

慢性透析患者の栄養状態

— 評価法と課題 —

中尾俊之

東京医科大学 腎臓内科

key words : 栄養評価, 透析療法, 栄養障害

要 旨

維持透析患者の栄養状態の評価法として、まず実際の食事摂取量を把握することが基本である。これには管理栄養士による食事摂取量記録調査のほか、蛋白質摂取量は蛋白異化率算出により推定できる。次に、身体計測法や二重 X 線吸収法 (DEXA) や電気インピーダンス法 (BIA)、クレアチニン産生率算出などにより身体構成成分貯蔵量の評価、特に筋肉量・体蛋白量や体脂肪量の評価が重要である。また従来よりアルブミン、トランスフェリン、プレアルブミンなどの血清蛋白濃度測定が栄養指標とされている。さらに、subjective global assessment (SGA) が臨床上的のルーチンとして推奨されている。

維持透析患者では栄養障害の頻度が高く、これが予後を規定する因子となっていることは、最近の Dialysis Outcomes and Practice Pattern Study (DOPPS) の結果でも明らかにされている。透析患者の栄養状態の維持で重要なのは蛋白質摂取量よりも炭水化物と脂質からのエネルギー摂取量である。

はじめに

維持透析患者の生命予後や合併症発生率は栄養状態との良否と関連することは最近の様々な報告で明らかにされている^{1~3)}。透析患者における栄養障害の原因としては、摂食量、特にエネルギー摂取量の減少が第一義的に重要である。種々の理由によりエネルギー摂

取量が不足の患者では確実に栄養障害が進行する。このほかの原因として、体液異常による異化的代謝状況、急性・慢性炎症状態、透析療法での蛋白・アミノ酸の喪失などがあげられている⁴⁾。

このうち最近では、栄養障害が炎症と関連して進行することに注意が喚起されており、栄養障害と炎症の共存関係は malnutrition-inflammation complex syndrome (MICS) として注目されている⁵⁾。すなわち、透析患者では感染症などの急性炎症を合併する頻度が高い。また血液と透析膜の接触に起因してリンパ球が炎症性サイトカインを放出するなど慢性炎症状態にある。そして、栄養障害と炎症、動脈硬化を同時に合併する透析患者が多い点から、これを malnutrition-inflammation-atherosclerosis (MIA) syndrome として捉える考え方が提唱されている⁶⁾。

1 透析患者の栄養状態の評価法

維持透析患者における栄養評価は表 1 に示すような手順で行われるべきであろう。また、Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (K/DOQI) より、維持透析患者の栄養状態のアセスメントガイドラインが提案されている (表 2)⁷⁾。

1) 栄養摂取量の評価

透析患者の栄養管理を行う上で、患者の実際の食事摂取量を把握することは臨床上きわめて重要である。

① 食事摂取量記録調査

表1 慢性腎不全患者に対する栄養アセスメントの手順

Step 1	栄養摂取量の評価 (エネルギー, 蛋白質など)
a)	食事記録調査
b)	蛋白異化率の算出による摂取量の推定
Step 2	身体構成成分貯蔵量の評価
a)	身体計測法 Body mass index (BMI), 上腕周囲径, 上腕骨格筋肉量, 皮下脂肪厚
b)	Dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) 法
c)	Bioelectrical impedance analysis (BIA) 法 体蛋白量, Body protein index (BPI), 体脂肪量
d)	クレアチニン産生率
Step 3	血清蛋白, アミノ酸濃度測定
a)	アルブミン, トランスフェリン, プレアルブミン
b)	非必須/必須アミノ酸比, バリン/グリシン比
Step 4	その他の方法
a)	血中インスリン様成長因子-1 (IGF-1)
b)	Subjective global assessment (SGA)

表2 透析患者の栄養アセスメントガイドライン (K/DOQI 2000)

カテゴリ	測定項目	最低測定頻度
I. すべての患者に定期的に測定すべき事項	透析前血清アルブミン	毎月
	体重の変化	毎月
	%標準体重	4カ月ごと
	Subjective global assessment	6カ月ごと
	食事摂取量調査 (面談/献立記入)	6カ月ごと
	nPNA	毎月
II. カテゴリ I の項目の補強として有用な事項	透析前血清プレアルブミン	必要に応じて
	皮下脂肪厚	必要に応じて
	上腕筋肉周囲径	必要に応じて
	Dual energy X-ray absorptiometry	必要に応じて
III. 低値を示すときにはさらに厳格な栄養状態の検査の必要性が示唆される事項	透析前血清	
	クレアチニン	必要に応じて
	尿素窒素	必要に応じて
	コレステロール	必要に応じて
	クレアチニンインデックス	必要に応じて

