

||||||||||||||||||||
原著論文
||||||||||||||||||||

かけぜん

陰膳食事調査法による透析患者のリン摂取量の実測の試みと リン管理状況との関連についての検討

林 俊 介^{1)*}, 岡 本 美 紀¹⁾, 杉 本 恵²⁾,
合 谷 由 加²⁾, 中 沢 有 香^{3,4)}, 岡 本 和 代⁴⁾,
長 岳 愛 美⁵⁾, 柴 田 哲 雄¹⁾

¹⁾長崎国際大学 健康管理学部 健康栄養学科、²⁾地方独立行政法人 北松中央病院 栄養部、³⁾腎臓内科、
⁴⁾血液浄化センター、⁵⁾独立行政法人 国立病院機構 川棚医療センター 栄養管理部、*連絡対応者)

Examination of the Relationship between Actual Phosphorus Intake Levels Measured by the Duplicate Diet Method and Phosphorus Management in Dialysis Patients

Shunsuke HAYASHI^{1)*}, Miki OKAMOTO¹⁾, Megumi SUGIMOTO²⁾,
Yuka GOUYA²⁾, Yuka NAKAZAWA^{3,4)}, Kazuyo OKAMOTO⁴⁾,
Manami NAGATAKE⁵⁾ and Tetsuo SHIBATA¹⁾

¹⁾Dept. of Health and Nutrition, Faculty of Health Management, Nagasaki International
University, ²⁾Dept. of Nutrition, Hokusho Central Hospital, ³⁾Dept. of Nephrology,
Hokusho Central Hospital, ⁴⁾ Blood Purification Center, Hokusho Central Hospital,
⁵⁾Dept. of Nutrition, National Kwatana Medical Center, National Hospital Organization,
*Corresponding author)

Abstract

Although it is important to determine the routine phosphorus intake in dialysis patients to appropriately manage their phosphorus levels, actual phosphorus intake is unclear due to loss of phosphorus during cooking processes and the presence of phosphorus in food additives. In this study, we used the duplicate diet method to determine phosphorus intake of dialysis patients from their routine meals and to examine the relationship between patients' meals and phosphorus control to gain insight from the results. We instructed 19 dialysis patients to store duplicate meals from two consecutive days (a nondialysis day and a dialysis day) on which we performed nutrient analysis to measure the nutrient intake levels. The result showed that the mean daily energy intake was $1,407 \pm 369$ kcal, with 48.7 ± 17.5 g protein, 657 ± 259 mg phosphorus, and a phosphorus/protein ratio of 13.4 ± 1.7 . No correlation was observed between serum phosphorus concentration and energy or protein intake values. No significant difference was found in phosphorus intake between the good phosphorus management group and the poor phosphorus management group. Further studies are necessary to examine the impact of phosphorus intake on serum phosphorus concentration, bone and mineral metabolism, and pathology.

Key words

food duplicate method, nutrient analysis, nutrient intakes, dietary phosphorus intake, serum phosphorus levels

要 旨

透析患者において日常的なリン摂取量を知り、適正なリン管理を行うことは重要であるが、調理過程での損失や食品添加物由来のリンの付加などもあり、実際のリン摂取量は不透明である。今回、われわ

れは、陰膳食事調査法を用いて、透析患者の日常の食事からのリン摂取量について明らかにすること、また患者の食事とリンコントロールの関連について検討し、知見を得ることを目的とした。透析患者19名の非透析日と透析日の連続する2日間に実際に摂取した全ての食事と同じ料理・食品を同量保管してもらい、回収した後、栄養成分分析を行い、栄養素等摂取量を測定した。その結果、1日当たりエネルギー $1,407 \pm 369$ kcal、たんぱく質 48.7 ± 17.5 g、リン 657 ± 259 mg、リン/たんぱく質比 13.4 ± 1.7 であった。血清リン濃度とは何れの摂取量などとも相関は認められなかった。リン管理良好群と不良群でもリン摂取量に有意な差はなかった。リン摂取が血清リン濃度や骨・ミネラル代謝、病態などへ与える影響については、更に検討する必要がある。

キーワード

陰膳食事調査、栄養成分分析、栄養素等摂取量、リン摂取量、血清リン濃度

緒言

2017年のわが国の透析患者の死亡原因の第一位は心不全であり、脳血管障害、心筋梗塞を併せた「心血管死」が、全体の約3割を占めている¹⁾。これに大きな影響を与える要因として、骨・ミネラル代謝異常が挙げられる。心血管系の石灰化等を介して、動脈硬化を促進し、心血管疾患のリスクを高めることが知られている。

2012年には、慢性腎臓病に伴う骨・ミネラル代謝異常の診療ガイドライン²⁾が発表され、臨床的にも骨・ミネラル管理の重要性が認識されている。この診療ガイドライン²⁾では、血清リン濃度、血清補正カルシウム濃度、血清副甲状腺ホルモン (PTH) 濃度の順に優先して管理目標値内に維持することを推奨している。特に血清リン濃度の管理は、血管石灰化や生命予後と関連性が高く、その管理を十分に行っていくことが重要である。透析患者において、リンは、高リン血症だけでなく、低リン血症でも生命予後が不良となる³⁾。リンのコントロールは主に透析と食事によるリン摂取制限及びリン吸着剤の投与により行われる。

食事での適正なリン摂取を行うためには、透析患者の日常的なリン摂取量を理解することが重要であるが、食事からの確かなリン摂取量を知ることは、食事記録法などの一般的に臨床現場で利用される食事調査の方法では調理過程での損失などもあり、十分に評価しきれない可能性も有り得る。また、日本食品標準成分表⁴⁾ (以下「食品成分表」とする) を利用し、栄養素等

