

高リン血症と動脈硬化

血清リン濃度は、主に小腸での吸収、腎臓での再吸収および排泄によって調節されています。食事を摂ると、食事に含まれるリンが小腸から吸収され、血清リン濃度が上昇します。すると、リン調節因子である副甲状腺ホルモン (PTH) や、線維芽細胞増殖因子 23 (FGF23) の分泌が亢進し、腎臓でのリンの再吸収を抑制したり (尿中リン排泄の促進)、腎臓でのビタミン D の活性化を抑制 (腸管からのリン吸収抑制) したりすることで、血清リン濃度は元の値に戻ります¹⁻³⁾ (図 1)。しかし腎機能が障害され、このような調節機構が破綻すると、腎臓からの

リン排泄が障害され、食事から摂取したリンが体内に蓄積して、高リン血症を引き起こします⁴⁾。

血管は、血管内皮細胞と結合組織からなる内膜、平滑筋細胞と弾性繊維からなる中膜、そして疎性結合組織からなる外膜の三層構造になっています。動脈硬化は、内膜の障害によるアテローム型動脈

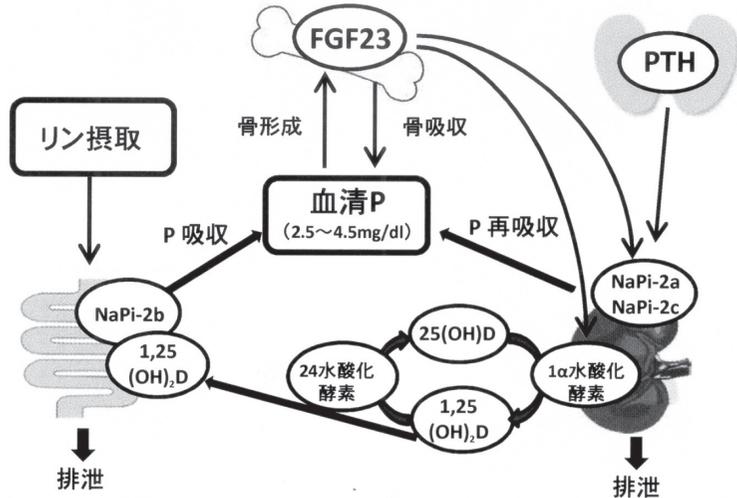


図 1 生体内におけるリン調節機構

硬化と、中膜の石灰化によるメンケベルグ型動脈硬化がありますが、高リン血症は、血管内皮細胞において酸化ストレスの増大や血管内皮特異的一酸化窒素合成酵素 (eNOS) の活性を抑制することで血管内皮機能の低下を引き起こすほか⁵⁾、血管平滑筋細胞を骨芽細胞様細胞に分化させることで中膜の石灰化をも引き起こします⁶⁾。つまり高リン血症は、内膜と中膜の両面から動脈硬化を促進することで、種々の動脈硬化性疾患の原因となります。高リン血症による健康被害は、主に慢性腎臓病患者 (CKD) や透析患者で問題視されており、心血管疾患や死亡リスクとの関連が多数報告されています⁷⁾。日本透析医学会の調査によると、透析患者における死因の第一位は心不全であり、このことから CKD および透析患者において高リン血症の是正が急務であることは明らかです。さらに近年、腎機能が正常な者において、血清リン濃度が正常範囲内であっても、血清リン濃度が上昇するにしたがって心血管疾患や死亡のリスクが増大することが明らかとなりました⁸⁾。つまり血清リン濃度の管理は、CKD および透析患者だけでなく、健康な人にとっても重要であると言えます。

血清リン濃度の管理における食事療法の重要性和現在の問題点

高リン血症を改善するために現在行われている方法には、①透析による除去、②リン吸着剤の服用、③食生活による管理の3つが挙げられます^{9,10)}。①、②はCKDおよび透析