(文献7より)

食事摂取量記録調査は、摂取量を把握する上で最も基本であることは現在でも変わらない。蛋白質摂取量は次に述べる尿素産生率にもとづく蛋白異化率の算出でも可能であるが、総エネルギー摂取量の把握は食事摂取量記録調査でしかできない。通常は、患者自身により3日間分の食事内容を記録用紙に記入して病院受診時に持参する。写真撮影調査法や食物摂取頻度調査法なども用いられている⁸⁾。管理栄養士がこれをもとに詳細な聞き取り調査を加えて訂正し、摂取量を食品成分表やコンピュータプログラムにより算出する。

この食事摂取量記録調査に携わる管理栄養士には、患者に対し食事摂取量を正確に記録することを上手に教育できるように、また患者の食事内容を正確に把握

できるように修練されていることが要求される。食事摂取量記録調査による栄養評価の正確性は、管理栄養士が患者の食事内容を適確に把握する技術と、患者自身が自分の食事内容を正確に記録する能力とに大きく依存している。

② 蛋白異化率の算出

尿素産生率にもとづく蛋白異化率 (protein equivalent of total nitrogen appearance; PNA/PCR) 算出による蛋白質摂取量の推定^{7,9)}は簡便であることから広く用いられている。しかしこれには患者の代謝状況が異化にも同化にも傾いていない安定した状態であることが前提となる。「体内での蛋白質代謝量=蛋白質摂取量」との考えのもとに、終末代謝産物である尿

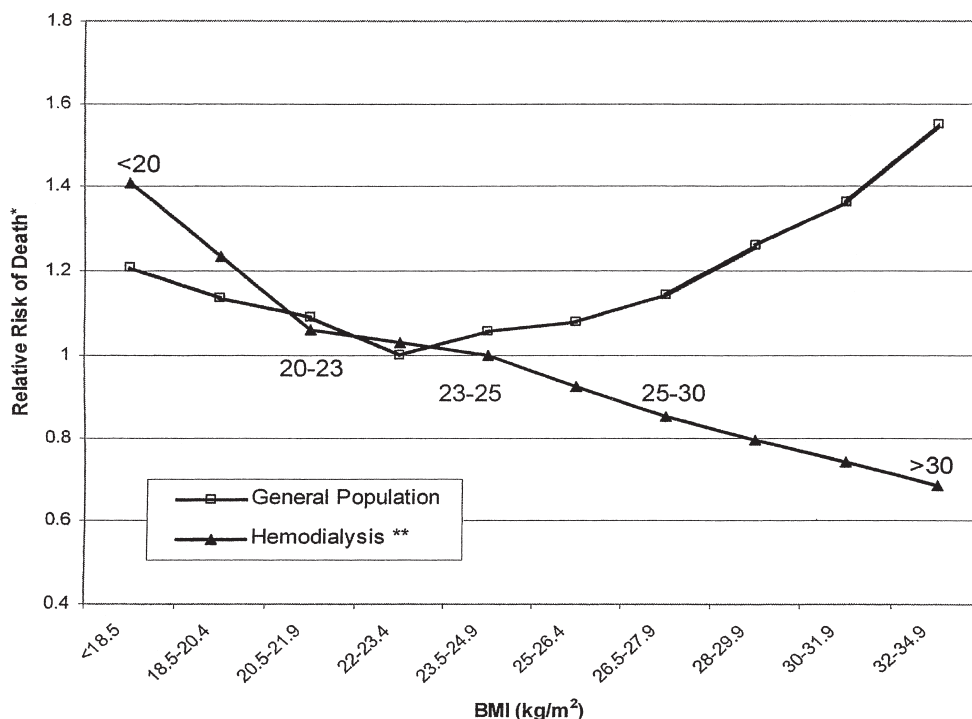


図1 Reverse epidemiology

一般人ではBMIが25以上の肥満では、これが高値となるほど死亡リスクが高くなるのに対し、血液透析患者ではBMIが高値になればなるほど死亡リスクが低くなっているという一般人とまったく逆の調査結果。(Kalantar-Zadeh K, et al.: Kidney Int, 63; 793, 2003, より引用)