摂取量を算定する場合、食品成分表に記載されている食品には、市販されている実製品も含まれているため、その成分値は食品添加物として利用されるリン化合物などを含めた値となり、一定の範囲でリン摂取量として反映されると考えられる。しかし、日常的に加工食品やレトルト食品、外食などを頻繁に利用した場合、正確なリン摂取量の把握は困難になってしまう。適正なリンコントロールが求められる透析患者にとって、非常に重要な問題である。川上ら⁵⁾により、透析食のリン含有量を実測し、食品成分表を用いた計算値との差異を検討した報告はあるが、実際に透析患者が摂取している日常の食事を検体として実測し、リン摂取量を明らかにした報告はわれわれの知る限りではみられない。

本研究では、患者が日常的に摂取する食事でのリン摂取状況を陰膳食事調査法により実測することで明らかにすること。またリンコントロールにおける因子の一つとして、リン摂取状況との関連について検討し、知見を得ることを目的とした。

I. 対象および方法

1. 調査対象

長崎県内のA病院に通院して外来維持血液透析を施行中の患者のうち、本研究に同意の得られた20名 (男性16名、女性4名) を調査対象とした。

2. 陰膳食事調査

食事試料は、各患者の非透析日及び透析日の連続する2日間に摂取した全ての飲食物（間食、お茶、アルコールなどを含む）と同じものを同量ずつ朝食、昼食、夕食、それ以外に分けて事前に配布した採取容器に詰めてもらい、冷蔵保管し、記録してもらった食事調査票と合わせて回収した。また、食事調査票を元に聞き取りを行い、食事試料の取りこぼしがないか確認した。透析日に病院給食を喫食する場合は、その日提供された給食1食分を病院から提供を受け、食事試料とした。食事の回収は、初回の検査採血時に合わせて実施した。この様にして、各患者の透析日と非透析日の各1日分の栄養素等摂取量を求めた。

更に習慣的な無洗米や治療用特殊食品（エネルギー補給食品、低たんぱく質食品、低リン食品など）等の利用に関するアンケートを実施した。

栄養成分分析は、株式会社日本食品機能分析研究所（福岡県福岡市）に依頼した。分析項目は、エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物、ナトリウム、カリウム、リンである。分析方法は、エネルギーは可食部100g当たりのたんぱく質、脂質及び炭水化物の量（g）に各成分のエネルギー換算係数を乗じて算出した。たんぱく質は燃焼法、脂質は酸分解法、炭水化物は差し引き法、ナトリウムとカリウムは、原子吸光度法、リンは吸光光度法によりそれぞれ測定した。いずれも食品成分表の分析方法に準じた測定方法である⁴⁾。また食塩相当量は、ナトリウム量から、食塩相当量（g）＝ナトリウム（g）×2.54で算出した。

3. 患者背景および臨床検査データと結果の解析

血液生化学検査の他、臨床指標（身長、dry weight：DW、body mass index：BMI、糖尿病の有無）、透析指標（透析間体重増加量、透析間体重増加率、透析時間など）を測定、評価

した。血液サンプルの採取は、週始めの透析開始前に行った。検査値は、食事調査を実施した時期の2ヶ月間、4回分のデータの平均値とした。また標準化透析量（Kt/V）、標準化蛋白異化率（normalized protein catabolic rate：nPCR）はShinzatoら⁶⁾の方法で求めた。

診療ガイドライン²⁾では血清リン濃度の管理目標値は3.5-6.0mg/dLとされている。血清リン濃度が管理目標値内（3.5-6.0mg/dL）の場合を良好群、高値（6.0mg/dL以上）の場合を不良群とし、2群に分け、その背景を比較検討した。

4. 栄養素等摂取状況の解析

対象患者それぞれの非透析日及び透析日の栄養素等摂取量を求め、2日間の平均値をその患者の1日の栄養素等摂取量とした。標準体重及びDWから各患者の体重1kg当たりのエネルギー摂取量とたんぱく質摂取量を求めた。さらに各患者のたんぱく質とリン摂取量から相関関係を検討した。また、食事全体のリン/たんぱく質比を求めた。最後に食事でのたんぱく質及びリン摂取量と患者の血清リン濃度との相関について検討した。

5. 統計処理

データの解析には医学統計解析ソフトStatMate V（アトムス、Tokyo）を用いた。値は全て平均値±標準偏差（mean±SD）で表した。2群間の差異については、Student's unpaired t-test、 χ^2 検定を用いた。各指標間の相関係数は、ピアソンの相関係数の検定を用いた。非透析日と透析日の栄養素等摂取量に差があるかについては、paired t-testを用いて検定した。有意水準5%をもって有意差ありとした。

6. 倫理的配慮

本研究を行うに当たり、長崎国際大学健康管理学部倫理審査委員会の承認（承認番号11H01）及びA病院の承諾を得た。調査対象者には研究

開始前に研究の趣旨と内容を十分に説明し、研究同意書を回収した。

II. 結 果

1. 対象者の背景及び臨床検査データの比較

患者背景及び臨床検査データを表1に示す。今回の解析では、血清リン濃度 3.4mg/dL 未満

の低リン血症の1名は、除外した。血清リン濃度コントロールの管理目標値 (3.5–6.0mg/dL) を達成している患者 (良好群) は11名 (男性7名、女性4名) であった。管理目標値未達成 (高リン血症) の不良群は8名 (男性8名、女性0名) であった。2群間で比較すると透析時間/週 (時間) に有意な差が認められた。透析

