

慢性透析患者における低栄養の評価法 Malnutrition in patients receiving hemodialysis

加藤 明彦¹ 神田 英一郎¹ 瀬戸 由美¹ 小田巻 眞理¹
吉田 卓矢² 矢部 広樹² 長井 美穂¹ 稲葉 雅章¹
長澤 康行¹ 坂本 香織¹ 菅野 義彦³ 友 雅司⁴
中元 秀友⁵

¹日本透析医学会学術委員会栄養問題検討ワーキンググループ委員

²第62回日本透析医学会学術集会・総会ワークショップ発表者

³日本透析医学会学術委員会栄養問題検討ワーキンググループ委員長

⁴日本透析医学会学術委員会委員長

⁵日本透析医学会理事長

慢性透析患者の患者像として高齢化が顕著であるため、栄養管理もこの変化に対応する必要がある。しかしすべての透析施設に管理栄養士が勤務しているわけではなく、現場の食事指導は専門的知識を持たない他職種で行わざるを得ない施設が少なくない¹⁾。そのため従来は非専門家でも見つけやすい過食の患者に対する摂取制限が指導の中心になっていたことは否定できない。近年高齢者における低栄養がサルコペニア・フレイルの原因の一つであることが提唱されているが、これまで低栄養に対する共通かつ標準的な認識は持たれていなかった。特に透析患者では数値による基準が定められておらず、医療スタッフが栄養関連項目の測定を行っても、それを評価し介入すべきかどうかの判断もできず、介入方法もわからなかったと思われる。また自覚症状や検査の異常値がなく徐々に進行するために患者・家族ばかりか医療者も発見できないことがあり、これも大きな問題であった。日本透析医学会栄養問題検討ワーキンググループではこの問題への対処を検討してきたが、一つの方法として主に管理栄養士が用いる従来の評価法における低栄養の定義とともに、非専門家でも簡便に用いることができる感度の良いスクリーニング法を提唱することが重要であると考えたため委員会として報告する。

栄養評価は、1) 栄養スクリーニング、2) 栄養アセスメント、の2つに大別される。栄養スクリーニングでは、なるべく簡便な方法で栄養リスクのある患者を抽出することが目的となる。一方、栄養アセスメントは栄養リスクのある患者の栄養状態を栄養ケアプロセ

スの第一段階として専門家が詳細に評価する作業であり、栄養診断、介入、モニタリングという作業の基盤となる²⁾。上述の通りわが国の慢性透析患者は必ずしも本来の意味での栄養アセスメントを受けることができないため、臨床現場ではスクリーニングに用いる指標を評価の基準とせざるを得ない。

食事摂取量調査には、24時間思い出し法、記録法(秤量、目安)、食物摂取量頻度調査法、献立別摂取割合調査法(inpatient)、また、簡便に体重変化でエネルギー摂取量を、normalized protein catabolic rate(nPCR)によってたんぱく質摂取量を推定する方法もある。しかしながら患者による誤差、管理栄養士個人による誤差もあるため、絶対的な指標とはなりにくく³⁾、少なくとも管理栄養士不在で用いることができる方法とはいえない。

I. 身体計測

BMI (body mass index)

日本人の中・高齢者を対象とした大規模コホート研究においてBMI 21 kg/m²未満の対象者は、全死亡率のリスクが高くなることが報告されている⁴⁾。一方、わが国の透析患者ではBMI 20 kg/m²前後が最も長期の予後がよく、健常者よりもやや低い値となっている⁵⁾。本学会の報告でもBMIが20~22 kg/m²より小さい群では死亡のリスクが上昇することを示している⁶⁾。また、Kanazawaら⁷⁾は、わが国の透析患者においてprotein-energy wasting (PEW)の診断基準とし

て BMI 23 kg/m² を用いると、PEW の有無により 3 年間の生存率に有意な差はみられなかったが、健常者においてやせの基準である BMI 18.5 kg/m² をカットオフポイントとして PEW と診断すると PEW のある患者で有意に生存率が低下することを報告している。透析患者が健常者よりも異化になりやすいことを鑑みると、健常者においてもやせとされる BMI 18.5 kg/m² 未満がわが国の慢性透析患者の低栄養の定義として一つの基準となると考えられる。

