

慢性腎臓病の運動療法とリハビリテーション

上月正博

東北大学大学院医学系研究科機能医科学講座内部障害学分野

key words : 透析, 慢性腎臓病, 腎臓リハビリテーション, 運動耐容能, 腎保護

要 旨

慢性腎疾患 (CKD) 患者に対する腎臓リハビリテーションの中核的役割を担う運動療法は, 透析患者では運動耐容能改善, PEW 改善, 蛋白質異化抑制, QOL 改善など, 保存期 CKD 患者では腎機能改善や透析導入先延ばしなどに貢献する可能性が高い。平成 28 年度診療報酬改定では, 「腎不全期患者指導加算」が設定された。今後, 「慢性腎臓病運動療法料」に発展させるべく, CKD 2~3 期の患者や透析患者でも運動療法のエビデンスをさらに強固にする必要がある。

はじめに

腎臓病といえはかつて安静にすることが治療のひとつであった。CKD 患者ではしかし, CKD 患者においても, 身体活動の低下は心血管疾患による死亡のリスクであること, 軽い運動が CKD を悪化させないことが明らかになり, CKD 患者にも運動療法が適用されるようになってきた。最近では運動療法は腎臓リハビリテーション (腎臓リハ) の中核として考えられ, CKD 患者の心大血管疾患発生予防効果や透析導入時期遅延効果の役割も期待されている。本稿では, 腎疾患患者における運動療法と腎臓リハに関して概説する。

1 CKD の疫学

日本腎臓学会の調査によると, わが国の成人人口における CKD 患者数は約 1,330 万人と推計される。

CKD の進行に伴って心血管疾患の発症率は加速的に高まる¹⁾。CKD 発症あるいは腎障害進行のリスクファクターは, 高血圧, 糖尿病, 脂質異常症, 高齢などで¹⁾, 超高齢社会のわが国では今後ますます CKD 患者数の増加が懸念される。

CKD が進行すると透析を行うことになる。わが国の慢性透析患者数は 320,448 人で, いまや国民約 400 人に 1 人の割合にまで高まった¹⁾。超高齢社会を反映して, 透析患者も年々高齢化し, 2014 年末の透析人口全体 320,448 人の平均年齢は 67.54 歳, 2014 年新規導入透析患者 36,377 人の平均年齢は 69.0 歳で, 年々増加している。透析導入患者を年齢層で見ると, 男性は 75~79 歳, 女性は 80~84 歳が最も多い²⁾。

2 CKD 患者とサルコペニア・フレイル

サルコペニアやフレイル (frailty) は, 認知症や転倒・疾病による機能障害に陥って介護が必要になる「直前の段階と正常との中間の」心身状態を示す新しい疾病概念である。CKD 患者ではサルコペニアやフレイルの割合が高く, 病状の進行, 日常生活動作 (ADL) の低下, 死亡率の増加にもつながり, 大きな社会問題となっている。

CKD 患者においては, 食思不振や食事制限による栄養摂取不足はサルコペニア・フレイルの主要因である。しかし, 栄養摂取不足のみならず, 尿毒症, 全身性の炎症, 糖尿病や心血管病などの併存疾患, 代謝性アシドーシスやインスリン抵抗性などの代謝・内分泌