表1 患者背景と臨床検査データ

| | 全患者 (n=19) | 良好群 (n=11) | 不良群 (n=8) | P 値 |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| 性別 (男/女) | 15/4 | 7/4 | 8/0 | § 0.177 |
| 年齢 (歳) | 65.7±8.0 | 65.1±7.3 | 67.2±9.3 | † 0.837 |
| 身長 (cm) | 161.4±5.2 | 161.3±6.5 | 161.6±3.3 | † 0.840 |
| 標準体重 (kg) | 57.4±3.9 | 57.2±4.8 | 57.3±2.3 | † 0.953 |
| ドライウェイト (kg) | 57.5±10.6 | 54.4±10.6 | 59.8±10.0 | † 0.205 |
| BMI (kg/m ²) | 22.0±3.6 | 20.9±3.7 | 23.2±3.6 | † 0.093 |
| 透析間体重増加量 (kg) | 2.0±0.9 | 1.6±1.0 | 2.3±0.6 | † 0.093 |
| 透析間体重増加率 (%) | 3.4±1.4 | 3.0±1.7 | 3.9±1.0 | † 0.199 |
| 透析時間/週 (時間) | 11.8±1.7 | 11.0±1.5 | 12.9±1.2 | † 0.001 |
| 導入年齢 (歳) | 57.1±11.3 | 58.5±12.8 | 56.9±9.6 | † 0.772 |
| 透析歴 (月) | 99.3±125.1 | 86.9±131.0 | 116.3±123.2 | § 0.628 |
| 透析方法 (HD/HF/HDF) | 17/0/2 | 10/0/1 | 7/0/1 | § 0.975 |
| 糖尿病 (有/無) | 6/13 | 3/8 | 3/5 | § 0.979 |
| 尿素窒素 (BUN) (mg/dL) | 60.2±9.5 | 59.4±8.0 | 63.4±12.5 | † 0.628 |
| クレアチニン (Cr) (mg/dL) | 11.4±2.0 | 11.1±1.8 | 11.4±2.5 | † 0.579 |
| ナトリウム (Na) (mEq/L) | 139.2±2.8 | 141.1±5.2 | 137.4±3.4 | † 0.321 |
| カリウム (K) (mEq/L) | 4.7±0.6 | 4.6±0.7 | 4.8±0.6 | † 0.679 |
| カルシウム (Ca) (mg/dL) | 8.7±0.9 | 8.9±0.5 | 8.4±1.2 | † 0.594 |
| 補正カルシウム (mg/dL) | 8.9±0.9 | 9.2±0.7 | 8.6±1.1 | † 0.830 |
| リン (iP) (mg/dL) | 5.9±1.0 | 5.2±0.7 | 6.4±1.4 | † 0.017 |
| アルブミン (Alb) (g/dL) | 3.8±0.3 | 3.9±0.3 | 3.6±0.3 | † 0.147 |
| Intact-PTH (pg/mL) | 188.1±113.0 | 198.4±93.0 | 173.9±141.6 | † 0.678 |
| ヘモグロビン (Hb) (g/dL) | 11.2±0.2 | 11.1±0.6 | 11.2±1.0 | † 0.636 |
| ヘマトクリット (Hct) (%) | 34.5±2.9 | 34.2±2.1 | 34.7±3.6 | † 0.652 |
| アルカリフォスファターゼ (ALP) (IU/L) | 253.6±131.1 | 242.0±161.1 | 264.8±77.4 | † 0.632 |
| 総コレステロール (TC) (mg/dL) | 154.9±33.2 | 163.5±34.7 | 143.6±27.0 | † 0.192 |
| 中性脂肪 (TG) (mg/dL) | 127.9±60.6 | 124.3±51.2 | 127.4±72.2 | † 0.784 |
| HDL-CHO (mg/dL) | 46.3±16.4 | 48.4±17.8 | 42.2±14.4 | † 0.524 |
| CRP (mg/dL) | 0.37±0.52 | 0.12±0.15 | 0.72±0.63 | † 0.032 |
| Kt/Vsp | 1.40±0.31 | 1.34±0.30 | 1.43±0.31 | † 0.594 |
| Kt/V/t | 0.4±0.1 | 0.4±0.1 | 0.3±0.1 | † 0.180 |
| nPCR (g/kg*/日) | 0.86±0.14 | 0.84±0.16 | 0.88±0.11 | † 0.495 |

*標準体重

平均値±標準偏差

※CRP (C-reactive protein) : C反応性蛋白, Kt/Vsp : 透析量, nPCR (normalized protein catabolic rate) : 標準化蛋白異化率

§ χ^2 検定

† 独立2群間の検定 (対応なし)

歴（平均値±標準偏差）は、全患者99.3±125.1ヶ月（最長451ヶ月、最短7ヶ月）、良好群86.9±131.0ヶ月（451ヶ月、8ヶ月）、不良群116.3±123.2ヶ月（352ヶ月、7ヶ月）であり、有意な差ではなかった。血液検査では、差が認められたのは、C-reactive protein（CRP）のみで（ $p=0.032$ ）、リンコントロールに影響を及ぼす可能性のある Intact-PTH は、良好群・不良群とで有意な差は認められなかった（ $p=0.678$ ）。患者のたんぱく質摂取量を表す指標である nPCR⁹ は、2群間で差は認められなかった（ $p=0.495$ ）。