身体計測には、基本的な身長、体重のほかには体脂肪量、筋肉量も測定するとよい。体脂肪量、筋肉量は PEW の診断基準にも含まれているので経過を追うことは大切である。骨格筋量および体脂肪量の減少は、それぞれが透析患者の予後に関与することが明らかになっている^{8,9)}。骨格筋量および脂肪量の測定には CT、MRI、DEXA が有用であるが、これらの機器は高価であり日常的な測定には適していない。筋肉量や脂肪量の変化を観察するためにはキャリパーとメジャーを用いた方法や生体インピーダンス (bioelectrical impedance analysis: BIA) 法などの日常的に測定できる簡便な方法が適している。キャリパーとメジャーを用いた方法では、上腕三頭筋皮下脂肪厚 (triceps skinfold thickness: TSF) と上腕周囲長 (mid-upper arm circumference: AC) の測定結果から上腕筋囲 (arm muscle circumference: AMC, cm) = AC (cm) - $\pi \times$ TSF (mm) / 10、上腕筋面積 (arm muscle area: AMA, cm²) = [AMC (cm)]² / 4 π を算出して筋肉量を推定することができ、AMA は CT による筋肉量の測定結果とよく相関することが知られている¹⁰⁾。

AMA は PEW の診断基準にも用いられており、わが国の身体計測基準値 (JARD2001) を用いることで 50% タイル値よりも 10% 以上減少しているか評価することが可能である¹¹⁾。しかし、正しく TSF を測定し再現性のある結果を得るためには技術の習熟が必要である。一方、BIA 法 (単一周波数, 50 kHz) は誰でも簡便に除脂肪組織重量と脂肪量を測定することができる。ただし、透析患者では透析間に貯留した水分により除脂肪体重量が過大評価される傾向があるため、透析後に条件を統一して測定する必要がある。また、BIA は単一周波によるものやマルチ周波数でより詳細に体組成を測定できるものがあるが、各メーカーにより測定値が異なることがあるため、今のところは同じ機種かつ条件を統一した状態で個人内の変化を観察するために用いるのが望ましいといえる。以上のことを踏まえて考えると AMA は JARD2001 の平均値より

10% 以上低値とすることが目安と考えられる。

II. 身体機能評価

透析患者の栄養状態において、栄養素の摂取と身体の構成が乏しいことは多くの先行研究で示される通りであるが、同様に身体機能と生活活動も対照群と比較し低下している。先行研究では、透析患者は筋力¹²⁾、体力^{13,14)}、身体活動量¹⁵⁾が低く、またそれら指標はすべて透析患者の予後と関連している^{16~18)}。さらに透析患者は、外来通院が自立していても、歩行や階段昇降等の生活動作に困難さを感じていることが多い¹⁹⁾。透析患者の栄養状態を身体機能まで含めて捉えると、生活動作に障害をきたす可能性がある身体機能の低下は、低栄養状態の一つとして捉えるべきであり、患者自身の生活を維持・改善するためには、身体機能に対する評価・介入が必須であると考えられる。

1. 筋力

透析患者の筋力は、主に握力と膝伸展筋力から評価される。握力は握力計を用いて、示指の第二関節が直角になるよう握り幅を調整する。測定姿勢は両足を自然に開いて安定した直立姿勢とし、測定の際は腕を自然に伸ばし、握力計を握る手は体側から離し、握る際には手を振らないように注意する。握力はサルコペニアの診断基準 (AWGS 2014) にも用いられる指標であり²⁰⁾、男性 26 kg 未満、女性 18 kg で低下ありと判断する。また透析患者の握力は、年齢、透析期間、栄養状態 (geriatric nutritional risk index: GNRI) と関連することから²¹⁾、骨格筋の発揮張力のみならず、栄養状態も含めた全身状態を反映する指標であると解釈でき、測定の意義が高いと考えられる。

膝伸展筋力は、ハンドヘルドダイナモメータのセンサーを下腿前面かつ足関節直上に固定し、股関節・膝関節が 90 度屈曲位となる座位姿勢にて、下腿後部の椅子支柱と下腿遠位部をベルトで連結する。そして膝伸展の最大等尺性収縮力を測定する。膝伸展筋力が体重比 40% 未満の群は 7 年生存率が有意に低下する¹⁶⁾ことから、40% 未満を基準にするとよい。特に膝伸展筋力は、透析患者に対する運動療法のメタ解析において有意な改善効果が得られる指標であるため²²⁾、運動の効果判定を実施するうえでも有用であると考えられる。

