関係

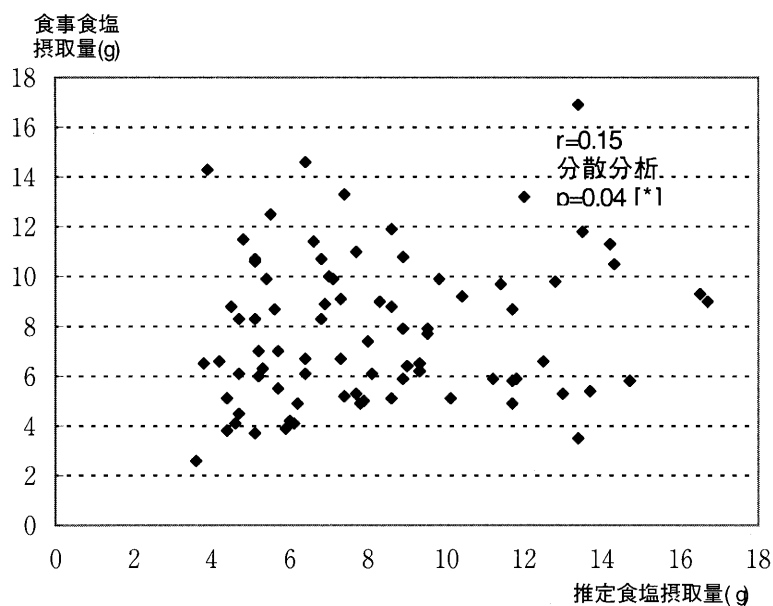


図5 推定食塩摂取量と食事食塩摂取量の相関関係

応のある平均値の検定で有意差がなく、有意な相関があった（図5）。

6) 症例による計算例

症例は55歳の標準的な体型をした女性維持透析患者で月・水・金と週3回、4時間の透析を受けている。ドライウエイト（DW）は54.0kgで、月曜日の透析終了時の体重（BW）53.6kg、BUN 16mg/dl、血清ナトリウム139mEq/l、血清カリウム3.1mEq/l、水曜日の透析開始時の体重（BW）は54.2kg、血液尿素窒素BUN 52.6mg/dl、血清ナトリウム145mEq/l、血清カリウム4.4mEq/lであった。この患者について推定式による推定タンパク

質摂取量、推定食塩摂取量、推定カリウム摂取量の計算例を示す。

標準的な体型をした女性の体重あたりの総体液量 V_0 はChapmanによれば体重の50%^{4,6)}と考えられるため、

$$V_0 = 54 \text{ kg} \times (50/100) = 27 \text{ kg}$$

総体液量の変化が体重変化量に等しいという仮定のもとで、月曜日の透析終了時の総体液量 V_1 は、

$$V_1 = 27 + (53.6 - 54) = 26.6 \text{ (l)}$$

水曜日の透析開始時の総体液量 V_2 (l) は、

$$V_2 = 27 + (54.2 - 54) = 27.2 \text{ (l)}$$

尿素は体液中に一樣に分布するため、BUNと体液量の

積の変化は透析間の尿素蓄積量を表す⁴⁾。

$$\begin{aligned}\text{尿素蓄積量} &= (V_2 \times \text{透析開始時のBUN} - V_1 \times \text{透析終了時のBUN}) \\ &= (27.2(l) \times 52.6(\text{mg/dl}) - 26.6(l) \times 16(\text{mg/dl})) \times 10 \\ &= 10,051 \text{ mg}\end{aligned}$$

尿素蓄積量を透析間の期間で除した値が尿素産生速度Guである。ここで透析間の期間を分単位で表すと、月曜日の透析終了時から水曜日の透析終了時までの時間48 hours×60(min) から1回の透析時間4 hours×60(min)を差し引いた値であり、

$$\text{透析間の期間} = (48 - 4) \times 60 = 2,640(\text{min})$$

尿素産生速度Guは、

$$\begin{aligned}\text{Gu} &= \text{尿素蓄積量} / \text{透析間の期間} = 10,051 \text{ mg} / 2,640(\text{min}) \\ &= 3.81(\text{mg of urea-N/min})\end{aligned}$$

