



サルコペニア・フレイルと低栄養 —複合的栄養指標やPEWとの関連—

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 科学評論社 公開日: 2024-07-22 キーワード (Ja): キーワード (En): protein-energy wasting (PEW), subjective global assessment (SGA), malnutrition-inflammation score (MIS), geriatric nutritional risk index (GNRI), Mini-Nutritional Assessment-Short Form (MNA-SF) 作成者: 加藤, 明彦 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10271/0002000198

特集

腎疾患におけるサルコペニア・フレイルの病態と臨床

サルコペニア・フレイルと
低栄養*—複合的栄養指標
やPEWとの関連—

加藤明彦**

Key Words : protein-energy wasting (PEW), subjective global assessment (SGA), malnutrition-inflammation score (MIS), geriatric nutritional risk index (GNRI), Mini-Nutritional Assessment-Short Form (MNA-SF)

はじめに

慢性腎臓病 (chronic kidney disease ; CKD) 患者では栄養障害は高率にみられ, 合併症や入院, 生命予後などに影響する重篤な病態である。CKD 患者の栄養障害は “protein-energy wasting (PEW)” と呼ばれ, 重症型は「悪液質 (cachexia)」と表現される。

一方, malnutrition-inflammation-atherosclerosis (MIA) 症候群は炎症性サイトカインの上昇による慢性炎症 (inflammaging) が低栄養および動脈硬化の発症・進展に密接に関与することを意味する概念である。しかし, MIA 症候群は PEW の成因機序の一部にフォーカスを当てた概念であり, 診断基準も存在しないことから, 最近ではあまり用いられない。

本稿では, CKD 患者に用いられる複合的栄養評価法および PEW の診断基準を紹介するとともに, サルコペニア・フレイルとこれら栄養指標との関連について概説する。さらに, 2018年に公開されたはじめての国際的な低栄養診断基準で

ある GLIM (the Global Leadership Initiative on Malnutrition) 基準について, CKD 患者における有用性を解説する。

CKD 患者に用いられる複合的栄養評価法

CKD 患者に用いられる複合的栄養指標として最も代表的なものは, 主観的包括的アセスメント (subjective global assessment ; SGA) である。そのほかに, SGA に従来の栄養指標を加えた MIS (malnutrition-inflammation score), 高齢者の栄養指標である GNRI (geriatric nutritional risk index), MNA-SF (Mini-Nutritional Assessment-Short Form) などがある。

1. SGA

SGA は, 「患者記録」と「身体所見」を組み合わせた栄養スクリーニング法¹⁾である。評価者が患者を診たときの主観に基づいて評価することが原則であり, 世界的には最も汎用されている。

「患者記録」では, ①体重の変化 (過去6か月間の体重減少および過去2週間の変化), ②食事摂取量の変化 (平常時との比較), ③消化器症状 (2週間以上の持続), ④機能状態 (活動性), ⑤疾患および疾患と必要栄養量の関係, の5項目について評価する。一方, 「身体所見」では, ①皮下脂肪の減少, ②筋肉の消耗, ③足首の浮腫, ④仙骨の浮腫, ⑤腹水について, それぞれを4段階 (0=正常, 1+=軽度, 2+=中等度, 3+=高

* Sarcopenia, frailty and malnutrition – relationship of composite nutritional indices and PEW – .

** Akihiko KATO, M.D., Ph.D.: 浜松医科大学医学部附属病院血液浄化療法部 (〒431-3192 静岡県浜松市東区半田山 1-20-1) ; Blood Purification Unit, Hamamatsu University Hospital, Hamamatsu, Shizuoka 431-3192, JAPAN

表1 Geriatric nutritional risk index (GNRI)

$$\text{GNRI} = [14.89 \times \text{血清アルブミン (g/dl)}] + [41.7 \times (\text{現体重} / \text{理想体重})]$$