素窒素の産生量から蛋白質代謝量すなわち蛋白質摂取量を算出する。

2) 筋肉量・体蛋白量や体脂肪量の把握

透析患者の栄養アセスメントにおいては、血清蛋白濃度よりも身体構成成分貯蔵量の評価、特に筋肉量・体蛋白量や体脂肪量の評価を優先させるべきである。長期的異化状態では、筋肉や体脂肪がエネルギー源として動員されて消耗する。

① 身体計測

a) Body mass index (BMI)

BMIは、慢性腎不全患者においても最も簡便な身体構成成分貯蔵量の評価法となっている。BMIは通常どおり、体重(kg)/身長(m)²より算出する。ただし体液貯留の状態では真のbody massを表さないで注意する。血液透析患者では透析後のいわゆるdry weightを基準とし、腹膜透析患者では排液終了の状態の体重を基準とする。一般人ではBMIが25以上の肥満では、これが高値となるほど死亡リスクが高くなるのに対し、血液透析患者ではBMIが高値になればなるほど死亡リスクが低くなっているという一

般人とまったく逆の調査結果が最近報告され、これは“reverse epidemiology”として話題に上がっている(図1)¹⁰⁾。

b) 上腕骨格筋肉量・皮下脂肪厚

身体計測による上腕骨格筋肉量や皮下脂肪厚の算出¹¹⁾は、身体構成成分貯蔵量の評価として従来より用いられている方法である。これは巻尺により上腕周囲径(AC)を測定し、皮下脂肪計測器で同部後面の脂肪厚(TSF)を測定して、これにより上腕骨格筋肉量を算出する。最近、上腕三頭筋皮下脂肪厚と上腕周囲長の測定から上腕筋面積を測定・算出する栄養アセスメントキット(ダイナボット社)が市販されている。そして、これを用いた5,492名を対象とした測定にもとづき、日本人の新身体計測基準値¹²⁾が発表されているので、各患者の測定値を一般人と容易に比較できるようになった。

② 二重X線吸収法(DEXA)

DEXAは国内外において普及している骨塩定量装置であるが、身体構成成分の測定にも応用されている。DEXA法は2種類のエネルギーのX線を照射することにより、組織の吸収特性と各エネルギーのX線透

過率の照射量による差から脂肪量と非脂肪量を算出する方法である。Whole body としての体脂肪量や lean body mass の評価には DEXA 法が有用である。特に体脂肪量の測定は水分量の影響を受けにくく透析患者での測定に適している¹³⁾。しかし本法は高価で大型の装置が必要であり、かつ測定にも時間がかかるため、ルーチン検査としては臨床応用し難い面がある。

③ 電気インピーダンス法 (BIA)

BIA 法は、身体に微弱電流を通電することにより身体の電気抵抗を測定し、身体各組織の電気抵抗の違いを利用して抵抗成分と容量抵抗であるリアクタンスを測定することにより、体液量や体脂肪量、体蛋白量を算出する。最近では、多周波 BIA が用いられるようになってきている¹⁴⁾。BIA の測定は数分で終了することができ、低侵襲かつベッドサイドで誰でも簡単に測定可能であり、大量にかつ反復して測定する必要がある場合ではきわめて有用性が高いと考えられる。しかし本法は、生物学的変動によるインピーダンス変動で各成分量の推定誤差が生じる問題点も指摘されている。

BIA 法にて測定誤差を生じないようにするためには、測定時の条件を厳密に適正な状況とすることが重要である。これには、

- a) 身長、体重を正確に測定する
- b) 血液透析患者では透析後で溢水・脱水のない状況下であること¹⁵⁾
- c) 腹膜透析患者では同じく溢水・脱水のない状況下でかつ完全排液後¹⁶⁾
- d) できるだけ軽い服装で
- e) 飲食物の消化吸収後
- f) 測定姿勢は機器により定められた体位により (座位から臥位になる場合では 5~10 分程度、座位から立位では 1~2 分程度経過後に)、四肢を体幹から離して
- g) 一定の皮膚温の条件下で
- h) 中程度以上の運動では終了後 1 時間以上経過後などの条件とする¹⁷⁾。ちなみに、腹水、胸水、消化管内容物など third space の水分や、衣服などの重量は、BIA 法による体組成分析では導電しない組織つまり脂肪として表現されてしまう。電極接着型の機器では、その接着部位や接着状況に十分注意を払うことは基本である。