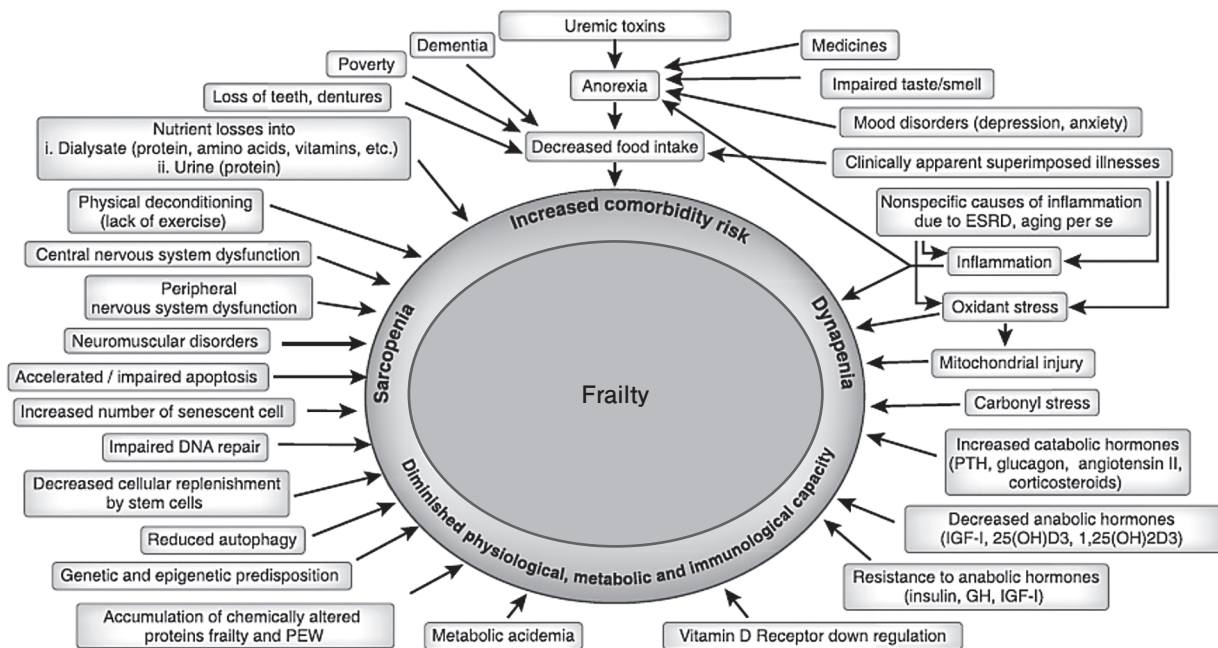


図1 CKD患者におけるフレイルの原因 (文献2を一部改変)

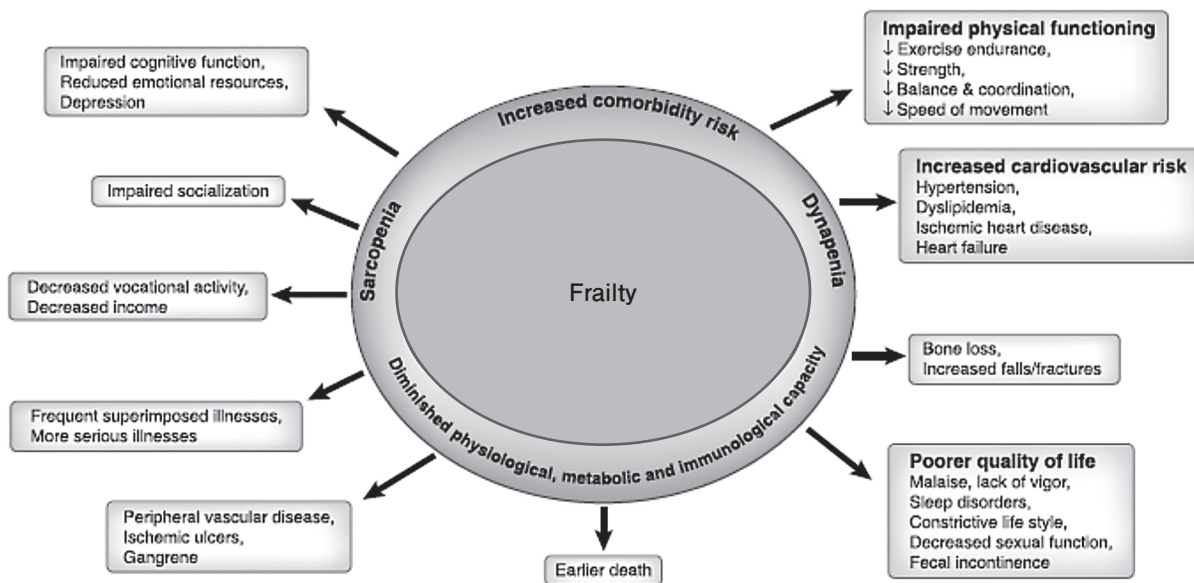


図2 CKD患者におけるフレイルがもたらす結果 (文献2を一部改変)