したがって、蛋白異化率PCR、つまり定常状態における推定タンパク質摂取量は、

$$\hat{\text{PCR}} = (\text{Gu} + 1.2) \times 9.35 = 46.8 \text{ g/day}$$

$$\text{Pcr} = \text{PCR} / \text{ドライウエイト} = 0.87 \text{ g/kg/day}$$

$$\text{推定リン摂取量} = 11.8 \times \text{PCR} + 131.1 = 684 \text{ mg/day}$$

$$\begin{aligned}\text{推定カリウム摂取量} &= 0.39 \times ([K^+]_2 \times V_2 - [K^+]_1 \times V_1) \times 24 / \text{透析間の期間} + 1.9 \\ &= 2.0 \text{ g/day}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{推定エネルギー摂取量} &= 8.17 \times \text{推定タンパク質量} + 1,257 \\ &= 8.17 \times 46.8 + 1,257 = 1,640 \text{ kcal/day}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{推定食塩摂取量} &= ((V_w \times \text{BW}_1 / 1,000 + \text{体重増加量}) \times \text{透析前血清Na} - V_w \times \text{BW}_1 / 1,000 \times \text{透析後血清Na}) / \text{透析間日数} / 17 / \text{BW}_1 + 0.04 \times \text{BW}_1 \\ &= 10.2 \text{ g/day}\end{aligned}$$

ここで、

$$\text{透析後体水分量 } V_w = 514.4 \text{ ml/kg}$$

$$\text{透析終了時体重 } \text{BW}_1 = 53.6 \text{ kg}$$

$$\text{体重増加量} = 0.6 \text{ kg}$$

$$\text{透析前の血清Na} = 140 \text{ mEq/l}$$

$$\text{透析後の血清Na} = 139 \text{ mEq/l}$$

$$\text{透析間の日数} = 2 \text{ 日間}$$

考 察

1. 食事調査結果

本対象となった透析患者の95.2%が、食事時間が規則的で、内食（朝食99.2%，昼食92.1%，夕食98.4%）が多かった。食事カリウム摂取量および食事食塩摂取量の絶対量は一般成人と比較してとくに多くはないが¹⁵⁾、無機質摂取量が指示量をかなり上回っていることは、厳しい指示量に沿った透析食を日常生活において継続摂取することが透析患者にとってかなり困難であることが明らかであり、管理栄養士による栄養自己管理のサポートが必要である。血液透析患者は、高血圧、高脂血症、貧血および腎性骨異常栄養症などの合併症が多いが¹⁶⁾、カルシウム、鉄、ビタミンDの摂取量は少なく、コレステロール

はやや多い。近年活性型ビタミンD剤の投与など治療法も進んでいるが、過剰投与が無形性骨症など他の合併症を引き起こすことも報告されており、基本的には透析患者においても食事からの適正な摂取を目標とすることが望ましいと考える¹⁶⁾。

透析前血液生化学検査値と食事栄養素等摂取量は有意な関連を示しており、本調査の食事調査結果が次項に記す推定栄養素等摂取量の妥当性の検討に使用可能であることが裏づけられた。

食事栄養素等摂取量の相互関連で食事食塩摂取量と食事リン摂取量の関連が最も強かったことから、本集団においては塩分はリンが多く含まれている肉や魚などの主菜料理の味付けに多く使われていると推測された。主菜にしっかり味付けし、透析患者が不足がちなエネルギーは塩分量が少ないごはん等の主食をしっかり食べて摂取するという栄養教育が考えられる。

2. 血液生化学検査値からの摂取量推定

血液生化学検査値から求められる栄養素等摂取量の推定は、従来数名のデータによるものであったが^{4, 7)}、本研究では116名と多数の患者データを用いて解析した。その結果、今回の解析でもタンパク質、リンおよび食塩については文献^{2, 4, 13)}による推定式による推定栄養量と食事栄養素等摂取量との間に有意な相関があると同時に、個人別の対応のある平均値の差の検定で差がなく、推定式の妥当性が認められた。このことは、本対象集団の血液透析患者の栄養状態が安定していることを裏づけるものと考えられる。

本対象集団の血液透析患者は瀬戸内海に面した地域に居住しているため、リン含有量が多い魚介類の摂取量が平均93gと国民栄養調査¹⁵⁾による全国摂取量とほぼ同量である。このような食事摂取状況を反映して、推定タンパク質摂取量（=PCR）を説明変数とする回帰式でリン摂取量を推定できたと考えられる。

カリウムに関しては、K⁺の蓄積量とは有意な相関が認められたが、文献の推定式による推定カリウム摂取量のほうが、食事カリウム摂取量より有意に少ないという結果であった。この傾向は他の施設でも認められており、カリウムは調理によって失われる量があること、腎不全患者では糞便中へ大量にカリウムが排泄されること⁴⁾などが関連していると考えられる。従って、推定式自体に問題があり、文献による理論式に一定量を定数として加えた新提案の推定式が有効であったと考える。