理想体重には、Lorentz equations (WLo) の式から求めた体重、もしくは BMI = 22 kg/m² に相当する体重を用いる。

Lorentz equations (WLo) の式

$$\text{男性：理想体重} = \text{身長} - 100 - [(\text{身長} - 150) / 4]$$

$$\text{女性：理想体重} = \text{身長} - 100 - [(\text{身長} - 150) / 2.5]$$

身長がわからない場合

$$\text{男性：身長 (cm)} = [2.02 \times \text{膝高 (cm)}] - [0.04 \times \text{年齢 (歳)}] + 64.19$$

$$\text{女性：身長 (cm)} = [1.83 \times \text{膝高 (cm)}] - [0.24 \times \text{年齢 (歳)}] + 84.88$$

(解説文) 現体重が理想体重よりも多い場合には、理想体重を用いる。原法では、GNRI が 82 未満は重度栄養リスク、82 ~ 91 は中等度栄養リスク、92 ~ 98 が軽度栄養リスク、99 以上がリスクなしであるが、血液透析患者では、91 以上で栄養リスクあり、91 未満でリスクなしとする。(文献⁸⁾を改変)

度)で評価する。すべてを記入した上で、栄養状態を (A) 良好、(B) 中等度の栄養障害、(C) 高度の栄養障害、の3段階で総合評価する。

一方、SGAの項目に点数をつける評価法が米国から考案されている。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がなければ7点、すべてに問題があると1点となる。2020年のKDOQI(National Kidney Foundation Kidney Disease/Dialysis Outcomes and Quality Initiative)の栄養ガイドライン²⁾では、透析患者はこの7点式SGAを用いるよう推奨している(1B)。

進行したCKD(eGFR<20 ml/min/1.73 m²)を有する高齢者[平均体格係数(body mass index; BMI): 28.4 kg/m²]において、7点式SGAで低栄養の合併を調べた大規模観察研究³⁾によると、中等度の低栄養(SGAスコア: 3~5)の合併率は28%であった。また、目標体重未満(BMI<22 kg/m²)の高齢CKD患者では55%、標準体重(BMI 22~25 kg/m²)では40%、肥満者(BMI>30 kg/m²)では25%に低栄養を認め、評価項目では身体検査の異常(皮下脂肪の減少と筋萎縮)が最も合併していた^{3,4)}。

2. MIS

SGAは栄養状態を半定量的に評価するため、7点式SGAに透析年数と合併症、BMI、血清アルブミン、総鉄結合能(total iron binding capacity;

TIBC)またはトランスフェリンの栄養指標を加えたMISが考案されている⁵⁾。MISは全10項目からなり、各項目が0~3点、合計30点満点であり、点数が高いほど低栄養状態とされる。最新のKDOQIガイドライン²⁾では、すべてのCKD患者においてMISを用いることが提案されている(2C)。

血液透析患者では、MISの点数が経時的に高くなると食事摂取量や体脂肪率・上腕筋周囲長が減り、入院や死亡リスクも高くなる⁶⁾。保存期CKD患者でも、30点満点中8点以上のCKD患者は脂肪量、除脂肪量、握力、タンパク質摂取量が少なく、生命予後が不良であることが観察されている⁶⁾。

SGAまたはMISを用いてCKD患者における低栄養の合併率をレビューした報告⁷⁾によると、保存期(ステージG2~5)は11~54%、透析期は28~54%、腎移植期は28%および52%であり、すべてのCKDステージにおいて低栄養を高率に合併している。

3. GNRI

GNRIは、もともとは高齢入院患者の合併症や死亡リスクを予測するためにフランスで考案された指標である。高齢者では、平常時の体重がわからないことが多いため、計算式から理想体重を求め、血清アルブミンを加えて計算をする(表1)⁸⁾。血液透析患者では、BMIが22.0 kg/m²に相当する体重を理想体重として用いるが、現体重がBMIが22 kg/m²以上の場合はBMI=22