2. 体力

体力の測定項目の基準は、心肺運動負荷試験にて測定する最高酸素摂取量 (VO₂ peak) であり、VO₂ peak が 17.5 mL/min/kg を下回る透析患者は有意に死亡率が高いことが示されている¹⁸⁾。心肺運動負荷試験の他

に体力を測定する方法として、6分間歩行テストがある。直線の廊下(30 m以上)を6分間の間で可能な限り長く歩行し、その距離を測定する試験であり、350 m未満のCKD患者は5年死亡率が高いことが示されている²³⁾。また6分間歩行距離は冠動脈血管の有無と総鉄結合能(total iron-binding capability: TIBC)と関連することが示されており²⁴⁾、さらにメタ解析において運動による有意な改善効果が示されているため²⁵⁾、貧血や循環器疾患の影響を加味した体力の把握や、運動の効果判定を行ううえで有用であると考えられる。

3. 総合的な身体機能

身体パフォーマンスという用語でも表され、歩行能力や椅子立ち上がり能力など、筋力・体力・バランス機能等を包括した全身の運動機能を測定するテストである。透析患者においては、10 m歩行速度、timed and up and go test (TUG)、short physical performance battery (SPPB)が多く用いられている。

10 m歩行速度は、10 mの測定路とその前後3 mの予備路の計16 mを歩行し、測定路の歩行に要する時間を計測する。TUGは椅子に座った姿勢から、3 m先の目印まで可能な限り速く歩いて折り返し、再び椅子に着座するまでの時間を測定する。10 m歩行速度とTUGのいずれもchronic kidney disease (CKD)患者において5年死亡率との関連が報告されており、10 m歩行速度は0.8 m/sec未満、TUGは12秒未満が基準値となる²⁶⁾。

SPPBは立位バランステスト(閉脚立位、セミタンデム立位、タンデム立位を10秒間保持できるか否か)、歩行テスト(4 m歩行時間)、椅子立ち上がりテスト(40 cmの椅子を用いて最大努力下で5回立ち座りに要する時間)の3つの下位項目で構成され、各項目0-4点、合計0-12点に得点化される。SPPBが7点以下の透析患者は有意に転倒リスクが高いことが示されている²⁷⁾。

Ⅲ. 生化学的指標

血清アルブミン:透析前血清アルブミン4.0 g/dL未満の透析患者の長期予後は悪く、国際ガイドライン(K/DOQI, CARI, EBPG)では栄養評価の開始基準とされているが、わが国の透析患者の6割以上がこの基準に当てはまり、国際基準(PEWの診断基準でのカットオフは、血清アルブミン<3.8 g/dL [BCG法])との測定方法の違いもあるため、本邦の栄養評価の開始基準について検討する必要がある。

今回われわれが2008年の統計調査を用いて血清アルブミン値と1年後の指標の関連を検討したところ、全体では3.5 g/dL未満を低栄養に関するスクリーニングのカットオフ値として適切であるという結果が出た。男女および糖尿病の有無ではこの数値に違いはなかったが、年齢により差が生じ、60歳未満では3.7 g/dL、80歳以上では3.4 g/dLとなった。以上より60歳から79歳では3.5 g/dLをカットオフ値として、これに満たないものはNRI-JHでリスク評価または専門家による栄養アセスメントを提案する。

しかしながら血清アルブミンは炎症、代謝亢進、合成能低下(肝機能障害)、透析による喪失などに影響を受けるため、単一指標として栄養状態を評価するのは困難で、あくまで最も簡便なスクリーニングとして用い、抽出されたものについて複合指標によりリスクを判断、また専門家による栄養アセスメントを行う必要がある。また希釈の問題をもとに透析前後のアルブミン値のどちらを用いるかについても議論があったが、1年後の生命予後を判定する限りでは有意差はないことが示されている²⁸⁾。

プレアルブミン:プレアルブミン(トランスサイレチン)カットオフ値30 mg/dLが栄養障害の評価指標として一般的であるが、炎症の影響を考慮する必要がある他、rapid turnover proteinであり、本来、2回以上の測定による変化量の評価を行うことが望ましい²⁹⁾。