的異常, などもサルコペニア・フレイルの発症に関与している (図1)²⁾。さらに, 透析患者では, 透析による栄養素の喪失 (アミノ酸や蛋白質の透析液中への流出) や透析治療に関連した因子 (透析液中のエンドトキシンや透析膜の生体適合性など) も加わり, サルコペニア・フレイルを非常にきたしやすい。サルコペニア・フレイルは感染症, 心血管疾患, 虚弱や抑うつなどを引き起こし, さらにこれらの合併症がサルコペニア・フレイルを増悪させる要因となる (図2)²⁾。

フレイルが要介護状態の前段階とすると, この状態は日本では介護予防の二次予防対象者に相当する。したがって, 要介護状態をできるだけ予防するうえでもこのフレイルの予防, 介入は喫緊の課題である。サルコペニア・フレイルに対する包括的かつ積極的な介入がCKD患者のQOL向上や生命予後改善のために不可欠である。

3 CKD 患者と運動耐容能

透析患者の運動耐容能は心不全患者や慢性閉塞性肺疾患（COPD）患者のものと同レベルまで低下している³⁾。運動耐容能の低い透析患者や運動習慣のない透析患者の生命予後は悪く、透析患者にとっての運動不足は、低栄養や左室肥大と同程度の生命予後短縮の要因となっている⁴⁾。

透析患者の心血管疾患に対する K/DOQI 臨床ガイドラインには、「医療関係者は透析患者の運動機能評価と運動の奨励を積極的に行う必要がある」と明記してある⁵⁾。また、DOPPS 研究では、①定期的な運動習慣のある透析患者は、非運動透析患者に比較して生命予後が明らかに良いこと、②週当たりの運動回数が多いほど生命予後が良いこと、③定期的な運動習慣をもつ透析患者の割合が多い施設ほど、施設当たりの患者死亡率が低いことが明らかにされている⁶⁾。

4 腎臓リハとは

腎臓リハは、腎疾患や透析医療に基づく身体的・精神的影響を軽減させ、症状を調整し、生命予後を改善し、心理社会的ならびに職業的な状況を改善することを目的として、運動療法、食事療法と水分管理、薬物療法、教育、精神・心理的サポートなどを行う、長期にわたる包括的なプログラムである^{7,8)}。

サルコペニア・フレイル予防・治療のターゲット臓器とゴールは骨格筋とその機能維持であり、骨格筋量、筋力、身体機能は栄養素としては蛋白質摂取量に強い関連があるため、蛋白質の重要性が注目される。CKD 患者では、栄養治療として工夫された食事を摂取しても、摂取した蛋白質やアミノ酸は筋蛋白の合成には利用されにくい。筋蛋白合成の最大の刺激因子は運動であり、これがなければ筋蛋白としてではなく体脂肪として蓄積され、窒素は尿素に分解されてしまう。CKD 患者に栄養治療を行うさいには、適切な運動量を確保することがきわめて重要である。

5 CKD 透析患者に対する運動療法

腎臓リハの中核である運動療法は、透析患者に対して運動耐容能改善、PEW 改善、蛋白質異化抑制、QOL 改善などをもたらすことが明らかにされている（表 1）^{7,8)}。透析患者に対する運動療法の標準的なメニ

表 1 CKD 透析患者における運動療法の効果

1. 最大酸素摂取量の増加
2. 左心室収縮能の亢進（安静時・運動時）
3. 心臓副交感神経系の活性化
4. 心臓交感神経過緊張の改善
5. PEW（protein energy wasting）の改善
6. 貧血の改善
7. 睡眠の質の改善
8. 不安・うつ・QOL の改善
9. ADL の改善
10. 前腕静脈サイズの増加（特に等張性運動による）
11. 透析効率の改善
12. 死亡率の低下