患者に対して行われるものですが、透析で除去できるリン量には限界があることや、リン吸着剤の服用では腹部膨満や便秘など種々の副作用が報告されています¹¹⁾。したがって、これらの治療に加え③の食生活による管理を強化することで、より効果的で安全な治療効果を発揮できると考えられます。また、③はCKD患者だけでなく健康者においても実施が可能です。よって健康者においては、適正な食生活による管理を行うことで、血清リン濃度の上昇を防ぐことが重要であるといえます。

食生活により血清リン濃度を管理するには、「適正なリン摂取基準値の算定」や「具体的な指導方法の構築」そしてこれらに基づいた「的確な栄養指導の実施」が必要であると考えられますが(図2)、現在のところ以下に挙げる問題点が障害となっています。第一に、リン摂取量を正確に把握する手法が確立されていないことが問題点として挙げられます。

栄養素摂取量を把握する手法のゴールドスタンダードは秤量法による食事記録法であり、国民健康調査においても用いられている方法です。秤量法による食事記録法とは、対象者自身が毎回の食事内容について、全て重量を測定して記録する方法です。しかしこの手法は、過小・過大申告があるため、正確性を欠くことが報告されています¹²⁻¹⁴⁾。またリンは食品成分表示義務がないため、食品添加物由来のリン摂取量が把握できないことや、調理による損失や産地・季節による栄養成分の変動が考慮されないことなどの理由から、リン摂取量を正確に把握することは困難です。我が国におけるリンの食事摂取基準は、国民健康栄養調査におけるリン摂取量の中央値を基に目安量が算定されていますが、上記の通り、調査に用いられている食事記録法は正確性に欠けており、加工食品に含まれる食品添加物由来のリン量は加味されていないため、実際の摂取量はさらに多いことが予測されます。したがって、現在の食事摂取基準が真に適正であるかは定かではありません。筆者は上記の問題点を解決するには、リン摂取量を正確に把握する新たな手法を構築することが必要であると考え、「24時間蓄尿法を用いたリン摂取量の把握」の研究を行いました。第二の問題点は、糖尿病や高血圧などの生活習慣病に対する食事療法については数多くのエビデンスがある一方で、血清リン濃度の管理に対する具体的な指導方法が十分に検討されていないことです。そこで筆者は、具体的な指導方法の構築を目指して「調理操作によるリン低減効果」「食事摂取時刻がリン代謝動態に及ぼす影響」に注目して研究を行いました。また健康な若年者の日常的な食生活を調査し、リン摂取量の現状を把握するとともに、どのような食生活がリン摂取量に影響を及ぼすかを評価しました。