標準化蛋白異化率(nPCR):前回透析後と今回透析前のBUNを通常用い、 $\text{PCR(g/day)} = \frac{[\text{基本体重(kg)} / (\text{透析時間} \times 10) \times \{\text{透析前BUN(mg/dL)} - \text{前回透析後BUN(mg/dL)}\} + 1.2] \times 9.35}{3}$ で算出する蛋白異化率³⁰⁾は、蛋白質摂取量の近似値として用いられるが、透析患者では実際の蛋白摂取量よりやや低値をとることも知られており、必ずしも正確に蛋白摂取量を反映するとは限らない。K/DOQIガイドラインでは、0.75以下で蛋白質栄養状態不良で、1.2が至適としている。日本透析医学会統計調査委員会が提供している計算式は透析前後の血清の尿素窒素(BUN)の数値を用いるShinzatoの式³¹⁾であり、日常診療でも汎用されている。Shinabergerら³²⁾の報告ではnPNA 1.4 g/kg/日以上および0.8 g/kg/日未満のグループでは全死亡に対するハザード比が有意に高かった。また、baselineのnPNAが0.8~1.2 g/kg/日患者において、nPNAが減少に転じた際にも、変化量に応じて全死亡に対するハザード比が有意に上昇している。

IV. 複合的指標

1. 主観的包括的栄養評価法 (subjective global assessment: SGA)

SGA は身体計測値に問診や病歴を組み合わせ評価者が診た主観によって判定するのが原則である³³⁾。評価者に対して、判定の基準やポイントを教育しなければならないが、教育を受けた評価者の判定は非常に精度が高い。透析患者では7点式のリックカート尺度が推奨される³⁴⁾。7点式 SGA は、体重減少、食事摂取量、消化器症状、身体機能、代謝ストレス (疾患の状態/合併症)、身体検査 (骨格筋量、脂肪量) の6項目の質問からなり、まったく栄養状態に問題なければ7点、すべてに問題があれば1点となる。合計が6~7点の場合は「栄養状態良好」、3~5点は「中等度の栄養障害または栄養障害が疑われる」、1~2点は「高度な栄養障害」と分類される³⁴⁾。

2. mini nutritional assessment (MNA)

MNA は65歳以上の高齢者の栄養状態を評価するツールで現在までさまざまな改訂が加えられている³⁵⁾。MNA を簡便にしたうえで、MNA と同等の栄養スクリーニングの精度を保つものがMNA-short form (MNA-SF) である³⁶⁾。

MNA-SF は他のスクリーニングに比べ、唯一【精神状態】のスクリーニング項目があるので、高齢透析患者には有用と思われる。MNA-SF は①食事量の減少、②体重の減少、③歩行について、④ストレスや急性疾患、⑤うつ、認知症、⑥BMI の6項目を評価し合計点7点以下が低栄養、11点以下がリスク状態となる。「栄養スクリーニングアルゴリズム」に当てはめると11点以下が低栄養の可能性ありとなり full MNA を行い24点未満の場合、さらなる介入を行うこととなる。

3. geriatric nutritional risk index (GNRI)

もともと高齢者の合併症や死亡のリスクを予測するためのツールであり、 $GNRI = 14.89 \times \text{血清アルブミン値 (g/dL)} + 41.7 \times (DW/IBW)$ として算出する。この際透析患者では理想体重を $BMI = 22 \text{ kg/m}^2$ となるように計算し、 $DW > IBW$ の場合は、 $DW/IBW = 1$ とする。Yamada ら³⁷⁾はこのGNRIが透析患者においても簡便で有用な指標となりうることを示し、91以上で「栄養障害リスクなし」、91未満で「栄養障害リスクあり」としている。

4. malnutrition-inflammation score (MIS)

(A) 病歴、(B) 身体所見、(C) BMI、(D) 血液検

査データを4分類10項目でスコア化し合計得点で評価する。合計点が0~5点は栄養状態良好、6~10点は軽度の栄養障害リスク、11点以上は中等度・高度の栄養障害に分類される。MISはSGA、PEWの診断スコア、GNRIと比較すると、生命予後や合併症 (感染症、心血管イベント) の予測に優れることが報告されている³⁸⁾。