表2 Protein energy wasting (PEW) の診断基準

カテゴリー	基準
生化学的検査 (少なくとも1つは含める)	血清アルブミン<3.8 g/dl (BCG法で測定) 血清プレアルブミン<30 mg/dl (血液透析患者のみ) 総コレステロール<100 mg/dl
体格	BMI<23 kg/m ² (アジア人では低い) 意図しない体重減少: 3か月で5%以上, 6か月で10%以上 体脂肪率<10%
筋肉量	筋肉量の減少: 3か月で5%以上, 6か月で10%以上 前腕筋周囲面積: 基準値の50%範囲以内で10%以上の減少 クレアチニン産生速度の低下
食事摂取量	タンパク質摂取量: 意図的でなく, 0.8 g/kg/day未満 (透析) または0.6 g/kg/day未満 (CKDステージ2~5) が少なくとも2か月以上持続する エネルギー摂取量: 意図的でなく, 25 kcal/kg/day未満が少なくとも2か月以上持続する

(解説文)4つのカテゴリー中, 1項目でも満たすカテゴリーが3つ以上ある場合に, PEWと診断する。しかし, 身体構成成分や食事摂取量は数か月にわたる評価が必要なこと, 日本人CKD患者に対するカットオフ値の妥当性が不明なこと, などの理由で, 本診断基準は普及していないのが現状である。(文献¹²⁾を改変)

kg/m²に相当する体重を用いる。

GNRIは簡便なため, CKD患者の栄養スクリーニング法として用いられている。しかし, 血清アルブミンの生物学的半減期は約3週間と長く, アルブミンは血管外に多く貯蔵されていることから, 血清アルブミン濃度の変動はアルブミンの代謝回転率と比べて小さい。そのため, GNRIは, 中長期的な栄養状態の評価に適している。実際, 血液透析患者ではGNRIは食事からのエネルギーやタンパク質摂取量と相関せず, 生命予後の予測力もMISより劣ることが報告されている⁹⁾。

4. MNA-SF

MNA-SFは高齢者の栄養状態を評価するために開発された評価法である。MNA-SFは①過去3か月間の食事量の減少(0~2点), ②過去3か月間の体重減少(0~3点), ③自力歩行(0~2点), ④過去3か月間の精神的ストレスや急性疾患(0~2点), ⑤うつ状態や認知症の有無(0~2点), ⑥BMIまたは下腿周囲長(0~3点), の6項目で評価し, 14点満点中7点以下の場合には低栄養, 8~11点は低栄養のおそれあり, 12~14点は栄養状態良好, と評価する¹⁰⁾。

血液透析患者では, 総死亡リスクは栄養状態良好な場合と比べ, 低栄養のおそれがある場合は3.86倍, 低栄養の場合は5.00倍高い¹¹⁾。

PEW

〈診断基準〉

2008年に国際腎栄養代謝学会(International Society of Renal Nutrition and Metabolism; ISRNM)の専門家委員会がCKD患者におけるPEWの診断基準を発表した(表2)¹²⁾。PEWの診断基準は4つのカテゴリーからなり, 1つ以上の項目を満たすカテゴリーが3つ以上あればPEWと診断される。

PEWは食事の摂取不足のみならず, 炎症による異化亢進, 酸化ストレス, 尿毒症性物質の蓄積, インスリン抵抗性, 代謝性アシドーシス, 透析液からの栄養素漏出などのさまざまな要因により, 骨格筋や内臓タンパク, 貯蔵脂肪量が減少し, 低栄養状態に陥った病態を示す(図1)。

PEWの診断基準¹²⁾では, BMIのカットオフ値は23 kg/m²未満である。しかし, 日本人血液透析患者では74.1%がBMI<24 kg/m²に該当するため¹³⁾, アジア人では不適切となる。KDOQIガイドライン²⁾では, BMI<18 kg/m²でない限り, BMI単独でPEWと診断することは不適切と記載している。