2. 陰膳食事調査による栄養素等摂取量

対象患者19名のそれぞれ非透析日と透析日の食事を回収した。透析日に病院給食を喫食していた患者は6名であった。喫食時に食事摂取量を確認した。対象患者より回収した自宅などでの食事が、適切に回収できているかを確認するために、回収時に食事の聞き取り調査も行い、取りこぼし等が無いことを確認し、栄養成分分析を行った。非透析日と透析日の栄養素等摂取量を表2に示す。両日でエネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物、リン、カリウム、食塩のいずれの項目においても、摂取量に差は認められなかった。2日間の各項目の平均値を各患者

の1日の栄養素等摂取量として評価し、標準体重1kg当たりのエネルギー及びたんぱく質摂取量を求めたものを表2に示した。食事療法基準^{7,8)}と比較すると、エネルギーおよびたんぱく質は不足しているが、食塩は基準の6gを超える摂取をしていた。リン/たんぱく質比の平均は13.4±1.7であり、概ね目安である15以下は守られていた。15を超える摂取をしていたのは3名（良好群1名、不良群2名）のみであった。

対象者の体重1kg当たりのたんぱく質摂取量は、0.85±0.31g/標準体重kgであった。標準化蛋白異化率であるnPCRは0.86±0.14g/標準体重kg/日であり、両者の相関をみると、相関係数 $r=0.4069$ 、寄与率 $r^2=0.1656$ であった。nPCRはおおよそその患者のたんぱく質摂取量を表す指標として利用できるためnPCRも同様に2ヶ月間の平均で求め、陰膳法で測定したたんぱく質摂取量と比較しても有意な差は認められなかった。このことより、今回の食事調査では、概ね各患者の日常の食事を適正にサンプルとして回収、分析できた。

実測したリンとたんぱく質摂取量の相関を図1に示した。たんぱく質摂取量とリン摂取量には有意な正の相関が認められた。（相関係数 $r=0.9496$ 、寄与率 $r^2=0.9022$ 、 $P<0.001$ ）

表2 非透析日と透析日の栄養素等摂取量

(n=19)

| | 非透析日・透析日の平均 | 非透析日 | 透析日 | P値 | 診療ガイドライン ^{7,8)} |
|------------------------|-------------|------------|------------|-------|--------------------------|
| エネルギー (kcal) | 1407±369 | 1369±400 | 1444±507 | 0.548 | |
| たんぱく質 (g) | 48.7±17.5 | 46.0±18.9 | 51.5±22.8 | 0.324 | |
| 脂質 (g) | 35.1±13.2 | 34.6±13.7 | 35.5±17.4 | 0.821 | |
| 炭水化物 (g) | 224.0±54.3 | 218.3±63.8 | 229.7±77.3 | 0.590 | |
| リン (mg) | 657±259 | 636±261 | 678±332 | 0.538 | たんぱく質 (g)×15以下 |
| カリウム (mg) | 1172±455 | 1076±447 | 1269±606 | 0.146 | 2000mg 以下 |
| 食塩相当量 (g) | 8.1±3.4 | 8.2±4.0 | 8.0±3.6 | 0.888 | 6g 未満 |
| エネルギー (kcal/kg*) | 24.5±6.3 | | | | 30~35kcal/標準体重 kg |
| たんぱく質 (g/kg*) | 0.85±0.31 | | | | 0.9~1.2g/標準体重 kg |
| リン/たんぱく質比 | 13.4±1.7 | | | | |
| 非タンパクカロリー/窒素比 (NPC/N比) | 164±39 | | | | |