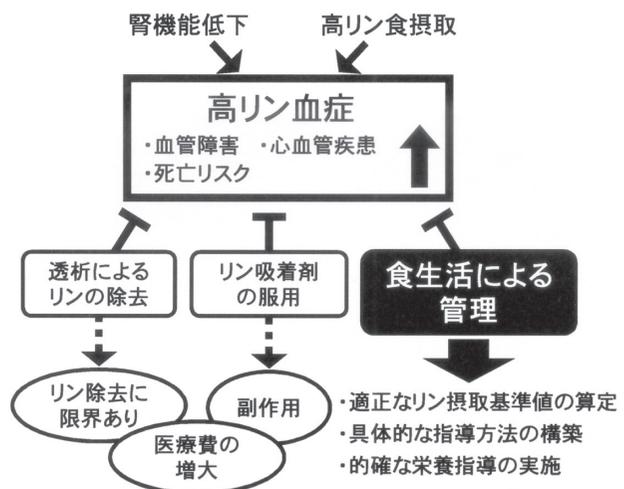


図2 「食生活による血清リン濃度の管理の重要性」の概念図

理由から、リン摂取量を正確に把握することは困難です。我が国におけるリンの食事摂取基準は、国民健康栄養調査におけるリン摂取量の中央値を基に目安量が算定されていますが、上記の通り、調査に用いられている食事記録法は正確性に欠けており、加工食品に含まれる食品添加物由来のリン量は加味されていないため、実際の摂取量はさらに多いことが予測されます。したがって、現在の食事摂取基準が真に適正であるかは定かではありません。筆者は上記の問題点を解決するには、リン摂取量を正確に把握する新たな手法を構築することが必要であると考え、「24時間蓄尿法を用いたリン摂取量の把握」の研究を行いました。第二の問題点は、糖尿病や高血圧などの生活習慣病に対する食事療法については数多くのエビデンスがある一方で、血清リン濃度の管理に対する具体的な指導方法が十分に検討されていないことです。そこで筆者は、具体的な指導方法の構築を目指して「調理操作によるリン低減効果」「食事摂取時刻がリン代謝動態に及ぼす影響」に注目して研究を行いました。また健康な若年者の日常的な食生活を調査し、リン摂取量の現状を把握するとともに、どのような食生活がリン摂取量に影響を及ぼすかを評価しました。

24 時間蓄尿法を用いたリン摂取量の把握

24 時間蓄尿法とは、1 日に産生・排泄される尿を全て回収し、尿中成分を分析することで、痛みや不快感を伴わずに生体内の代謝状況を把握する手法です。現在までに、本法を利用してたんぱく質や食塩の摂取量を把握する推定式が構築されており、臨床現場で有効に活用されています。そこで筆者は、24 時間蓄尿法をリン摂取量の把握にも活用できるのではないかと考え、研究を行いました。

健常者を対象に、秤量法による食事記録と 24 時間蓄尿を同時に実施させ、食事記録からたんぱく質およびリン摂取量を算出しました。また 24 時間蓄尿サンプルから、たんぱく質については既存の推定式¹⁵⁾を用いて推定摂取量を算出し、リンについてはリン吸収率が約 65% という報告¹⁶⁾に基づいて尿中リン排泄量から摂取量を推定しました。そして既に 24 時間蓄尿法による摂取量推定の妥当性が確認されている「たんぱく質」と今回妥当性を検討する「リン」それぞれについて、食事記録からの算出値と尿中排泄量からの推定値の比較を行った結果、24 時間蓄尿法がリン摂取量の推定においても有用である可能性を見出しました¹⁷⁾。

次に 24 時間蓄尿法によるリン摂取量推定式の精度を上げるため、健常者男性を対象として、あらかじめリン含有量を測定した試験食の負荷試験を行い、試験食に含まれるリン量と 24 時間尿中排泄物、血液生化学指標および体組成の関連性を解析しました。その結果、リン摂取量を推定する際に、尿中リン排泄量だけでなく、尿中尿素窒素排泄量を用いることで、リン摂取量の推定精度が向上することを明らかにしました。また 24 時間蓄尿法を利用したリン摂取量の推定が、どのようなシーンで活用することが出来るかを明確にするため、本法により推定したリン摂取量が、実際に何日間の摂取量を反映しているのかについて検証しました。健常者男性を対象とし、5 日間連続して試験食（リン含有量を測定済み）の負荷試験を行い、毎日 24 時間蓄尿を行いました。試験食のリン含有量は、1、2、4、5 日目は同一とし、3 日目のみ高リン食を負荷して、尿中リン排泄量がどのように変化するかを観察しました。その結果、尿中リン排泄量は、リン摂取量が同一であった試験日においてほぼ同等の値を示しましたが、高リン食を負荷した 3 日目において有意に増大しました。よって食事から摂取したリンは、概ね 1 日で尿中へ排泄されることが明らかとなり、24 時間蓄尿法は短期間のリン摂取量を評価する際に有用であると示唆されました¹⁸⁾。