エネルギー摂取量を血中のレベルのみから推定することは理論的に不可能である⁷⁾。そこで、推定式で求めた各栄養素の推定摂取量と体重増加量から推定することが提案された。これは、生体レベルからの理論的なものではなく、統計的なものであり、食事療法が異なる施設では独自の回帰式を作成する必要があることが指摘されている。本対象者においては、推定タンパク質摂取量（=PCR）を説明変数とする回帰式であり、前述のよう

表5 プログラムシート

〇〇 △△様		2005/10/24	
性別	女		
年齢	55	歳	
身長	153.9	cm	
ドライウエイト (DW)	54	kg	
透析後体水分量 (Vw Watsonらの式)	514.4	ml/kg	
透析時間 (分)	240	min	
透析間隔 (日)	2	day	
透析間期間 (分)	2640		
月曜日の透析終了時の体重 (BW ₁)	53.6	kg	
月曜日の透析終了時の総体液量	26.6	l	
月曜日の透析終了時の血液尿素窒素 (BUN)	16	mg/dl	
月曜日の透析終了時の血清ナトリウム	139	mEq/l	
月曜日の透析終了時の血清カリウム	3.1	mEq/l	
水曜日の透析開始時の体重 (BW ₂)	54.2	kg	
体重増加量	0.6	kg	
水曜日の透析開始時の総体液量	27.2	l	
水曜日の透析開始時の血液尿素窒素 (BUN)	52.6	mg/dl	
水曜日の透析開始時の血清ナトリウム	145	mEq/l	
水曜日の透析開始時の血清カリウム	4.4	mEq/l	
推定エネルギー摂取量	1640	kcal/day	
推定タンパク質摂取量	46.8	g/day	
推定食塩摂取量	10.2	g/day	
推定カリウム摂取量	2.0	g/day	
推定リン摂取量	684	mg/day	

維持血液透析 (週3回) 患者の食事基準
(日本腎臓学会ガイドライン参考)

総エネルギー	1545	kcal
たんぱく質	54	g
食塩	8.1	g 以下
カリウム	1.5	g
リン	700	mg
標準体重	51.5	kg

計算式入力 (EXCELで作成)

に魚介類などたんぱく質の多い主菜となる食物の摂取量がポイントとなっているためと考えられる。

食塩については、木村⁴⁾のNa⁺の蓄積量に基づく推定式は当てはまらなかった。2003年に新里による推定式がインターネット上に紹介されたため、この推定式を用いて再度解析したところ、有意に当てはまった。透析間に蓄積したNa量を塩分量に換算した値を摂取量とするという原理は変わらないが、新里の推定式においては透析後の体水分量に性別や身長、体重の関数である Watson の式を用いていること¹⁷⁾、汗や便などから失われる塩分量を加えている点異なる。従って木村の推定式が当てはまらなかった理由は、本集団の特徴や食事記録の精度の問題ではなく、推定式の問題、とくに体液量の算出方

法の問題であることが確認された。

なお、透析間の平均推定エネルギー摂取量は 34.4kcal/kg/day、推定タンパク質摂取量は 1.2±1.8g/kg/day に相当した。推定食塩摂取量は 8.8±2.3g/day、推定カリウム摂取量は 2.3±0.2g/day、推定リン摂取量は 907.1±177.6mg/day であった (表4)。

本論の推定式を用いることにより、少なくとも本施設においてはエネルギー、タンパク質、リン、カリウム、食塩を推定することが可能であり、食事エネルギーと食事炭水化物の相関も高いことから、炭水化物、従って脂質も推定可能である。さらに透析除水を考慮すると、水分量が明らかになる。また推定手続きのプログラムシートを用いれば、他施設でもエネルギー以外についての推定栄養素等摂取量の算出は容易である。また、推定された栄養素摂取量を用いて重回帰分析を行えば、施設の食事摂取状況に応じたエネルギー推定式が算出できる。

この推定栄養素等摂取量は集団全体の傾向をみて、各施設が今後の栄養管理の方向を知る上で利用価値が高いと考える。

また、食事調査ができない場合に、透析患者の栄養自己管理を管理栄養士がサポートする際の目安情報として、推定栄養素等摂取量を使用することが考えられるとともに、患者自身の自己管理に役立つ提供情報としても利用できる。その際、表5に示すプログラムシートを活用すれば、推定式の計算は容易に行える。