日本透析医学会学術委員会の栄養問題ワーキンググループでは, 統計調査データベース(中2

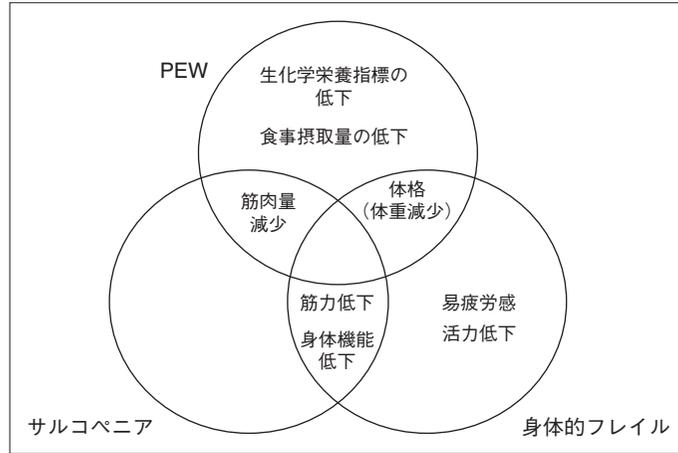


図1 PEWとサルコペニア・フレイルの関連性

表3 NRI-JHの計算方法

項目	スコア
BMI	<ul style="list-style-type: none"> ・ 20.0 kg/m²未満 3点 ・ 20.0 kg/m²以上 0点
血清アルブミン	<ul style="list-style-type: none"> ・ BCG法で測定している場合 65歳未満：3.7 g/dl未満 4点, 3.7 g/dl以上 0点 65歳以上：3.5 g/dl未満 4点, 3.5 g/dl以上 0点 ・ BCP改良法で測定している場合 65歳未満：3.4 g/dl未満 4点, 3.4 g/dl以上 0点 65歳以上：3.2 g/dl未満 4点, 3.2 g/dl以上 0点
血清クレアチニン	<ul style="list-style-type: none"> ・ 男性：65歳未満：11.6 mg/dl未満 4点, 11.6 mg/dl以上 0点 65歳以上：9.7 mg/dl未満 4点, 9.7 mg/dl以上 0点 ・ 女性：65歳未満：9.7 mg/dl未満 4点, 9.7 mg/dl以上 0点 65歳以上：8.0 mg/dl未満 4点, 8.0 mg/dl以上 0点
血清総コレステロール	<ul style="list-style-type: none"> ・ 130 mg/dl未満 1点 ・ 130以上220 mg/dl未満 0点 ・ 220 mg/dl以上 2点

(解説文) 各スコアの合計を計算し、3群にカテゴリー化する。

0～7点：低リスク, 8～10点：中間リスク, 11点以上：高リスク

BMIは透析後の体重, 生化学検査は透析前値を使用する。(文献¹⁴⁾を改変)

日空いた透析前に採血)を用い、PEWの診断項目を参考にして血液透析患者の栄養リスクを評価する指標(nutritional risk index for Japanese hemodialysis patients ; NRI-JH)を作成した(表3)¹⁴⁾。NRI-JHの1年生命予後に対する調整ハザード比は、低栄養リスク群と比べ、中栄養リスク群で1.96(95%信頼区間:1.77～2.16)、高栄養リスク群で3.91(95%信頼区間:3.57～4.29)であり、高齢者でも同様な層別化が可能であることから、NRI-JHは血液透析患者における簡便なPEW診断法である¹⁴⁾。

複合的栄養評価法とサルコペニア・フレイルの関連

サルコペニア・フレイルは低栄養と密接に関連するが、CKD患者を対象として栄養評価法とサルコペニア・フレイルの関連を調査した研究は限られる。以下に、最近の報告を紹介する。

1. SGA

血液透析患者(平均年齢：70.6歳)を対象として、サルコペニアの有無と7点式SGAによる低栄養の関連を調べた報告¹⁵⁾によると、低栄養(SGA

≤5点)はサルコペニア患者の66.7%、プレサルコペニア患者の65.7%に認め、非サルコペニア患者の51.2%と比べて合併頻度が高い。さらに、サルコペニアや低栄養を単独に合併した場合には生命予後に悪影響しないが、両者を同時に合併すると総死亡リスクが2.99倍高くなることから、サルコペニアと低栄養は相加的に透析患者の生命予後に影響する¹⁵⁾。

2. MIS

保存期ステージG3b～5の高齢CKD患者(平均年齢80歳)では、サルコペニア合併者のMISは平均6.6±6.5点、非合併者のMISは平均4.5±4.0点であり、サルコペニア合併者では点数が高い傾向にある($P=0.09$)¹⁶⁾。同じグループの報告¹⁷⁾では、低栄養(MIS>7)の頻度はフレイル高齢CKD患者で46%、非フレイルCKD患者では11%($P<0.001$)であった。