以前より、MISスコアが高いほど生命予後が不良なことが知られていたが、そのカットオフ値については明らかでなかった。しかし最近のコホート研究⁴⁾により、MISスコアが8点以上で生命予後が悪いことが示されている³⁹⁾。

5. survival index (SI)

SIはKanda らが提唱した指標で⁴⁰⁾、 $SI = 10 - (0.4 \times \text{Age}) + (0.3 \times \text{BMI}) + (0.7 \times \text{血清クレアチニン}) + (0.6 \times \text{血清アルブミン}) + (0.03 \times \text{血清総コレステロール}) - (\text{血清リン}) - (2 \times \text{CVDs}) + (2 \times \text{AVF})$ で求める (CVD は心血管合併症があれば1、なければ0。AVF は内シャントを使用していれば1、なければ0)。1年以内の全死亡に関するROC曲線解析では他の指標に比べて感度、特異度ともに優れており、実際にこのスコアが12.7未満のグループでは1年以内の死亡率が有意に高値であった。国際共同研究 Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS) のデータをもとに作成された指標であるが、国内のデータでの確認作業が各施設から報告され始めている。

6. nutritional risk index for Japanese hemodialysis patients (NRI-JH)

以上の通り従来の複合指標にはそれぞれ利点と欠点があるが、最も問題であったのはこれらの指標をわが国の慢性透析患者に適用してよいものかどうかという議論に答えられなかったことにある。これを解決するためKanda ら⁴¹⁾は日本透析医学会の統計調査データを基に1年後の生命予後に関する栄養学的リスクを評価するツールを開発した。この指標は、アルブミン、総コレステロール、クレアチニン、body mass index によるものであり、スコアにより低中高の三段階のリスク群に分類する。日本透析医学会のデータから抽出した48,349名の患者の10.5%が中リスク群、8.2%は高リスク群に含まれた。NRI-JH簡易版では、表1に示すリスク評価を行い、中リスク群、高リスク群に関しては介入を開始する。

以上の一般的な評価指標による低栄養の定義は表2に示す通りである。また低栄養に伴う病態として下記が提唱されている。

表 1 NRI-JH 簡易版

BMI 20 未満		3 点
血清アルブミン値	3.6 g/dL 未満	4 点
血清総コレステロール値	130 mg/dL 未満	1 点
血清クレアチニン値	9.7 mg/dL 未満	4 点
合計点数	7 以下	低リスク群
	8~10	中リスク群
	11 以上	高リスク群

表 2

BMI: 18.5 kg/m ² 未満
SGA: B 中等度の栄養不良, C 高度の栄養不良
MNA-SF: 栄養スクリーニングアルゴリズム 11 点以下
GNRI: 91 未満
MIS: 11 点以上で中等度・高度栄養障害

サルコペニア: 低栄養に基づく筋力低下がサルコペニアの概念であり, サルコペニアと診断がつけば低栄養状態である可能性が高いので, これを低栄養の診断とする考え方もある. 診断基準はさまざまなものが提唱されていたが, 日本サルコペニア・フレイル学会でも Asia working group for sarcopenia (AWGS) のコンセンサス²⁰⁾を採用することとなった. これに伴い本邦でもさまざまな臨床研究が報告されると期待できるが, この基準には握力測定, 歩行速度, 骨格筋量の測定が必要であり, わが国の多くの透析施設で日常的に評価できるとはいえない. フレイルの基準もいくつか提唱されているが, 同様である.

Protein-energy wasting (PEW): CKD 患者では, 経口摂取の低下のみならず, 尿毒素の蓄積, 代謝亢進, 炎症, 酸化ストレス, インスリン抵抗性など複数の要因が関与し, 体蛋白 (骨格筋) やエネルギー源 (体脂肪) が減少するが, 2006 年の第 12 回国際腎栄養代謝学会 (ISRNM) において, このような CKD の栄養障害は PEW と呼ぶことが提唱された⁴²⁾.