Paired *t*-Test

平均値±標準偏差

*標準体重

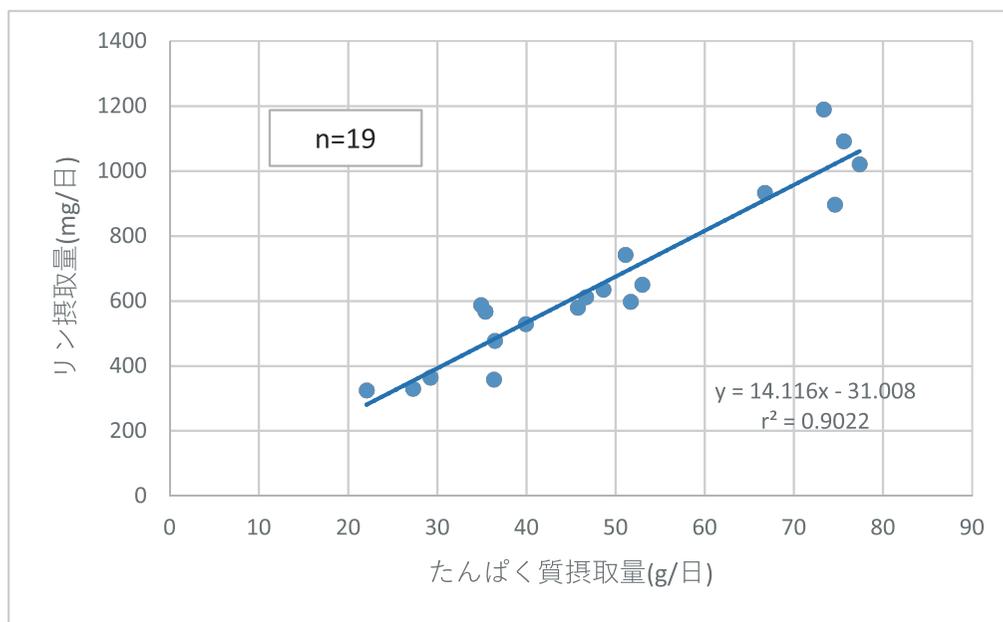


図1 リン摂取量とたんぱく質摂取量の関係

また、食事調査時に実施した食習慣アンケートでは、無洗米を使用している患者はいなかった。治療用特殊食品の利用に関する質問項目では、減塩しょうゆを利用している患者はいたが、治療用特殊食品を利用した食事療法を日常的に行っている患者はいなかった。回収した食事から加工食品などの実製品の使用状況を確認すると、菓子パン、総菜パン、おにぎり、太巻き、大村寿司、サラダ、牛丼（レトルトパウチ）、ハム、ウインナー、ふりかけ、漬け物、ヨーグルト、乳酸菌飲料、お茶（ペットボトル）缶ビール、缶コーヒー、菓子類（ゼリー、アイスクリーム、水ようかん、カステラ、ロールケーキ、飴、キャラメルなど）などがみられた。なお、調査期間中は、本研究と関連するリンやたんぱく質の摂取、また加工食品の利用についての指導や介入は行っていない。

3. 血清リン濃度とリン及びたんぱく質摂取との関連性

対象者の食事からのたんぱく質及びリンの摂取量と血清リン濃度の関連性について検討した。

血清リン濃度とたんぱく質摂取量とリン摂取量、リン/たんぱく質比についての相関をそれぞれ図2-1、2-2、2-3に示した。いずれも有意な相関は認められなかった。

4. 血清リン濃度コントロールと栄養素等摂取量

診療ガイドライン²⁾の管理目標値に従い血清リン濃度コントロールの良好群と不良群に分け、それぞれの群の栄養素等摂取量を求め、表3に示した。両群ともにガイドラインに示されたエネルギー及びたんぱく質摂取量からは不足していた。また、両群間でエネルギー、たんぱく質、リン、その他のいずれの項目でも摂取量に有意な差は認められなかった。リン摂取量は両群で比較すると約100mg程度不良群の方が摂取量は多かったが、有意な差ではなかった。また、リン/たんぱく質比も実測値で算出したが、両群間で差は認められなかった。

III. 考 察

透析患者では、血清リン濃度を良好に管理す

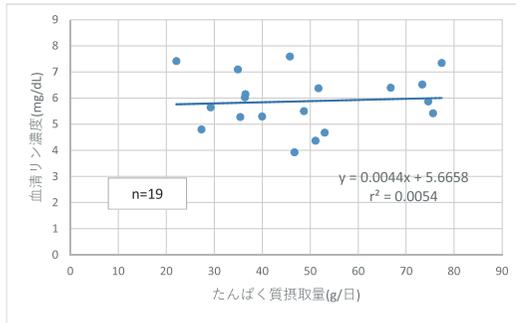


図 2-1 血清リン濃度とたんぱく質摂取量の関係

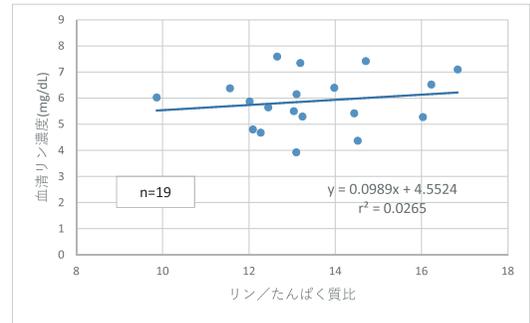


図 2-3 血清リン濃度とリン/たんぱく質比の関係

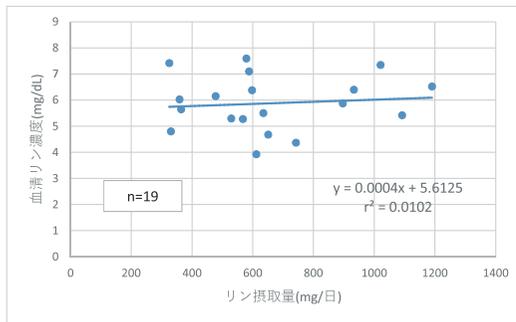


図 2-2 血清リン濃度とリン摂取量の関係

表 3 リンコントロール良好群と不良群の栄養素等摂取量及び各種指標

| | 全患者 (n=19) | 良好群 (n=11) | 不良群 (n=8) | P 値 | 診療ガイドライン ^{7,8)} |
|---------------------------|---------------|---------------|--------------|-------|--------------------------|
| エネルギー (kcal) | 1407±369 | 1346±262 | 1490±488 | 0.463 | |
| エネルギー (kcal/kg*) | 24.5±6.3 | 23.6±4.6 | 25.9±8.2 | 0.707 | 30~35kcal/標準体重 kg |
| たんぱく質 (g) | 48.7±17.5 | 47.1±16.2 | 51.0±19.9 | 0.638 | |
| たんぱく質 (g/kg*) | 0.85±0.31 | 0.83±0.31 | 0.89±0.34 | 0.703 | 0.9~1.2g/標準体重 kg |
| 脂質 (g) | 35.1±13.2 | 31.9±10.9 | 39.4±15.5 | 0.263 | |
| 炭水化物 (g) | 224.0±54.3 | 217.5±41.6 | 232.9±70.5 | 0.592 | |
| リン (mg) | 657±259 | 616±233 | 714±298 | 0.433 | たんぱく質 (g)×15以下 |
| カリウム (mg) | 1172±455 | 1121±448 | 1242±486 | 0.583 | 2000mg 以下 |
| 食塩相当量 (g) | 8.1±3.4 | 7.2±2.8 | 9.4±3.9 | 0.192 | 6 g 未満 |
| リン/たんぱく質比 | 13.4±1.7 | 13.0±1.6 | 14.0±1.8 | 0.210 | |
| 非タンパクカロリー/窒素比 (NPC/N比) | 164±39 | 163±35 | 167±47 | 0.811 | |