血液透析患者(平均年齢58.3歳)において、MISはサルコペニア・フレイル診断の握力低下のカットオフ値(男<27 kg, 女<16 kg)や生命予後に対する握力低下のカットオフ値(男<22 kg, 女<7 kg)と有意に相関する¹⁸⁾。腹膜透析患者では、身体的フレイルを合併した患者では非合併者に比べてMIS点数が有意に高く(5.12±2.30, vs. 7.13±3.22点, $P=0.001$)、身体的フレイルと抑うつ症状を同時に合併するとさらに点数が高い(9.48±3.9点, $P=0.0004$)¹⁹⁾。

3. GNRI

非CKD患者において、GNRIはサルコペニア・フレイルと関連することが報告されている。日本人の2型糖尿病患者526名(平均年齢67.1歳)を対象として、サルコペニア(Asian Working Group for Sarcopenia 2019; AWGS2019)とGNRIの関連を横断的に調査²⁰⁾すると、サルコペニアの合併率はGNRI<98未満では44.4%、GNRI≥98では9.0%であり、GNRI<98の患者群でサルコペニアの合併リスクが4.88倍高かった。中国人の高齢入院患者を対象とした横断調査²¹⁾では、フレイルの合併リスクはGNRIが92～98の場合は1.61倍、82～92の場合は2.31倍、GNRI<82の場合は4.02倍であり、GNRIスコアが低いほどフレイルの合併リスクが高かった。

CKD患者では、主にGNRIと生命予後や心血

管イベントの関連について検討されている。保存期CKD患者ではGNRI<96が心血管イベントの予測因子、GNRI<92が総死亡+心血管イベントの予測因子である²²⁾。

最近、日本人血液透析患者の握力低下(男<28 kg, 女<18 kg, AWGS2019)を予測するGNRI値として、91.5未満が報告されている(感度:0.46, 特異度:0.61)²³⁾。しかし、GNRI<91.5は生命予後のカットオフ値(89.3～96)²²⁾とほぼ同じである。さらに、血液透析患者ではGNRIとフレイル合併は関連しないことも報告されている²⁴⁾。したがって、サルコペニア・フレイルを早期に発見できるGNRIのカットオフ値については、さらなる検討が必要である。

4. MNA-SF

日本人血液透析患者におけるフレイルおよびプレフレイルの合併率は、MNA-SFが7点以下(低栄養)では43.5%と34.8%、8～11点(低栄養のおそれあり)では30.1%と50.0%、12～14点(栄養状態良好)では12.4%と56.5%であり、スコアが低いほどフレイルの合併頻度は高くなる²⁴⁾。したがって、MNA-SF≤11の場合には栄養状態良好と比べ、フレイルの合併リスクは7.1倍高くなる²⁴⁾。

PEWとサルコペニア・フレイルの関連

PEWの診断項目のうち、筋肉量減少はサルコペニアの診断項目と、体重減少はフレイルの診断項目と同じであるため、PEWとサルコペニア・フレイルは双方向性に関連する(図1)。高齢CKD患者(平均年齢80±6歳, eGFR 24±11 ml/min/1.73 m²)では、PEWの合併頻度はフレイル患者で38%、非フレイル患者で21%であり、フレイル高齢患者では有意にPEWを合併している($P<0.05$)¹⁷⁾。

CKD患者におけるPEWの成立機序と臨床転帰を図2に示す。CKD患者がPEWおよびサルコペニアによってフレイル状態に陥ると、最終的には要支援・要介護、施設入所、入院、死亡などの重大な転帰に至る。