調理操作によるリン低減効果

リンは元素であるため加熱によって失活することはありませんが、カリウムなど他の元素と同様に、茹で調理によって食品中のリンを茹で水中に溶出させることで、リン含有量が変化します。これまでに肉類については、30 分間茹で調理を行うことで、牛肉では約 60%、鶏肉では約 40% のリンを低減させる効果が報告されています¹⁹⁾。ただし実生活において、30 分間茹で調理に時間を費やすことは、日常的に継続することが難しいことが予想されます。そこで短時間で効率的にリンを低減できる方法を検討するため、切り方や調理器具の違いによる効果を評価しました。

牛もも肉を試料とし、切り方の違いによるリン低減効果を比較するため、塊肉、繊維を垂直に切る薄切り肉、繊維に沿って切る角切り肉を用意し、それぞれ10分間および30分間茹で調理を行い、肉中のリン含量を測定しました。また塊肉と薄切り肉については、圧力鍋による茹で調理の効果も検討しました。その結果、薄切り肉は塊肉と比べ、肉中のリン含有量およびリン保持率が顕著に低下しましたが、角切り肉は塊肉との間に差は見られませんでした(表3-a)。また圧力鍋による茹で調理は普通鍋による調理と比べ、肉中のリン含有量およびリン保持率が顕著に低下しました(表3-b)。薄切り肉および圧力鍋の使用は、牛肉中のリンを短時間で効率よく茹で水中に溶出させる効果があり、それぞれの方法で10分間茹でることで、塊のまま普通の鍋で30分茹でた場合と、ほぼ同等のリン低減効果が得られました。また、薄切りと圧力鍋の使用を組み合わせる茹で調理を行うことにより、さらに高いリン低減効果が得られることが明らかとなりました²⁰⁾。このように、食品中のリン含有量は調理により低減するため、高リン血症患者の献立を立てる際は、食材だけでなく調理法を考慮することも有効な手段となり得ると示唆されました。

表3 茹で調理によるリン低減効果の検討

(a) 切り方の違いによる検討

茹で時間 (分)		生肉		塊肉		薄切り肉		角切り肉	
		—	10	30	10	30	10	30	
リン含有量 (mg / 100g)	208.7 ± 6.1	148.9 ± 4.3	109.4 ± 2.1	104.9 ± 6.8	74.2 ± 4.6	129.9 ± 12.2	101.3 ± 5.7		
茹で水中リン含有量 (mg)	—	69.8 ± 13.7	100.7 ± 10.4	113.0 ± 3.4	129.6 ± 15.2	89.2 ± 1.2	109.3 ± 3.3		
リン保持率 (%)	—	71.4 ± 4.0	52.4 ± 0.9	50.2 ± 1.8	35.5 ± 2.0	62.2 ± 4.5	48.5 ± 1.3		
タンパク質含有量 (g)	22.9 ± 1.3	—	21.0 ± 1.3	—	21.2 ± 1.5	—	21.4 ± 0.9		
タンパク質保持率 (%)	—	—	91.7 ± 3.2	—	92.5 ± 3.5	—	93.9 ± 5.7		
リン/タンパク質比 (mg / g)	9.1 ± 0.2	—	5.2 ± 0.2	—	3.5 ± 0.3	—	4.7 ± 0.3		

(b) 調理器具の違いによる検討

茹で時間 (分)		生肉		塊肉(普通鍋)		塊肉(圧力鍋)		薄切り肉(圧力鍋)	
		—	10	30	10	30	10	30	
リン含有量 (mg / 100g)	208.7 ± 6.1	148.9 ± 4.3	109.4 ± 2.1	104.7 ± 3.5	91.2 ± 3.1	70.5 ± 3.4	57.9 ± 2.6		
茹で水中リン含有量 (mg)	—	69.8 ± 13.7	100.7 ± 10.4	113.3 ± 3.7	122.1 ± 8.6	141.1 ± 7.8	153.1 ± 7.8		
リン保持率 (%)	—	71.4 ± 4.0	52.4 ± 0.9	50.2 ± 1.9	43.7 ± 0.2	33.8 ± 2.6	27.8 ± 0.5		
タンパク質含有量 (g)	22.9 ± 1.3	—	21.0 ± 1.3	—	21.0 ± 0.6	—	20.1 ± 1.5		
タンパク質保持率 (%)	—	—	91.7 ± 3.2	—	91.9 ± 4.7	—	87.8 ± 4.9		
リン/タンパク質比 (mg / g)	9.1 ± 0.2	—	5.2 ± 0.2	—	4.4 ± 0.2	—	2.9 ± 0.2		