*標準体重

平均値±標準偏差

ることは、生命予後改善につながる重要な要素である。高リン血症では、適正に管理された患者に比べ有意に生命予後が悪いことが国内³⁾、海外⁹⁾からも報告されている。高リン血症の原因としては、リンの過剰摂取、透析不足、異化亢進、アシドーシスなどが挙げられ、最も大きな要因はリンの過剰摂取である¹⁰⁾。一般人を対象とした大規模研究では、リン含有量が多い食事を摂っても血清リン濃度はさほど上がらず、また、血清リン濃度とエネルギー摂取量やたんぱく質摂取量に相関がみられないという報告がある¹¹⁾。しかし、食事からのリン摂取量とたんぱく質摂取量には強い相関があり¹²⁾、腎機能の低下した透析患者において血清リン濃度のコントロールには適正な食事療法が必要と考えられる。リン摂取量を減らすために過度のたんぱく質の制限を行うと、栄養障害にも繋がり、生命予後を悪化させるリスクがある¹³⁾。透析患者約3万人を対象とした調査では、血清リン濃度が低下しても、たんぱく質摂取量が減ると死亡リスクは上昇し、たんぱく質摂取量が増加し血清リン濃度が低下した群で最も生命予後が良かったとの報告がある¹⁴⁾。これらのことを踏まえ、透析患者の食事療法では、たんぱく質を適切に確保し、上手にリン摂取量を減らすことが求められる。

日常の患者のリン摂取量を知る手段として食事調査がある。一般的に臨床現場で用いられる食事調査には、24時間思い出し法や食物摂取頻度調査などがある。これらの通常の食事調査方法では、過少申告の問題もあり、実際に患者の栄養評価や栄養指導への活用に関しては、十分な留意が必要である¹⁵⁾。また、これらの食事調査では、栄養素等摂取量の算出に食品成分表が用いられるが、食品成分表の特性として、わが国において常用される食品について標準的な成分値を収載したものであり、患者が実際に摂取している食事の栄養価とは、誤差が生じる可能性も考えられる。食品添加物由来のリンについては、食品成分表には、一般に流通する実製品

も掲載されており、それらも用いて栄養素等摂取量の算出を行うことで、一定の範囲で使用されている食品添加物由来のリンも反映されたリン摂取量を求めることもできる。しかし、実際に患者が摂取している食事には計算値以上のリンが含まれている可能性も示唆されている⁵⁾。

食品成分表に含まれない栄養素や成分について、その含有量や摂取量を求めたい場合の調査方法として陰膳食事調査法がある。この調査方法は、対象者が実際に摂取した食物と同じものを用意し、化学分析を行い、栄養素等摂取量を求めるというもので、大変手間とコストが掛かるが、食事調査法のゴールドスタンダードと言われる方法でもある。陰膳食事調査法による日本人のリン摂取量の報告としては、高齢の女性を対象とした Nakamura らのものがある¹⁶⁾。しかし、これまで透析患者の日常摂取している食事を直接試料として栄養成分分析を行い、栄養素等摂取量を明らかにした研究はわれわれが知る限りなく、本研究が初めての報告である。

今回調査した透析患者の非透析日及び透析日、それぞれの1日当たりの栄養素等摂取量を分析し、表2に示した。日本腎臓病学会が作成した「慢性腎臓病に対する食事療法基準」⁷⁾及び日本透析医学会が公表した「慢性透析患者の食事療法基準」⁸⁾に、それぞれ示された食事療法基準の目安と比べ、分析値でもエネルギー、たんぱく質摂取量ともに不足していた。リン摂取量は $657 \pm 259 \text{mg}$ であり、リン/たんぱく質比は 13.4 ± 1.7 であった。リン/たんぱく質比はそれぞれの食品の特性により違いがあり⁸⁾、個々人の食事摂取内容によって比率も変わってくる。今回の分析では食品添加物由来のリン量がどの程度含まれるのかまでは判断することはできないが、調理過程での損失などを加味した実際の料理等に含有され、摂取したリン量をおおよそ評価できていると考えられる。

非透析日及び透析日において患者は、透析間体重の増加を気遣い、透析前は食事を控え目にしたり、透析後の食欲は患者により様々であり、

両日の食事摂取量にどの程度の差がみられるのかを実際に患者の食事を分析することにより確かめた。分析を行ったいずれの項目においても両日で有意な差は認められなかった。

透析患者が日常的に摂取している食事に含まれるリン及びたんぱく質量については、たんぱく質1g当たりリンがおおよそ15mg程度含まれていると報告されている^{17, 18, 19)}。図1にリンとたんぱく質摂取量の関係を示した。今回、われわれの陰膳食事調査法による食事の分析値でも透析患者が日常的に摂取している食事では、たんぱく質1g当たりのリン量は15mg程度であった。食事療法基準^{7, 8)}では、リンコントロールのためにリン摂取量の目安がたんぱく質(g)×15以下とされている。リン/たんぱく質比の高い食事は、透析患者の死亡率を上昇させるとの報告²⁰⁾もあるが、我々の分析では、リン/たんぱく質比が15を超えたのは3名のみであった。その3名のリン/たんぱく質比は、それぞれ16.0、16.2、16.8で、15を大きく超える程ではなかった。