④ クレアチニン産生率

クレアチニンは筋肉から一定量が産生されるので、1 日当たりの産生量は筋蛋白量の良い指標とされる。腎不全患者では、一定時間内の尿中排泄量と血中濃度上昇から算出した体内貯留量とを合算する必要がある。筆者の検討結果でも、血液透析患者のクレアチニン産生率と身体計測にて測定した筋肉量とは良好な相関関係を認めている¹⁸⁾。

3) 血清蛋白濃度

① アルブミン

血清アルブミン濃度は、従来より慢性腎不全患者の一般的な栄養指標として用いられてきた。血中半減期は 3 週間前後とほかの血漿蛋白に比して長い。週 3 回の維持血液透析を行う患者を対象としたわが国の全国調査結果では、4.5 g/dl 未満の血清アルブミン濃度では、これが低いほど有意に死亡のリスクが増大することが認められている³⁾。

なお、慢性腎不全・透析患者の血清アルブミン濃度を規定する因子として、表 3 に示すようなものがあげられており、栄養評価指標として用いる場合に留意する必要がある¹⁹⁾。

② トランスフェリン

トランスフェリンは、血中半減期が 7~10 日とアルブミンに比べて短いため、より短期間での栄養状態の変化を表す指標として従来より用いられてきた。血清トランスフェリン濃度は、鉄欠乏により上昇することに留意しておく必要がある。

③ プレアルブミン

プレアルブミンは肝での蛋白合成の律速アミノ酸とされるトリプトファンを多く含むため、ほかの血漿蛋白よりも鋭敏な栄養指標として期待されている。しか

表 3 慢性腎不全・透析患者における血清アルブミン濃度の規定因子

血管内・外のアルブミン分布
体液量 (循環血漿量)
アルブミン合成率
透析療法による喪失
蛋白質摂取量
全身性消耗疾患
急性相反応
アルブミン測定方法

(Kaysen GA, et al.: J Am Soc Nephrol, 9; 2368, 1998, らによる)

し、腎機能障害ではプレアルブミン自体の腎での分解が低下して血中に滞留する。このため腎不全患者では、通常では正常血清濃度とされている 29 mg/dl 以下の場合に、すでに栄養障害の徴候と捉えるべきとされている²⁰⁾。

④ 血漿アミノ酸濃度

必須アミノ酸/必須アミノ酸濃度比の低下やバリン/グリシン濃度比の低下は低栄養の指標とされてきた。しかしこれら血漿アミノ酸濃度はきわめて近日中の蛋白質摂取に影響を受けて変動するため、体蛋白状態を反映する指標とはし難い。したがって血漿アミノ酸濃度を栄養評価指標として用いる場合には、蛋白質摂取量別に考慮する必要がある。

4) Subjective global assessment (SGA)

SGA は、病歴や食事摂取量、体重変化、理学的所見、身体活動能力、栄養状態に影響する合併症の状況などをスコア化して、総合点により栄養評価をしようとする方法として透析患者の栄養アセスメントに試みられている²¹⁾。本法は、比較的簡便にかつ正確な栄養状態の評価法として有用性が高いとされ、臨床でのルーチンとして推奨されている^{7, 22)}。

2 透析患者の栄養状態

— DOPPS の結果より —

維持透析患者では栄養障害の頻度が高く、そしてこれが重要な予後規定因子となっていることは、これまでにも多く報告されてきた^{2, 3, 6, 23~25)}。ここでは、最近の世界的大規模調査である Dialysis Outcomes and Practice Pattern Study (DOPPS) の結果報告のうち、栄養状態について比較的详细に触れられている論文 4 篇^{1, 26~28)} について、その概要を述べる。

1) 栄養指標と死亡リスク

米国の DOPPS に参加した平均透析歴 2.1±3.6 年の維持血液透析患者のうち、観察開始時と 6 カ月後で栄養指標を比較できた 3,739 人において、SGA により中等度栄養障害と判定された患者は 7.6%、高度栄養障害は 11.0% であったという。また、観察開始時の平均血清アルブミン濃度は 3.6±0.6 g/dl、BMI は 25.4±5.9 kg/m²、現体重当たりの蛋白異化率 (nPCR) は 1.0±0.3 g/day と報告されている。