値は平均値 ± SD
(文献²⁰より引用、改変)

食事摂取時刻がリン代謝動態に及ぼす影響

近年、朝食の欠食や深夜の飲食など、食事摂取時刻の乱れにより健康障害が生じることが明らかとなり、栄養管理の新たな視点として「時間栄養学」が注目されています。時間栄養学とは、従来の「何を(栄養素)」「どのくらい(摂取量)」に加え、「いつ(タイミング)」食べるのか、が生体に及ぼす影響に注目した学問です。これまでに、生体におけるホルモンの日内変動に応じて食事の摂取時刻や割合を考慮することが、血糖値や血圧の管理に有効であると報告されています²¹⁾。リン代謝調節因子であるPTHやFGF23についても日内変動が報告されていることから^{22, 23)}、血清リン濃度の管理についても、摂取時刻により影響を受ける可能性が考えられました。そこで近年急増している「夜間飲食」に注目し、食事摂取時刻がリン代謝動態に及ぼす影響を検討しました。

健常者男性を対象とし、夕食を17:30に摂取するEarly dinner (Early-D群)、22:30に摂

取する Late dinner (Late-D 群)、計 2 回の試験食負荷試験を無作為クロスオーバー方式で行いました。試験 1 日目は、朝・昼・夕食の 3 食を提供し、朝・昼食は 2 回とも同時刻に摂取させました。試験 1 日目から 2 日目早朝まで、24 時間蓄尿および経時的な採血を行いました。また 24 時間蓄尿は、試験 1 日目 7:30 ~ 12:30、12:30 ~ 17:30、17:30 ~ 22:30、22:30 ~ 2 日目 7:30 の 4 回に分けて採取しました。そして採取した血液および尿サンプルより、リンおよびカルシウム代謝指標を測定しました (図 3-a)。その結果、試験 2 日目における早朝空腹時の血清リン濃度は、Late-D 群が Early-D 群に比して有意に高値を示し、その値は基準値 (2.5 ~ 4.5mg/dL) を上回っていました (図 3-b)。1 時間あたりの尿中リン排泄量は、17:30 ~ 22:30 において、Late-D 群が Early-D 群に比して有意に低値を示しましたが、22:30 ~ 7:30 において、Early-D 群と Late-D 群の間に差はみられませんでした (図