要 約

広島県内Oクリニックに通院中の血液透析患者116名を対象として、血液生化学検査データを用いて栄養素等摂取量を推定し、食事調査データと比較して推定式の妥当性を検討した。結果は以下の通りである。

- 1) タンパク質摂取量は、先行文献によるBUNを用いた推定式により有意に推定できた。
- 2) カリウム摂取量は、先行文献による推定摂取量と食事摂取量の回帰式の係数を採用して下記の式を新提案する。

$$\text{推定カリウム摂取量} = 0.39 \times (([K^+]_2 \times V_2 - [K^+]_1 \times V_1) \times 24 \div (\text{透析間の時間} - (\text{透析時間 (分/回)} \div 60))) + 1.9$$

- 3) リン摂取量は先行文献による推定タンパク質摂取量を用いた推定式により有意に推定できた。

- 4) 増減法による重回帰分析により、推定エネルギー摂取量は推定タンパク質摂取量のみを説明変数とする回帰式が選択された。

$$\text{推定エネルギー摂取量} = 8.17 \times \widehat{\text{Pro}} + 1,257$$

- 5) 食塩摂取量は先行研究による血清Na濃度と体内に蓄積した水分量に基づく推定式により有意に推定できた。

以上の推定栄養素等摂取量は、食事調査ができない場合に、集団全体の栄養摂取傾向の把握や透析患者の栄養自己管理を管理栄養士がサポートする際の目安情報として役立つと考えられる。

文 献

- 1) 日本透析医学会統計調査委員会：わが国の慢性透析療法の現状（2004年12月31日現在）. 日本透析医学会誌, **39**(1), 1-16 (2005)
- 2) Lowrie, E.G., Teehan, B.P.: Principles of prescribing dialysis therapy; Implementing recommendations from The National Cooperative Dialysis Study, *Kidney. Intern.*, **23**, S113-122 (1983)
- 3) Hays, C.P., Jr., Robinson, R.R.: Fecal potassium excretion in patients on chronic intermittent hemodialysis, *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs*, **11**, 242-246 (1965)
- 4) 木村玄次郎：血液透析患者の食事摂取量の評価, 臨床透析. **7**(4月別冊), 133-142 (1991)
- 5) <http://www02.so-net.ne.jp/~ciichi-n/kanja1.html>
- 6) Chapman, W.H., *et al.*: The Urinary System. An integrated approach, W.B. Saunders, p1, Philadelphia (1973)
- 7) 木村玄次郎：透析患者における食事摂取量の定量的算出. 腎と透析, **19**, 605-610 (1985)
- 8) Kimura, G., Kojima, S., *et. al.*: Quantitative estimation of dietary intake in patients on hemodialysis, *Int. J. Artif. Organs*, **11**(3), 161-68 (1988)
- 9) 木村玄次郎, 佐谷 誠, 小島俊一, 長田次夫 他：透析患者の食塩摂取量－血清 $[Na^+]$, 細胞外液量の変化との関係. 透析会誌, **15**(3), 305-309 (1982)
- 10) Shinzato, T., Nakai, S., *et. al.*: New method to calculate creatinine generation rate using pre-and postdialysis creatinine concentrations, *Artif. Organs*, **21**, 864-872 (1997)
- 11) 南 正仁, 黒木よし子 他：透析間の増加体重と至適透析の指標および食事摂取量との関係. 大阪透析研究会会誌, **14**(1), 89-93 (1996)
- 12) 川崎晃一, 上園慶子 他：尿中クレアチニン排泄量予測値と起床後2回目のスポット尿を用いた24時間尿中ナトリウムならびにカリウム排泄量の推定法. 健康科学, **10**, 115-120 (1988)
- 13) <http://202.216.128.227/Several/Nextier/Nextier/navil.htm>
- 14) 日本栄養改善学会監修：食事調査マニュアル. p11, 南山堂, 東京 (2005)
- 15) 健康・栄養情報研究会編：国民栄養の現状. p72-78, 第一出版, 東京 (2005)
- 16) 藤井正満：身体状況. 透析患者の生活指導ガイド (飯田喜俊編著), p41-60, 南江堂, 東京 (1998)
- 17) Watson, P.E., *et. al.*: Total body water volumes for adult males and females estimated from simple anthropometric measurements, *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 27-39 (1980)