この診断基準には BMI<23.0 kg/m²が含まれるが, 欧米人と体格の異なる日本人にそのままあてはめることはできない. 最近の研究によると, 日本人血液透析患者のカットオフ値は 18.5⁷⁾または 20.0 kg/m²未満⁴³⁾とするほうが, PEW の生命予後予測に優れることが報告されている. さらに, PEW の診断基準には bromocresol green (BCG) 法で測定した血清アルブミン<3.8 g/dL がある. しかし, 本邦では 80%以上の施設は改良型 bromocresol purple (BCP) 法で血清アルブミンを測定している. 改良型 BCP 法は BCG 法と比較し, 血清アルブミン値が平均で 0.3~0.4 g/dL 低くなるため⁴⁴⁾, PEW のカットオフ値も 3.5 g/dL 未満に変更す

表 3

一次スクリーニング		
血清アルブミン値	60 歳未満	3.7 g/dL 未満
	60 歳から 79 歳	3.5 g/dL 未満
	80 歳以上	3.4 g/dL 未満
二次スクリーニング		
NRI-JH (表 1)		

る必要がある.

また透析領域では従来より透析間の体重増加を食事摂取量, 食塩摂取量のおおよその指標と考えて日常の指導に用いられている. 日本透析医学会の「維持血液透析ガイドライン: 血液透析処方」⁴⁵⁾では, 最大透析間隔日の体重増加は 6%未満にすることが望ましいとしている. しかし最近のコホート研究 (J-DOPPS) によると, 血清アルブミン≥3.8 g/dL の血液透析患者では, 最大透析間隔日の体重増加率が 6%を超えると生命予後が不良だったのに対し, 血清アルブミン<3.8 g/dL の患者では体重増加率<6%の患者では予後が悪く, 特に 3%未満で最も予後不良となる逆転現象が観察されている⁴⁶⁾.

従って, 血清アルブミン<3.8 g/dL の血液透析患者に対し, 体重増加を 6%未満にするよう指導することは, 生命予後に悪影響を及ぼす可能性がある.

以上, 栄養評価にはさまざまな方法があり, これらを日常的にすべての患者に対して行うことは難しい. とくに管理栄養士不在の施設では食事摂取調査や身体測定なども難しいこともあるため, そうした施設でも可能な管理方法が必要である. また国際的に提唱されている基準もわが国の患者に適合しない部分もあるため, 今回ワーキンググループではわが国の慢性透析患者のデータを基にした新たなスクリーニング法, リスク評価法を示すこととした. また栄養スクリーニングは簡便で迅速に低栄養のリスクの高い患者を拾いあげる必要があるためリスク状態の患者を抽出できることが, スクリーニング法として必要な条件であると思われた. すなわち全患者に対しては年齢と透析前血清アルブミン値でスクリーニングを行い, そこで抽出された患者に対しては NRI-JH によってリスク評価を行い, 改善のための介入を行うことを提唱する (表 3). 個々の患者により栄養障害の原因や生活環境が異なるため, 画一的な介入方法を提示することは難しいが, 今回わが国の慢性透析患者に対する低栄養の定義を決定したことで, これをもとに各施設でさまざまな介入を行った結果の報告が増加し, それに基づき介入方法に関する客観的な議論が開始されることを期待する.

本報告は第62回日本透析医学会学術集会・総会ワークショップ14「透析患者の栄養評価」(2017年6月, 横浜)での発表内容をもとに発表者が執筆, 栄養問題検討ワーキンググループおよび学術委員会で査読を行った。