GLIM基準

GLIM基準では、栄養スクリーニングによるリ

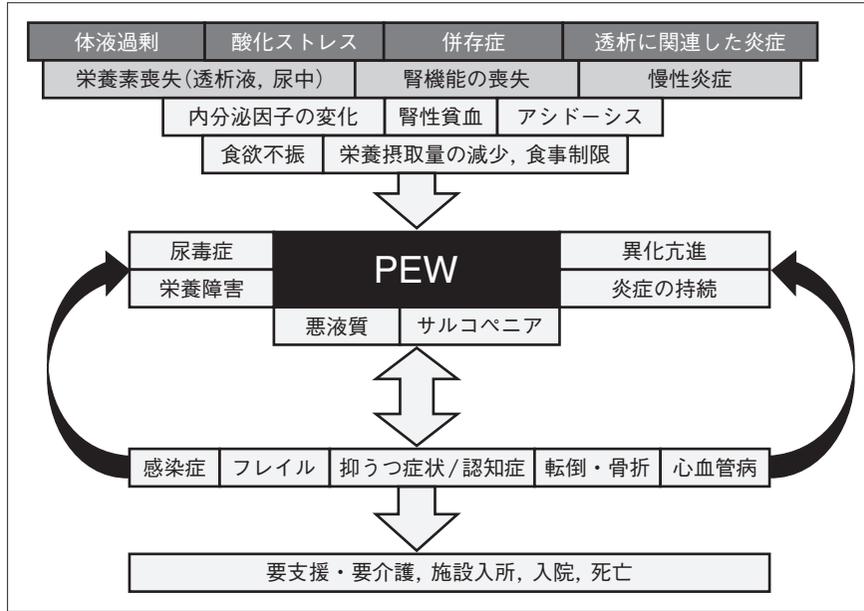


図2 CKD患者におけるPEWの病態と臨床転帰(著者作成)

現 症			病 因	
意図しない体重減少	低BMI	筋肉量減少	食事摂取量減少/ 消化吸収能低下	疾患による負荷/炎症の関与
<input type="checkbox"/> >5% 過去6か月以内 or <input type="checkbox"/> >10% 過去6か月以上	<input type="checkbox"/> <20 : 70歳未満 <input type="checkbox"/> <22 : 70歳以上 アジア <input type="checkbox"/> <18.5 : 70歳未満 <input type="checkbox"/> <20 : 70歳以上	<input type="checkbox"/> 筋肉量減少 : 身体組成測定 (DXA, BIA, CT, MRIなどで計測) アジア <input type="checkbox"/> 筋肉量減少 : 人種 による補正(上腕 周囲長, 下腕周囲 長などでも可)	<input type="checkbox"/> 食事摂取量 ≤50% (エネルギー必要量の) : 1週間以上 or <input type="checkbox"/> 食事摂取量の低下 : 2週間以上持続 or <input type="checkbox"/> 食物の消化吸収障害 : 慢性的な消化器症状	<input type="checkbox"/> 急性疾患や外傷による 炎症 or <input type="checkbox"/> 慢性疾患による炎症
上記3項目のうち1つ以上に該当			上記2項目のうち1つ以上に該当	

低 栄 養			
重 症 度 判 定			
現 症	体 重 減 少	低 BMI	筋 肉 量 減 少
ステージ1 中等度低栄養	<input type="checkbox"/> 5~10% : 過去6か月以内 <input type="checkbox"/> 10~20% : 過去6か月以内	<input type="checkbox"/> <20 : 70歳未満 <input type="checkbox"/> <22 : 70歳以上	<input type="checkbox"/> 軽度~中等度減少
ステージ2 重度の低栄養	<input type="checkbox"/> >10% : 過去6か月以内 <input type="checkbox"/> >20% : 過去6か月以内	<input type="checkbox"/> <18.5 : 70歳未満 <input type="checkbox"/> <20 : 70歳以上	<input type="checkbox"/> 重大な減少
低栄養と炎症に関連する病因別4分類			
■慢性疾患で炎症を伴う低栄養	■急性炎症あるいは外傷による高度の炎症を伴う低栄養	■炎症はわずか、あるいは認めない慢性疾患による低栄養	■炎症はなく飢餓による低栄養(社会経済的や環境要因による食糧不足に起因)