観察開始時の各栄養指標と死亡リスクとの関係では、SGA が正常の患者に対し中等度栄養障害では 1.05 倍のリスク上昇で有意ではないが、高度栄養障害では 1.33 倍の有意なリスク上昇 (p<0.05) が認められている。また観察開始時の血清アルブミン濃度 4.0 g/dl 以上の患者と比べると、3.7~4.0 g/dl の患者では死亡リスクが 1.22 倍上昇 (p<0.05)、3.3~3.7 g/dl では 1.42 倍上昇 (p<0.001)、3.3 g/dl 以下では 2.12 倍の上昇 (p<0.001) が認められている。血清アルブミン濃度の 6 カ月間の変化では、+7.9% 以上の患者と比べると、0~+7.9% の患者の死亡リスク上昇は 1.17 倍、0~-5.3% では 1.21 倍で有意差を認めないが、-5.3% 以下の患者では 1.98 倍と有意のリスク上昇 (p<0.001) が認められている。

一方、観察開始時の BMI が 28.1 kg/m² 以上の患者と比較した死亡リスクの上昇は、24.1~28.1 kg/m² では 1.05 倍で有意ではないが、21.1~24.1 kg/m² では 1.42 倍 (p<0.001)、21.1 kg/m² 以下では 1.60 倍の上昇 (p<0.001) が認められている。

BMI の 6 カ月間の変化では、+1.2% 以上の患者と比べると、0~+1.2% の患者の死亡リスク上昇は 1.00 倍、0~-3.5% では 1.03 倍で有意差を認めないが、-3.5% 以下の患者では 1.35 倍と有意のリスク上昇 (p<0.05) が認められている¹⁾。

2) ヨーロッパにおける栄養指標の比較

ヨーロッパ 5 カ国 (フランス、ドイツ、イタリア、スペイン、英国) で、維持血液透析開始後 90 日以上の合計 3,039 人についての栄養指標の集計結果も報告されている²⁾。これによれば、SGA により中等度栄養障害と判定された患者は 15.1%、高度栄養障害は 3.8% であったという。国別にみるとスペインでは中等度栄養障害の頻度が 11.2% と有意に低く、英国は高度栄養障害の頻度が 6.8% と有意に高い結果となっている。

またヨーロッパ 5 カ国の透析前血清アルブミン濃度の平均は 3.92 g/dl で、国別にみると英国が 3.72 g/dl と SGA 同様やはり有意に低値の結果となっている。一方ドイツでは有意に高値であるが、血清アルブミンの測定法が他国とことなるため単純に比較できない。

BMI の平均は 23.8 kg/m² であり、フランスが 23.2 kg/m² と有意に低く、ドイツは 24.5 kg/m² と有意に高い。nPCR の平均は 1.09 g/day であり、フランス

1.12 g/day, イタリア 1.14 g/day と有意に高く, ドイツ 0.97 g/day, 英国 1.03 g/day と有意に低い結果となっている。

3) BMI の検討

また, 米国とヨーロッパにおける平均透析歴 2.9 ± 4.5 年の維持血液透析患者 9,714 人の BMI の検討では, 20 kg/m² 以下の患者が 15.8%, 20~22.9 kg/m² が 25.0%, 23~24.9 kg/m² が 16.9%, 25~29.9 kg/m² が 26.2%, 30 kg/m² 以上が 16.1% であったという。そしてこの 5 群の BMI で分類した患者の年間死亡率を検討すると, BMI 30 kg/m² 以上と肥満を示す群で死亡リスクが最も低く, これよりも BMI が低い患者群では低くなるにしたがって死亡リスクが高くなることが認められている。なおこの報告における各群間での血清アルブミン濃度に有意差は認められていない³⁾。

4) 血清アルブミン濃度と死亡・入院リスク

対象者の血清アルブミン濃度低値と死亡および入院リスクの関係を Kidney Disease and Quality of Life Short Form (KDQL-SFTM) による健康関連 QOL のスコアとの関連で解析した結果も報告されている⁴⁾。この報告では, 透析歴中央値 1.04 年の維持血液透析患者 17,236 人の血清アルブミン濃度は平均 3.6 ± 0.6 g/dl であったという。そして血清アルブミン濃度の 1 g/dl 低値につき, 死亡リスクは 1.17 倍上昇するが (p < 0.01), 入院リスクの上昇は 1.03 倍で有意ではないとしている。この血清アルブミン濃度の低値による死亡リスク上昇は, 米国 1.16, ヨーロッパ 1.23 に対し, 日本が 1.43 と最も高かった。