平成29年度国民健康・栄養調査の報告²¹⁾では、日本人成人のリン摂取量は998mg/日であった。また、マーケットバケツ方式による食品からのリン酸化合物の推定1日摂取量(オルトリン酸、縮合リン酸の合計値)は2004年で281.6mg/人/日(リンとして)との報告²²⁾もあり、見えない形で日常的にリンが過剰に負荷された状態でリンを食事から摂取しているのかもしれない。さらに食品添加物由来の無機リンは腸管からの吸収率も高く、透析患者の血清リン濃度へ与える影響が憂慮されている²³⁾。

たんぱく質及びリンの摂取量と血清リン濃度の関連性について図2に示した。たんぱく質及びリン摂取量、またリン/たんぱく質比で解析しても、血清リン濃度との相関は認められなかった。これらについて評価する上で、食事の回収と採血のタイミングを考慮する必要があるが、透析患者の血清リン濃度には、食事からのリン摂取量だけでなく、リン吸着薬や活性型ビタミ

ンD製剤などの投与や透析条件、身体状況として異化亢進、アシドーシス等、また、摂取したリンもその形態(無機リン、有機リン)により、腸管での吸収率も差があること²³⁾、さらに排便状況など、様々な要因が関与している。仮に食事摂取と採血のタイミングを合わせて実施しても、腸管でのリンの吸収率や薬剤など種々の食事以外の要因の影響もあることを考慮すると、患者の血清リン濃度は、純粋に食事からのリン摂取量の結果とするのは適当ではないと考えられる。しかし、高リン血症を生じる原因としてリン過剰摂取は強い要因と考えられるため、本研究では、まず第一に実際に透析患者が日常生活の中の食事でのどの程度のリンを摂取しているのか、またリン/たんぱく質比などを具体的に明らかにすること、更に包括的に日常の食事でのリン摂取とリン管理の関連性について捉え、一つの知見を得ることを目的とし、採血日と食事の回収日を方法2.のように設定した。

たんぱく質とリンを食事で制限することだけで、適正な血清リン濃度のコントロールを目指すことは、今回の結果からも適切ではないと考えられる。

また、今回、回収した食事が本調査を意識して食事量を減らすなど食事内容を調整せずに、患者の実際に摂取している日常の食事内容を反映しているか確認するために、食事からのたんぱく質摂取量を生化学検査から推定することができる標準化蛋白異化率であるnPCRを用いた。nPCRでの評価(2ヶ月間の平均)と栄養成分分析で求めた患者のたんぱく質摂取量はほぼ同等($r=0.4069$)であり、これを元に本研究において陰膳食事調査で回収した食事が患者の日常的に摂取している食事を概ね反映しているものと評価した。

血清リン濃度コントロール良好群と不良群に分けて、栄養素等摂取量を比較した(表3)。両群間で摂取量に有意な差のある項目はなかった。食事調査から加工食品等の使用状況は、患者間で使用頻度などは異なっていたが、どの程

度血清リン濃度やリン/たんぱく質比の比率の上昇に寄与しているのかは断定することは今回の分析からは難しい。良好群と不良群で患者の加工食品等の明確な使用状況に違いは認められなかった。このことは良好なリンコントロールを目指すためには、食事に含まれる無機リンなど、どの様な性質のリンを摂取しているのかを更に検討する必要があることを示しており、決して食事内容の影響を受けない、食事療法が不要であるということではない。

患者が日常の食事で作れることとしては、炊飯時に十分な洗米を行うことで米に含まれるリンを減らせることが報告されている²⁴⁾。これを実践することで透析患者の栄養状態を低下させずに、血清リン濃度を低下させたとの報告もある²⁵⁾。また、無洗米を利用することで血清リン濃度が有意に減少したとの研究もある²⁶⁾。今回の食事調査時に実施した食習慣アンケートでは、日常的に無洗米や治療用特殊食品を利用した食事療法を行っている患者はいなかったが、食事療法の様々な取り組みはより良いリン管理への基礎となるものと考えられる。

本研究の限界として、一施設での観察研究であり、症例数も限られている点が指摘できる。また、食事からのリン摂取量を減らすために、リン酸化合物などが食品添加物として使用されている加工食品の利用を減らすことも栄養指導の際に指導されるが、今回の結果からは、対象患者のリン摂取量のうち、どの程度が食品添加物由来のリンかは評価できない。食品に含まれるリンの形態（無機リン、有機リン）により腸管からの吸収率に差があることが知られているが²³⁾、本研究で明らかにできたのは、患者の1日当たりの総リン摂取量のみである。摂取したリンの形態やその割合などは不明である。

食事試料の秤量法による栄養素等摂取量の分析などは同時に行っておらず、他の分析方法との比較ができないことも挙げられる。今後、さらに症例数を増やして調査を行い、食事内容を詳細に分析するなど、個々の患者がどの様な種

類のリンを摂取しているのかについて検討が必要であると考えられる。

結 語

陰膳食事調査法により血液透析患者の日常の食事からのリン摂取量を実測で初めて明らかにした。リン摂取量の平均は650mg/日程度であった。リン/たんぱく質比も15を超える患者は少なかった。リン摂取と血清リン濃度コントロールや骨・ミネラル代謝、病態への関連性は、更に検討する必要がある。