図3 GLIM基準を用いた低栄養診断

(<https://www.tyojuu.or.jp/kankoubutsu/gyoseki/frailty-yobo-taisaku/R2-2-7-2.html>を参照, 文献²⁵⁾を改変)

スク判定と表現型 (phenotypic criteria) と原因 (etiologic criteria) から低栄養を評価する²⁵⁾。本基準では、現症の3要素 (体重減少, BMI, 骨格筋量) のうち1つ以上に異常があり, かつ病因の2要素 (食事摂取量の減少または疾患による消化吸収問題, 炎症や外傷性疾患の影響) のうち1つ以上に異常を認めれば, 低栄養と診断する (図3)。

重症度は現症の3要素から中等度もしくは重度の低栄養かを判定し, 1つでも重度低栄養の基準を満たせば重度の低栄養と診断する。GLIM基準では, アジア人のBMIのカットオフ値は70歳未満で18.5 kg/m²未満, 70歳以上で20.0 kg/m²未満としている。

GLIM基準には低栄養の診断に骨格筋減少が用いられるため, 当然, サルコペニアやフレイルと関連する。注意点は, GLIM基準に用いるBMI, 体重減少, 骨格筋量などは体液過剰の影響を受けるため, 浮腫を認めない, あるいは浮腫が軽度な安定期の体重や骨格筋量を用いることである²⁵⁾。

血液透析患者においてGLIM基準の有用性を調べた報告²⁶⁾によると, GLIM基準によって7点式SGAやMISから判定した低栄養を同定できる感度は61~72%と低いため, 28~39%の患者では低栄養を見逃される可能性がある。さらに, 生命予後の予測能は7点式SGAやMISより劣るため, 血液透析患者ではGLIM基準より従来の7点式SGAやMISが栄養評価法として有用である。

おわりに

本稿ではCKD患者における複合的栄養指標 (7点式SGA, MIS, GNRI, MNA-SF) およびPEWとサルコペニア・フレイルの関連について紹介した。これまでの研究により, サルコペニア・フレイルを有するCKD患者ではこれら栄養指標から診断した低栄養の合併頻度が高いことが示されている。しかし, サルコペニアやフレイルの発症を早い段階でスクリーニングできる栄養評価法については確立できていない。

現時点で, サルコペニアのスクリーニング法である最大下腿周囲長 (男性<34 cm, 女性<33 cm) やフレイルの診断項目である体重減少 (半年間で2~3 kg) が, 現実的な栄養スクリーニング

法になると考えられる。

文 献

- 1) Detsky AS, Mclaughlin JR, Baker JP, et al. What is subjective global assessment of nutritional status? JPEN 1987; 11 : 8.
- 2) KDOQI clinical practice guidelines for nutrition in CKD : 2020 update. Am J Kidney Dis 2020 ; 76 (3 Suppl 1) : S1.
- 3) Windahl K, Faxén Irving G, Almquist T, et al. Prevalence and risk of protein-energy wasting assessed by subjective global assessment in older adults with advanced chronic kidney disease : results from the EQUAL study. J Ren Nutr 2018 ; 28 : 165.
- 4) Cuppari L, Meireles MS, Ramos CI, Kamimura MA. Subjective global assessment for the diagnosis of protein-energy wasting in nondialysis-dependent chronic kidney disease patients. J Ren Nutr 2014 ; 24 : 385.
- 5) Kalantar-Zadeh K, Kopple JD, Block G, Humphreys MH. A malnutrition-inflammation score is correlated with morbidity and mortality in maintenance hemodialysis patients. Am J Kidney Dis 2001 ; 38 : 1251.
- 6) Amparo FC, Kamimura MA, Molnar MZ, et al. Diagnostic validation and prognostic significance of the Malnutrition-Inflammation Score in nondialyzed chronic kidney disease patients. Nephrol Dial Transplant 2015 ; 30 : 821.
- 7) Carrero JJ, Thomas F, Nagy K, et al. Global prevalence of protein-energy wasting in kidney disease : a meta-analysis of contemporary observational studies from the International Society of Renal Nutrition and Metabolism. J Ren Nutr 2018 ; 28 : 380.
- 8) Yamada K, Furuya R, Takita T, et al. Simplified nutritional screening tools for patients on maintenance hemodialysis. Am J Clin Nutr 2008 ; 87 : 106.
- 9) Beberashvili I, Azar A, Sinuani I, et al. Comparison analysis of nutritional scores for serial monitoring of nutritional status in hemodialysis patients. Clin J Am Soc Nephrol 2013 ; 8 : 443.