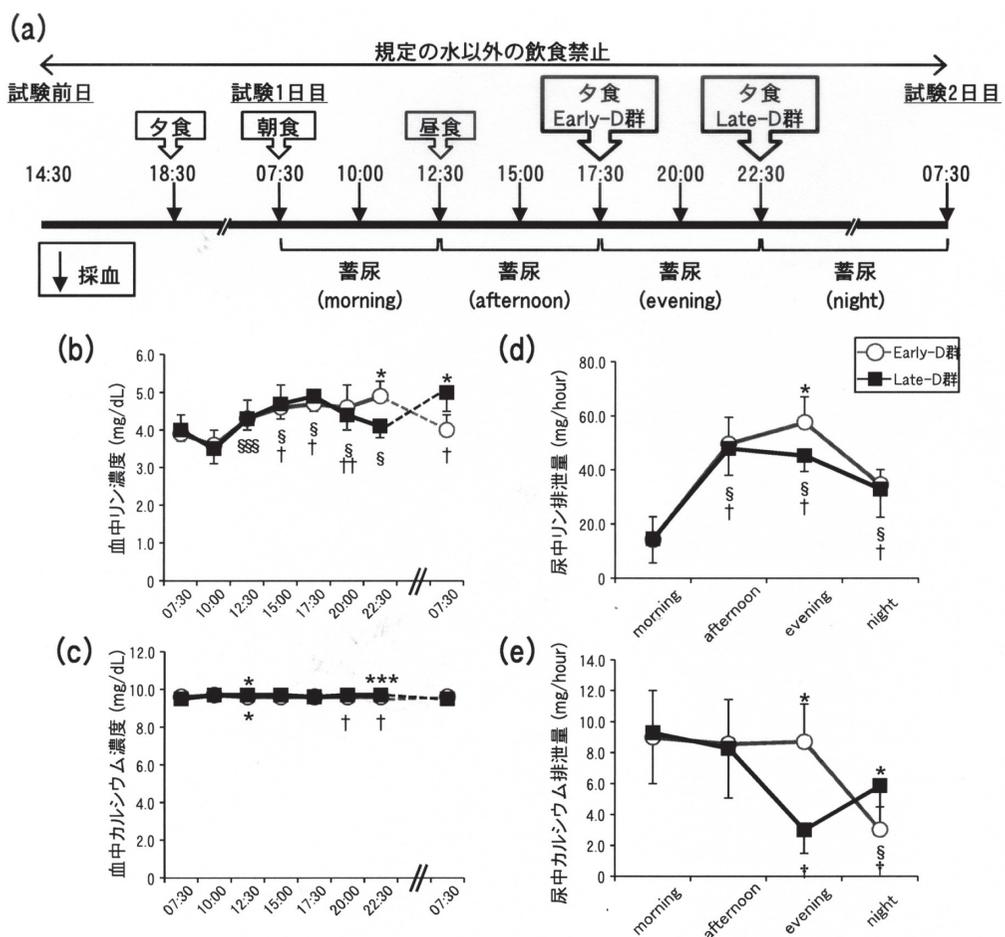


図 3 食事摂取時刻がリン代謝動態に及ぼす影響

(a) 試験プロトコール、(b) 血中リン濃度、(c) 血中カルシウム濃度、(d) 尿中リン排泄量、(e) 尿中カルシウム排泄量

* $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.05$ Early-D versus Late-D.

§ $P < 0.001$, §§ $P < 0.05$ versus baseline for Early-D.

† $P < 0.001$, †† $P < 0.01$ versus baseline for Late-D.

(文献 24 より引用、改変)

3-d)。一方、1時間あたりの尿中カルシウム排泄量は22:30～7:30において、Late-D群がEarly-D群に比して有意に高値を示し、夕食摂取のタイミングと同調していました(図3-e)。以上の結果より、夜間の飲食はリン排泄を抑制することで、翌朝における血中リン濃度の上昇を引き起こす可能性が示唆されました。よって血清リン濃度の管理においては、リン摂取量のみならず食事摂取時刻も考慮することで、一層の効果が得られることが示されました²⁴⁾。

若年者におけるリン摂取量の把握およびリン摂取量に影響を及ぼす食品構成の評価

先述した通り、食の欧米化や加工食品の摂取量増大は、リンの摂取量を増大させている可能性が高く、このような食生活は日本においても特に若年者を中心に広まりを見せています。そこで、健康な若年者の日常的なリン摂取量を把握するとともに、どのような食生活がリン摂取量に影響を及ぼすか明らかにすることを目的として研究を行いました。