利益相反：申告すべきものなし。

参考文献

- 1) 新田孝作, 政金生人, 花房規男, 他. わが国の慢性透析療法の現況 (2017年12月31日現在). (2018) 透析会誌 51(12), 699-766頁.
- 2) 日本透析医学会: 慢性腎臓病に伴う骨・ミネラル代謝異常の診療ガイドライン. (2012) 透析会誌 45, 303-356頁.
- 3) Nakai S, Akiba T, Kazama J, et al. Effects of serum calcium, phosphorous, and intact parathyroid hormone levels on survival in chronic hemodialysis patients in Japan. (2008) *Ther Apher Dial* 12, PP. 49-54.
- 4) 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会報告. 日本食品標準成分表2015年版 (七訂). (2015) 東京: 全国官報販売協同組合, 1-28頁.
- 5) 川上純子, 鈴木好夫, 小泉典子, 関根康子, 清田マキ. 透析食のリン含有量の実測値と計算値. (2006) 透析会誌 39, 261-268頁.
- 6) Shinzato T, Nakai S, Fujita Y, et al. Determination of Kt/V and protein catabolic rate using pre- and postdialysis blood urea nitrogen concentrations. (1994) *Nephron* 67, PP. 280-290.
- 7) 慢性腎臓病に対する食事療法基準作成委員会. 慢性腎臓病に対する食事療法基準 (成人). 日本腎臓病学会編. 慢性腎臓病に対する食事療法基準 2014年版. (2014) 東京: 東京医学社, 1-13頁.
- 8) 中尾俊之, 菅野義彦, 長澤康行, 他. 慢性透析患者の食事療法基準. (2014) 透析会誌 47, 287-291頁.
- 9) Block GA, Klassen PS, Lazarus JM, et al.

- Mineral metabolism, mortality and morbidity in maintenance hemodialysis. (2004) *J Am Soc Nephrol* 15, PP. 2208-2218.
- 10) 濱田康弘, 深川雅史. 栄養療法によるリン管理. (2009) *CLINICAL CALCIUM* 19, 18-24頁 (778-784頁).
- 11) de Boer IH, Rue TC, Kestenbaum B. Serum phosphorus concentrations in the third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). (2009) *Am J Kidney Dis.* 53, PP. 399-407.
- 12) Colman S, Bross R, Benner D, et al. The Nutritional and Inflammatory Evaluation in Dialysis patients (NIED) study: overview of the NIED study and the role of dietitians. (2005) *J Ren Nutr.* 15, PP. 231-243.
- 13) Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple J, et al. A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease. (2008) *Kidney Int.* 73, PP. 391-398.
- 14) Shinaberger CS, Greenland S, Kopple JD, et al. Is controlling phosphorus by decreasing dietary protein intake beneficial or harmful in persons with chronic kidney disease? (2008) *Am J Clin Nutr.* 88, PP. 1511-1518.
- 15) 柳井玲子, 増田利隆, 喜多河佐知子, 長尾憲樹, 長尾光城, 松枝秀二. 若年男女における食事量の過小・過大評価と身体的, 心理的要因および生活習慣との関係. (2006) *川崎医療福祉学会誌* 16, 109-119頁.
- 16) Nakamura K, Hori Y, Nashimoto M, et al. Nutritional covariates of dietary calcium in elderly Japanese women: results of a study using the duplicate portion sampling method. (2003) *Nutrition* 19, PP. 922-925.
- 17) Noori N, Kalantar-Zadeh K, Kovesdy CP, et al. Association of dietary phosphorus intake and phosphorus to protein ratio with mortality in hemodialysis patients. (2010) *Clin J Am Soc Nephrol* 5, PP. 683-692.
- 18) Noori N, Kalantar-Zadeh K, Kovesdy CP, et al. Dietary potassium intake and mortality in long-term hemodialysis patients. (2010) *Am J Kidney Dis.* 56, PP. 338-347.
- 19) Rufino M, de Bonis E, Martín M, et al. Is it possible to control hyperphosphataemia with diet, without inducing protein malnutrition? (1998) *Nephrol Dial Transplant.* 13, PP. 65-67.
- 20) Noori N, Kalantar-Zadeh K, Kovesdy CP, et al. Association of dietary phosphorus intake and phosphorus to protein ratio with mortality in hemodialysis patients. (2010) *Clin J Am Soc Nephrol.* 5, PP. 683-692.
- 21) 厚生労働省. 平成29年国民健康・栄養調査報告. <https://www.mhlw.go.jp/content/000451755.pdf> (2019年11月3日閲覧)
- 22) 厚生労働省. 添加物評価書 リン酸一水素マグネシウム 2012年3月 食品安全委員会添加物専門調査会. 平成24年3月19日 府食第280号.
- 23) Cupisti A, Kalantar-Zadeh K. Management of natural and added dietary phosphorus burden in kidney disease. (2013) *Semin Nephrol.* 33, PP. 180-190.
- 24) 上原由美, 島田美樹子, 柳澤和美, 他. 慢性腎臓病の食事療法における一考察 —洗米によるリン・カリウムの低減効果—. (2014) *透析会誌* 47, 553-561頁.
- 25) 上原由美, 柳澤和美, 竹内茂, 他. 血液透析患者に対するリンおよびカリウム低減のための5回洗米食事療法の有効性と実用性の検討. (2015) *透析会誌* 48, 423-429頁.
- 26) 渡邊早苗, 菅野義彦, 吉沢守, 他. 血液透析患者の主食としてのBG無洗米の有用性. (2006) *透析会誌* 39, 37-38頁.