- 10) Rubenstein LZ, Harker JO, Salva A, et al. 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.
- 11) Holvoet E, Vanden Wyngaert K, Van Craenenbroeck AH, et al. The screening score of Mini Nutritional Assessment (MNA) is a useful routine screening tool for malnutrition risk in patients on maintenance dialysis. *PLoS One* 2020 ; 15 : e0229722.
- 12) 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.
- 13) 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(2019年12月31日現在). <https://docs.jsdt.or.jp/overview/index.2020htm>
- 14) Kanda E, Kato A, Masakane I, Kanno Y. A new nutritional risk index for predicting mortality in hemodialysis patients : nationwide cohort study. *PLoS ONE* 2019 ; 14 : e0214524.
- 15) Macedo C, Amaral TF, Rodrigues J, et al. Malnutrition and sarcopenia combined increases the risk for mortality in older adults on hemodialysis. *Front Nutr* 2021 ; 8 : 721941.
- 16) Vettoretti S, Caldiroli L, Armelloni S, et al. Sarcopenia is associated with malnutrition but not with systemic inflammation in older persons with advanced CKD. *Nutrients* 2019 ; 11 : 1378.
- 17) Vettoretti S, Caldiroli L, Porata G, et al. Frailty phenotype and multi-domain impairments in older patients with chronic kidney disease. *BMC Geriatr* 2020 ; 20 : 371.
- 18) Xavier JS, de Góes CR, Costa Borges MC, et al. Handgrip strength thresholds are associated with malnutrition inflammation score (MIS) in maintenance hemodialysis patients. *J Ren Nutr* 2022 Feb 4 : S1051-2276(22)00015-2 [Online ahead of print]. doi : 10.1053/j.jrn.2022.01.014.
- 19) Szeto CC, Chan GCK, Ng JKC, et al. Depression and physical frailty have additive effect on the nutritional status and clinical outcome of Chinese peritoneal dialysis. *Kidney Blood Press Res* 2018 ; 43 : 914.
- 20) Takahashi F, Hashimoto Y, Kaji A, et al. Association between geriatric nutrition risk index and the presence of sarcopenia in people with type 2 diabetes mellitus : a cross-sectional study. *Nutrients* 2021 ; 13 : 3729.
- 21) Zhao Y, Lin T, Hou L, et al. Association between geriatric nutritional risk index and frailty in older hospitalized patients. *Clin Interv Aging* 2021 ; 16 : 1241.
- 22) Nakagawa N, Maruyama K, Hasebe N. Utility of geriatric nutritional risk index in patients with chronic kidney disease : a mini-review. *Nutrients* 2021 ; 13 : 3688.
- 23) Kono K, Moriyama Y, Yabe H, et al. Relationship between malnutrition and possible sarcopenia in the AWGS 2019 consensus affecting mortality in hemodialysis patients : a prospective cohort study. *BMC Nephrol* 2021 ; 22 : 378.
- 24) Takeuchi H, Uchida HA, Kakio Y, et al. The prevalence of frailty and its associated factors in Japanese hemodialysis patients. *Aging Dis* 2018 ; 9 : 192.
- 25) Cederholm T, Jensen GL, Correia MITD, et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition - a consensus report from the global clinical nutrition community. *Clin Nutr* 2019 ; 38 : 1.
- 26) Avesani CM, Sabatino A, Guerra A, et al. Comparative analysis of nutritional assessment using global leadership initiative on malnutrition versus subjective global assessment and malnutrition inflammation score in maintenance hemodialysis patients. *J Ren Nutr* 2021 Jul 27 : S1051-2276(21)00172-2 [Online ahead of print]. doi : 10.1053/j.jrn.2021.06.008.

* * *