健康な若年男女32名、平均年齢 22.1 ± 1.5 歳を対象に、24時間蓄尿および秤量法による食事記録を行いました。24時間蓄尿よりリンおよびたんぱく質摂取量を推定し、また食事記録よりエネルギー摂取量、18群別食品群別摂取量、加工食品摂取割合を算出して、リン摂取量に影響を及ぼす食品構成を解析しました。その結果、対象者のリン摂取量は平均 951 ± 179 mg/day、最小値は 564 mg/day、最大値は $1,445$ mg/dayであり、リンを食事摂取基準における性・年齢区分別の目安量以上に摂取している者の割合は、対象者全体の70.8%でした。リン摂取量およびエネルギー当たりのリン摂取量の結果から、リンの多い摂取量に寄与する食品群として、肉類、乳類、嗜好飲料類が該当しました。また加工食品では、インスタント食品、菓子類、嗜好飲料(炭酸)、調理済みそう菜、弁当がリンの多い摂取量に寄与していました。以上の結果から、高リン摂取を防ぐためには、肉類・乳類および嗜好飲料類を適量範囲内で摂取するとともに、インスタント食品、菓子類、嗜好飲料(炭酸)および調理済みそう菜、弁当などの加工食品の摂取量に留意すべきであると示唆されました²⁵⁾。

おわりに

高リン血症は動脈硬化の促進因子であるにもかかわらず、高血糖、高血圧、脂質異常症など他の動脈硬化を促進する疾患に比べ、その危険性に対する世間の認知度は低く、また適切な食事療法に関する研究も十分に行われていないのが現状です。今後「血清リン濃度の管理に適した食事療法」に関する更なるエビデンスを蓄積し、「食生活による血清リン濃度の管理とその重要性」に関する知識を普及していくことが必要であると考えられます。

参考文献

- 1) Amanzadeh J, Reilly RF Jr. Hypophosphatemia: an evidence-based approach to its clinical consequences and management. *Nat Clin Pract Nephrol* 2: 136-148, 2006
- 2) Murer H, Hernando N, Forster I, Bider J. Proximal tubular phosphate reabsorption: molecular

- mechanisms. *Physiol Rev* 80: 1373-1409, 2000
- 3) Caverzasio J, Danisi G, Straub RW, Murer H, Bonjour JP. Adaptation of phosphate transport to low phosphate diet in renal and intestinal brush border membrane vesicles: influence of sodium and pH. *Pflugers Arch* 409: 333-336, 1987
 - 4) Kovesdy CP, Kalantar-Zadeh K. Bone and mineral disorders in pre-dialysis CKD. *Int Urol Nephrol* 40: 427-440, 2008
 - 5) Shuto E, Taketani Y, Tanaka R, Harada N, Isshiki M, Sato M, Nashiki K, Amo K, Yamamoto H, Higashi Y, Nakaya Y, Takeda E. Dietary phosphorus acutely impairs endothelial function. *J Am Soc Nephrol* 20: 1504-1512, 2009
 - 6) Jono S, McKee MD, Murry CE, Shioi A, Nishizawa Y, Mori K, Morii H, Giachelli CM. Phosphate regulation of vascular smooth muscle cell calcification. *Circ Res* 87: E10-17, 2000
 - 7) Kestenbaum B, Sampson JN, Rudser KD, Patterson DJ, Seliger SL, Young B, Sherrard DJ, Andress DL. Serum phosphate levels and mortality risk among people with chronic kidney disease. *J Am Soc Nephrol* 16: 520-528, 2005
 - 8) Kanbay M, Goldsmith D, Akcay A, Covic A. Phosphate - the silent stealthy cardiorenal culprit in all stages of chronic kidney disease: a systematic review. *Blood Purif* 27: 220-230, 2009
 - 9) Rufino M, de Bonis E, Martín M, Rebollo S, Martín B, Miquel R, Cobo M, Hernández D, Torres A, Lorenzo V. Is it possible to control hyperphosphataemia with diet, without inducing protein malnutrition? *Nephrol Dial Transplant* 13 (suppl): 65-67, 1998
 - 10) Locatelli F, Cannata-Andía JB, Drüeke TB, Hörl WH, Fouque D, Heimbürger O, Ritz E. Management of disturbances of calcium and phosphate metabolism in chronic renal insufficiency, with emphasis on the control of hyperphosphataemia. *Nephrol Dial Transplant* 17: 723-731, 2002
 - 11) Ashurst Ide B, Dobbie H. A randomized controlled trial of an educational intervention to improve phosphate levels in hemodialysis patients. *J Ren Nutr* 13: 267-274, 2003
 - 12) Okubo H, Sasaki S. Underreporting of energy intake among Japanese women aged 18-20 years and its association with reported nutrient and food group intakes. *Public Health Nutr* 7: 911-917, 2004
 - 13) Bokhof B, Günther AL, Berg-Beckhoff G, Kroke A, Buyken AE. Validation of protein intake assessed from weighed dietary records against protein estimated from 24 h urine samples in children, adolescents and young adults participating in the Dortmund Nutritional and Longitudinally Designed (DONALD) Study. *Public Health Nutr* 13: 826-834, 2010
 - 14) Vaz JS, Bittencourt M, Almeida JC, Gross JL, De Azevedo MJ, Zelmanovitz T. Protein intake estimated by weighed diet records in patients with type 2 diabetes: misreporting and intra-individual variability using 24-hour nitrogen output as criterion standard. *J Am Diet Assoc* 108: 867-872, 2008
 - 15) Maroni BJ, Steinman TI, Mitch WE. A method for estimating nitrogen intake of patients with chronic renal failure. *Kidney Int* 27: 58-65, 1985
 - 16) Tonelli M, Pannu N, Manns B. Oral phosphate binders in patients with kidney failure. *N Engl J Med* 362: 1312-1324, 2010
 - 17) Morimoto Y, Sakuma M, Ohta H, Suzuki A, Matsushita A, Umeda M, Ishikawa M, Taketani Y, Takeda E, Arai H. Estimate of dietary phosphorus intake using 24-h urine collection. *J Clin Biochem Nutr* 55: 62-66, 2014