一方, 健康関連 QOL のスコアの低値は, 血清アルブミン濃度とは無関係に独立した死亡および入院リスク両方の上昇要因となることが明らかにされており, 特に身体機能評点の 10 点低値につき死亡リスクは全対象患者で 1.25 倍に上昇 (p < 0.001), 入院リスクは 1.25 倍に上昇 (p < 0.001) し, 血清アルブミン濃度よりも強いリスク要因と言えらるとしている。

3 透析患者の栄養状態維持における炭水化物からのエネルギー摂取の重要性

1) 三大栄養素の代謝的特徴

代謝上では, 炭水化物や脂質は身体の必要量以上が

摂取された場合にはグリコーゲンや体脂肪として蓄えられる。しかし蛋白質は, 炭水化物や脂質と異なり, たとえ必要以上に摂取したとしても身体に蓄えられることなく, 尿素などの終末代謝産物に分解される。また炭水化物や脂質からのエネルギー摂取が少ない場合は, 最終的には筋肉の蛋白質がエネルギー源として消費され, 筋消耗を招くことになる²⁹⁾。

透析患者では, 必要以上の蛋白質を摂取した場合には, それが直接血清アルブミン濃度の上昇などには結びつかず³⁰⁾, かえって血清尿素窒素やリン濃度の上昇, アンドロステロンを助長するという不利益のほうが大きいと考えられる。週 3 回の血液透析あるいは一定量の腹膜透析を行う条件下で, 血清尿素窒素やリン濃度の上昇を一定に維持するには, 蛋白質摂取量を至適量に抑制する必要がある。

2) 透析患者の蛋白質摂取と炭水化物摂取

維持血液透析患者に適切と考えられている 1 日の蛋白質摂取量は, 日本腎臓学会ガイドライン³¹⁾ では標準体重当たり 1.0~1.2 g/kg, 1.1~1.3 g/kg とされており, 米国 DOQI ガイドライン⁷⁾ では血液透析患者で標準体重当たり 1.2 g/kg, 腹膜透析患者では 1.2~1.3 g/kg とされている。この量は, 一般日本人での所要量が 0.94 g/kg/day³²⁾, 米国では 0.83 g/kg/day³³⁾ とされているのと比べるとかなり多い。このように透析患者の蛋白質所要量が比較的高めに設定されているのは, 透析患者では栄養障害の頻度が高く, また栄養障害は透析患者の生命予後を不良とするリスクファクターとして重要視されているため, いかに安全な摂取量を確保するかに関心が寄せられてきた結果と言えらる。

蛋白質摂取量の少ない透析患者の栄養状態が不良であるとの報告は多いが, エネルギー摂取量については触れられていない場合が多い。一方, エネルギー摂取量が検討してある報告では, 蛋白質摂取量は上記ガイドラインより少なくともエネルギー摂取量が十分であれば栄養状態の悪化は認められていない³⁴⁾。HEMO Study において, 維持血液透析患者の体重 (dry weight) が経時的に減少して栄養障害が進行した結果が示されているが, 対象患者の蛋白質摂取量は 1.03 g/kg/day と一般人の摂取必要量よりも多かったが, エネルギー摂取量は 22.7 kcal/kg/day と少なかった (図 2)³⁵⁾。

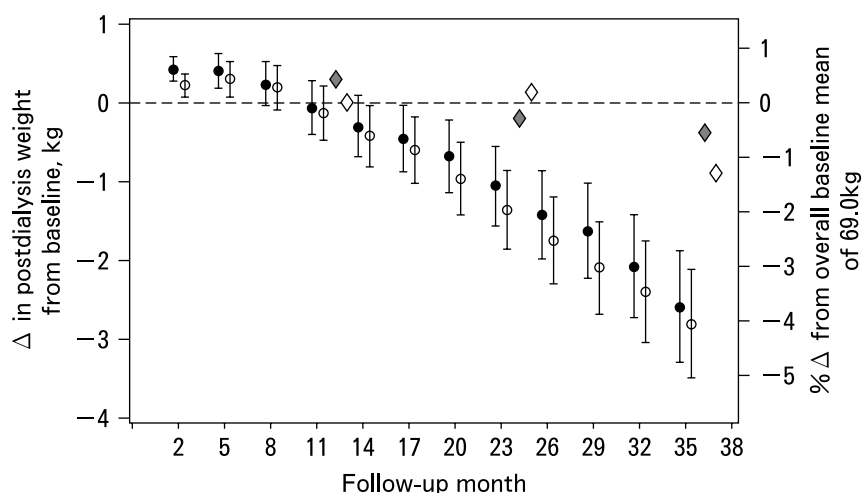


図2 HEMO Studyにおける維持血液透析患者の体重 (dry weight) の経時的変化
対象患者の蛋白質摂取量は 1.03 g/kg/day 一般人の摂取必要量よりも多かったが、エネルギー摂取量が 22.7 kcal/kg/day と少なかった。(Rocco MV, et al.: *Kidney Int*, 65; 2321, 2004, より)