文献

- 1) 日ノ下文彦, 秋葉隆, 勝木俊, 戸村成男. 高齢化する血液透析患者の透析実態に関するアンケート調査. 透析会誌 2015; 48: 341-50.
- 2) Correia Maria Isabel Toulson Davisson. Nutrition Screening vs Nutrition Assessment: What's the Difference? Nutrition in Clinical Practice 0: 0884533617 719669.
- 3) Kanno Y, Sasaki S, Suzuki H. Nutritional assessment by a new method for patients with renal disease. Contrib Nephrol 2007; 155: 29-39.
- 4) Sasazuki S, Inoue M, Tsuji I, et al. Body mass index and mortality from all causes and major causes in Japanese: results of a pooled analysis of 7 large-scale cohort studies. J Epidemiol 2011; 21: 417-30.
- 5) Kaizu Y, Tsunega Y, Yoneyama T, et al. Overweight as another nutritional risk factor for the long-term survival of non-diabetic hemodialysis patients. Clin Nephrol 1998; 50: 44-50.
- 6) 中井滋, 井関邦敏, 伊丹儀友, 他. わが国の慢性透析療法の現況(2009年12月31日現在). 透析会誌 2011; 44: 1-36.
- 7) Kanazawa Y, Nakao T, Murai S, Okada T, Matsumoto H. Diagnosis and prevalence of protein-energy wasting and its association with mortality in Japanese haemodialysis patients. Nephrology(Carlton) 2017; 22: 541-7.
- 8) Kalantar-Zadeh K, Kuwae N, Wu DY, et al. Associations of body fat and its changes over time with quality of life and prospective mortality in hemodialysis patients. Am J Clin Nutr 2006; 83: 202-10.
- 9) Noori N, Kopple JD, Kovesdy CP, et al. Mid-arm muscle circumference and quality of life and survival in maintenance hemodialysis patients. Clin J Am Soc Nephrol 2010; 5: 2258-68.
- 10) Saito R, Ohkawa S, Ichinose S, Nishikino M, Ikegaya N, Kumagai H. Validity of mid-arm muscular area measured by anthropometry in nonobese patients with increased muscle atrophy and variation of subcutaneous fat thickness. Eur J Clin Nutr 2010; 64: 899-904.
- 11) 日本栄養アセスメント研究会身体計測基準値検討委員会. 日本人の身体計測基準値 JARD2001. 栄養評価と治療 2002; 19(Suppl): 1-81.
- 12) Fahal IH, Bell GM, Bone JM, Edwards RH. Physiological abnormalities of skeletal muscle in dialysis patients. Nephrol Dial Transplant 1997; 12: 119-27.
- 13) Capitanini A, Cupisti A, Mochi N, et al. Effects of exercise training on exercise aerobic capacity and quality of life in hemodialysis patients. J Nephrol 2008; 21: 738-43.
- 14) Painter P. Determinants of exercise capacity in CKD patients treated with hemodialysis. Adv Chronic Kidney Dis 2009; 16: 437-48.
- 15) Johansen KL, Chertow GM, Ng AV, et al. Physical activity levels in patients on hemodialysis and healthy sedentary controls. Kidney Int 2000; 57: 2564-70.
- 16) Matsuzawa R, Matsunaga A, Wang G, et al. Relationship between lower extremity muscle strength and all-cause mortality in Japanese patients undergoing dialysis. Phys Ther 2014; 94: 947-56.
- 17) Shimoda T, Matsuzawa R, Yoneki K, et al. Changes in physical activity and risk of all-cause mortality in patients on maintenance hemodialysis: a retrospective cohort study. BMC Nephrol 2017; 18: 154.
- 18) Sietsema KE, Amato A, Adler SG, Brass EP. Exercise capacity as a predictor of survival among ambulatory patients with end-stage renal disease. Kidney Int 2004; 65: 719-24.
- 19) 小澤哲也, 松永篤彦, 南里佑太, 他. 維持血液透析患者に対する自覚的困難さに注目した移動動作評価表の信頼性と妥当性の検討. 理学療法学 2010; 37: 9-16.
- 20) Chen LK, Liu LK, Woo J, et al. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. J Am Med Dir Assoc 2014; 15: 95-101.
- 21) 河野健一, 西田裕介, 森山善文, 森敏彦, 矢部広樹. 維持透析患者の運動能力低下に至る要因と転倒との関連性. 理学療法学 2017; 44: 255-62.
- 22) Sheng K, Zhang P, Chen L, Cheng J, Wu C, Chen J. Intradialytic exercise in hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. Am J Nephrol 2014; 40: 478-90.
- 23) Roshanravan B, Patel KV, Robinson-Cohen C, et al. Creatinine clearance, walking speed, and muscle atrophy: a cohort study. Am J Kidney Dis 2015; 65: 737-47.
- 24) Kono K, Nishida Y, Moriyama Y, Yabe H, Taoka M, Sato T. Investigation of factors affecting the six-minute walk test results in hemodialysis patients. Ther Apher Dial 2014; 18: 623-7.
- 25) Chung YC, Yeh ML, Liu YM. Effects of intradialytic exercise on the physical function, depression and quality of life for haemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. J Clin Nurs 2017; 26: 1801-13.
- 26) Roshanravan B, Robinson-Cohen C, Patel KV, et al. Association between physical performance and all-cause mortality in CKD. J Am Soc Nephrol 2013; 24: 822-30.