- 18) Sakuma M, Morimoto Y, Suzuki Y, Suzuki A, Noda S, Nishino K, Ando S, Ishikawa M, Arai H. Availability of 24-h urine collection method on dietary phosphorus intake estimation. *J Clin Biochem Nutr* 60: 125-129, 2017
- 19) Cupisti A, Comar F, Benini O, Lupetti S, D'Alessandro C, Barsotti G, Gianfaldoni D. Effect of boiling on dietary phosphate and nitrogen intake. *J Ren Nutr* 16: 36-40, 2006
- 20) Ando A, Sakuma M, Morimoto Y, Arai H. The effect of various boiling conditions on reduction of phosphorus and protein in meat. *J Ren Nutr* 25: 504-509, 2015
- 21) Pearce KL, Noakes M, Keogh J, Clifton PM. Effect of carbohydrate distribution on postprandial glucose peaks with the use of continuous glucose monitoring in type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 87: 638-644, 2008
- 22) Jubiz W, Canterbury JM, Reiss E, Tyler FH. Circadian rhythm in serum parathyroid hormone concentration in human subjects: correlation with serum calcium, phosphate, albumin, and growth hormone levels. *J Clin Invest* 51: 2040-2046, 1972
- 23) Smith ER, Cai MM, McMahon LP, Holt SG. Biological variability of plasma intact and C-terminal FGF23 measurements. *J Clin Endocrinol Metab* 97: 3357-3365, 2012
- 24) Sakuma M, Noda S, Morimoto Y, Suzuki A, Nishino K, Ando S, Umeda M, Ishikawa M, Arai H. Nocturnal eating disturbs phosphorus excretion in young subjects: a randomized crossover trial. *Nutr J* 14: 106, 2015
- 25) 佐久間理英、太田紘之、新井英一．若年者における24時間蓄尿法によるリン摂取量の把握およびリン摂取量に影響を及ぼす食品構成の評価．*栄養学雑誌* 75: 131-140, 2017