保存期慢性腎不全では、低蛋白食を継続してもエネルギー摂取量が十分であれば栄養状態は良好に維持できることが報告されている³⁶⁾。上記の透析患者の報告で蛋白質摂取量が減少している患者では、食事摂取量全体が減少しており、蛋白質摂取量のみならず炭水化物や脂質からのエネルギー摂取量も同時に減少している可能性が大きい。

蛋白質摂取量は urea kinetics modeling の応用により protein catabolic rate (PCR) を算出すれば簡単に評価できるが、エネルギー摂取量の算出は管理栄養士による患者の摂取量調査しか手段がなく、正確な評価はかなり困難である。このような事情から、エネルギー摂取量が評価されることなく単に蛋白質摂取量のみを評価する結果、透析患者の蛋白質所要量が比較的高めに設定される結果になっている可能性がある。透析患者の栄養状態の維持で重要なのは蛋白質摂取量よりも炭水化物と脂質からのエネルギー摂取量であると言えよう³⁷⁾。この場合、脂質の摂取過剰は動脈硬化性疾患の原因となるためエネルギー比率で 25% 程度とし、炭水化物でのエネルギー摂取をすすめるべきであろう。

おわりに

慢性透析患者の栄養に関し、三大栄養素を中心に述べた。このほか、ビタミンや微量元素の欠乏や過剰、カルニチン欠乏などにも注目する必要がある。また栄養状態不良者や栄養素の欠乏に対しては、経口的補充

や血液透析中の経静脈的栄養素補給の有効性が論じられており、今後の検討課題となっている³⁸⁾。

文献

- 1) Pifer TB, McCullough KP, Port FK, et al.: Mortality risk in hemodialysis patients and changes in nutritional indicators: DOPPS. *Kidney Int*, 62; 2238, 2002.
- 2) Leavy SF, Strawderman RL, Jones CA, et al.: Simple nutritional indicator as independent predictors of mortality in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*, 31; 997, 1998.
- 3) 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況 (2001年12月31日現在), 日本透析医学会, 2002.
- 4) Ikizler TA: Protein and energy: recommended intake and nutrient supplementation in chronic dialysis patients. *Semin Dial*, 17; 471, 2004.
- 5) Kalantar-Zadeh K, Ikizler A, Block G, et al.: Malnutrition-inflammation complex syndrome in dialysis patients: causes and consequences. *Am J Kidney Dis*, 42; 864, 2003.
- 6) Stenvinkel P, Heimburger O, Paulter F, et al.: Strong association between malnutrition, inflammation, and atherosclerosis in chronic renal failure. *Kidney Int*, 55; 1899, 1999.
- 7) National Kidney Foundation: K/DOQI clinical practice guidelines for nutrition in chronic renal failure. *Am J Kidney Dis*, 35(suppl 2); S1, 2000.
- 8) 金澤良枝, 中尾俊之: 透析患者の食事摂取量の評価法. *臨床透析*, 20; 1543, 2004.
- 9) 木村玄次郎: 血液透析患者の食事摂取量の評価. *臨床透析*, 2; 1831, 1986.
- 10) Kalantar-Zadeh K, Block G, Humphreyd M, et al.:

- Reverse epidemiology of cardiovascular risk factors in maintenance dialysis patients. *Kidney Int*, 63; 793, 2003.
- 11) Gibson RS: Anthropometric assessment of body composition. *Principles of Nutritional Assessment*; Oxford University Press, Oxford, p.187, 1990.
 - 12) 日本人の新身体計測基準値 JARD 2001. 栄養評価と治療, 19(Suppl); 45, 2001.
 - 13) Ishimura E, Okuno S, Kim M, et al.: Increasing body fat mass in the first year of hemodialysis. *J Am Soc Nephrol*, 12; 1921, 2001.
 - 14) Bedogni G, Malavolti M, Severi S, et al.: Accuracy of an eight-point tactile-electrode impedance method in the assessment of total body water. *Euro J Clin Nutr*, 56; 1143, 2002.
 - 15) DiLorio BR, Scalfi L, Terracciano V, et al.: A systematic evaluation of bioelectrical impedance measurement after hemodialysis session. *Kidney Int*, 65; 2435, 2004.
 - 16) Seoung JH, Lee SW, Kim GA, et al.: Measurement of fluid shift in CAPD patients using segmental bioelectrical impedance analysis. *Perit Dial Int*, 19; 386, 1999.
 - 17) Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA: Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr*, 64(suppl); S 423, 1996.
 - 18) 中尾俊之: 糖尿病性腎症の低クレアチニン値透析導入者の検討. *日腎会誌*, 27; 1025, 1990.
 - 19) Kaysen GA: Biological basis of hypoalbuminemia in ESRD. *J Am Soc Nephrol*, 9; 2368, 1998.
 - 20) Hakim R, Levin N: Malnutrition in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*, 21; 125, 1993.
 - 21) Goldstein DJ: Assessment of nutritional status in renal diseases. *Handbook of Nutrition and the Kidney*; Mitch WE, Klahr S (ed.), Lippincott-Raven, Philadelphia, p. 45, 1998.
 - 22) 兵藤 透, 具志堅夏子, 山本スミ子, 他: 透析患者の栄養評価. *臨床透析*, 20; 1533, 2004.
 - 23) Bergstrom J: Nutrition and mortality in hemodialysis. *J Am Soc Nephrol*, 6; 1329, 1995.
 - 24) Chung SH, Lindholm B, Lee HB: Influence of initial nutritional status on continuous ambulatory peritoneal dialysis patient survival. *Perit Dial Int*, 20; 19, 2000.
 - 25) Cooper BA, Penne EL, Bartlett LH, et al.: Protein malnutrition and hypoalbuminemia as predictors of vascular events and mortality in ESRD. *Am J Kidney Dis*, 43; 61, 2004.
 - 26) Hecking E, Bragg-Gresham JL, Rayner HC, et al.: Haemodialysis prescription, adherence and nutritional indicators in five European countries: results from the Dialysis Outcomes and Practice Pattern Study (DOPPS). *Nephrol Dial Transplant*, 19; 100, 2004.
 - 27) Leavey SF, McCullough KP, Hecking E, et al.: Body mass index and mortality in 'healthier' as compared with 'sicker' haemodialysis patients: results from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Nephrol Dial Transplant*, 16; 2386, 2001.
 - 28) Mapes DL, Lopes AA, Satayathum S, et al.: Health-related quality of life as a predictor of mortality and hospitalization: The Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Kidney Int*, 64; 339, 2003.
 - 29) Shulman GI, Barrett EJ, Sherwin RS: Integrated fuel metabolism. *Diabetes Mellitus* (fifth ed.); Porte D, Sherwin RS (ed.), Appleton & Lange, Stamford, p. 1, 1997.
 - 30) Blumenkranz MJ, Kopple JD, Moran JK, et al.: Metabolic balance studies and dietary protein requirements in patients undergoing continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Kidney Int*, 21; 849, 1982.
 - 31) 日本腎臓学会: 腎疾患患者の生活指導・食事療法に関するガイドライン. *日腎誌*, 39; 1, 1997.
 - 32) 厚生労働省: 日本人の食事摂取基準 2005 年版; 2005 (印刷準備中).
 - 33) Pellet LP: Protein requirement in humans. *Am J Clin Nutr*, 51; 723, 1990.
 - 34) Davies SJ, Phillips L, Griffiths AM, et al.: Analysis of effects of increased delivered dialysis treatment to malnourished peritoneal dialysis patients. *Kidney Int*, 57; 1734, 2000.
 - 35) Rocco MV, Dwyer JT, Larive B, et al.: The effect of dialysis dose and membrane flux on nutritional parameters in hemodialysis patients: Results of the HEMO study. *Kidney Int*, 65; 2321, 2004.
 - 36) Bernard J, Beaufriere B, Laviville M, et al.: Adaptive response to a low-protein diet in predialysis chronic renal failure patients. *J Am Soc Nephrol*, 12; 1249, 2001.
 - 37) Nakao T, Matsumoto H, Okada T, et al.: Nutritional management of dialysis patients: Balancing among nutrient intake, dialysis dose, and nutritional status. *Am J Kidney Dis*, 41(suppl 1); S 133, 2003.
 - 38) Ikizler TA: Protein and energy: recommended intake and nutrient supplementation in chronic dialysis patients. *Sem Dial*, 17; 471, 2004.