- 27) 河野健一, 矢部広樹, 森山善文, 森敏彦, 田岡正宏, 佐藤隆. 透析関連低血圧と short physical performance battery (SPPB) の低下は透析患者の転倒の強いリスク因子である. 透析会誌 2015; 48: 635-41.
- 28) Kanno Y, Kanda E. Comparison of accuracy between pre-hemodialysis and post-hemodialysis levels of nutritional factors for prediction of mortality in hemodialysis patients. Clin Nutr ESPEN In press;
- 29) Mittman N, Avram MM, Oo KK, Chattopadhyay J. Serum prealbumin predicts survival in hemodialysis and peritoneal dialysis: 10 years of prospective observation. Am J Kidney Dis 2001; 38: 1358-64.
- 30) Harty JC, Boulton H, Curwell J, et al. The normalized protein catabolic rate is a flawed marker of nutrition in CAPD patients. Kidney Int 1994; 45: 103-9.
- 31) Shinzato T, Nakai S, Fujita Y, et al. Determination of Kt/V and protein catabolic rate using pre- and post-dialysis blood urea nitrogen concentrations. Nephron 1994; 67: 280-90.
- 32) Shinaberger CS, Kilpatrick RD, Regidor DL, et al. Longitudinal associations between dietary protein intake and survival in hemodialysis patients. Am J Kidney Dis 2006; 48: 37-49.
- 33) Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, et al. What is subjective global assessment of nutritional status? JPEN J Parenter Enteral Nutr 1987; 11: 8-13.
- 34) Steiber A, Leon JB, Secker D, et al. Multicenter study of the validity and reliability of subjective global assessment in the hemodialysis population. J Ren Nutr 2007; 17: 336-42.
- 35) Vellas B, Guigoz Y, Garry PJ, et al. The Mini Nutritional Assessment (MNA) and its use in grading the nutritional state of elderly patients. Nutrition 1999; 15: 116-22.
- 36) Rubenstein LZ, Harker JO, Salva A, Guigoz Y, Vellas B. Screening for undernutrition in geriatric practice: developing the short-form mini-nutritional assessment (MNA-SF). J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2001; 56: M366-72.
- 37) Yamada K, Furuya R, Takita T, et al. Simplified nutritional screening tools for patients on maintenance hemodialysis. Am J Clin Nutr 2008; 87: 106-13.
- 38) de Roij van Zuijdewijn CL, ter Wee PM, Chapdelaine I, et al. A Comparison of 8 Nutrition-Related Tests to Predict Mortality in Hemodialysis Patients. J Ren Nutr 2015; 25: 412-9.
- 39) Borges MC, Vogt BP, Martin LC, Caramori JC. Malnutrition Inflammation Score cut-off predicting mortality in maintenance hemodialysis patients. Clin Nutr ESPEN 2017; 17: 63-7.
- 40) Kanda E, Bieber BA, Pisoni RL, Robinson BM, Fuller DS. Importance of simultaneous evaluation of multiple risk factors for hemodialysis patients' mortality and development of a novel index: dialysis outcomes and practice patterns study. PLoS One 2015; 10: e0128652.
- 41) Kanda E, Kato A, Masakane I, Kanno Y. New nutritional risk index for the evaluation of protein energy wasting in Japanese hemodialysis patients. PLoS One 2019; 14: e0214524.
- 42) 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. Kidney Int 2008; 73: 391-8.
- 43) Takahashi H, Inoue K, Shimizu K, et al. Comparison of Nutritional Risk Scores for Predicting Mortality in Japanese Chronic Hemodialysis Patients. J Ren Nutr 2017; 27: 201-6.
- 44) Kato A, Takita T, Furuhashi M, et al. Influence of the assay for measuring serum albumin on corrected total calcium in chronic hemodialysis patients. Ther Apher Dial 2011; 15: 540-6.
- 45) 日本透析医学会. 維持血液透析ガイドライン: 血液透析処方. 第3章ドライウエイトの設定. 透析会誌 2013; 46: 606-9.
- 46) Kurita N, Hayashino Y, Yamazaki S, et al. Revisiting Interdialytic Weight Gain and Mortality Association With Serum Albumin Interactions: The Japanese Dialysis Outcomes and Practice Pattern Study. J Ren Nutr 2017; 27: 421-9.