文献 7 を改編。

ューは後述するが、原則として、非透析日に週 3～5 回、1 回に 20～60 分の歩行やエルゴメータなどの中強度（最大の 60% 未満）、あるいは Borg スケール 11（楽である）～13（ややきつい）での有酸素運動が中心となる。通常は運動施設か自宅で行う。また、運動前後のストレッチング、関節可動域維持訓練、低強度の筋力増強訓練（レジスタンストレーニング）を追加することが望ましい（表 2）⁷⁻⁹⁾。

最近では、透析の最中に下肢エルゴメータなどの運動療法を行う施設も増加してきた。透析中に運動療法を行う場合は、低血圧反応を避けるために、その運動は治療の前半中に試みられるべきである⁷⁻⁹⁾。透析中に運動を行うと、蛋白同化が促進され、またリンなどの老廃物の透析除去効率が高まり、1 回の透析時間を 4 時間から 5 時間にしたのと同程度の効果があるとされる¹⁰⁾。また、週 3 回の透析のさいに運動療法を行ってしまうことで、透析以外の時間帯に改めて長い運動時間を設定しなくてよい。

筆者は、2005 年から透析をしている最中にベッド上の器械（エルゴメータ）で行う運動療法の普及に努めてきた。筆者は、安価・軽量で、患者の体力に合わせて軽度～中程度の負荷量を調節できるエルゴメータの開発の必要性を感じ、国内の機器メーカーに提案し、ようやく条件を満たすものが完成した（「てらすエルゴ II」昭和電機製）（図 3）^{±2)}。現在では対象が透析患者のみならず、介護が必要な高齢者・障害者や認知症患者にも広がっている。

6 保存期 CKD 患者に対する運動療法

ACSM の慢性腎疾患患者のための運動勧告では、

表2 CKD 患者に推奨される運動処方

類 度	有酸素運動 3~5 日/週 レジスタンス運動: 2~3 日/週
強 度	中等度強度の有酸素運動 [すなわち酸素摂取予備能の 40~60%, ボルグ指数 (RPE) 6~20 点 (15 点法) の 11~13 点] レジスタンス運動は 1-RM の 70~75%
時 間	有酸素運動: 持続的な有酸素運動で 20~60 分/日, しかしこの時間が耐えられないのであれば, 3~5 分間の間欠的運動曝露で計 20~60 分/日 レジスタンストレーニング: 10~15 回反復で 1 セット, 患者の耐容能と時間に応じて, 何セット行ってもよい, 大筋群を動かすための 8~10 種類の異なる運動を選ぶ 柔軟体操: 健康成人と同様の内容が勧められる
種 類	ウォーキング, サイクリング, 水泳のような有酸素運動 レジスタンス運動のためには, マシンあるいはフリーウエイトを使用する
特別な配慮	血液透析を受けている患者 ・ トレーニングを非透析日に行ってよいが, 透析直後に行ってはならない ・ トレーニングを透析中に行うのであれば, 低血圧反応を避けるために, 透析時間の前半に行う ・ 心拍数は運動強度の指標としての信頼性は低いので, RPE を重視する ・ 患者の動静脈シャントに直接体重をかけない限りは, 動静脈接合部のある腕で運動を行ってよい, 血圧測定は動静脈シャントのない側で行う 腹膜透析を受けている患者 ・ 持続的携帯型腹膜透析中の患者は, 腹腔内に透析液があるうちに運動を試みるかもしれないが, この結果が思わしくない場合には, 患者は透析液を除去することが勧められる 移植を受けている患者 ・ 拒絶の間中は, 運動の強度と時間は減少されるべきであるが, 運動は継続して実施してよい

RPE: rating of perceived exertion (自覚的運動強度), 1-RM: 1 repetition maximum (最大 1 回反復重量), 文献 9 より引用.



図3 透析中の運動療法に用いられる負荷量可変式エルゴメータの例 (てらすエルゴ II) (参考 URL 2 より引用)

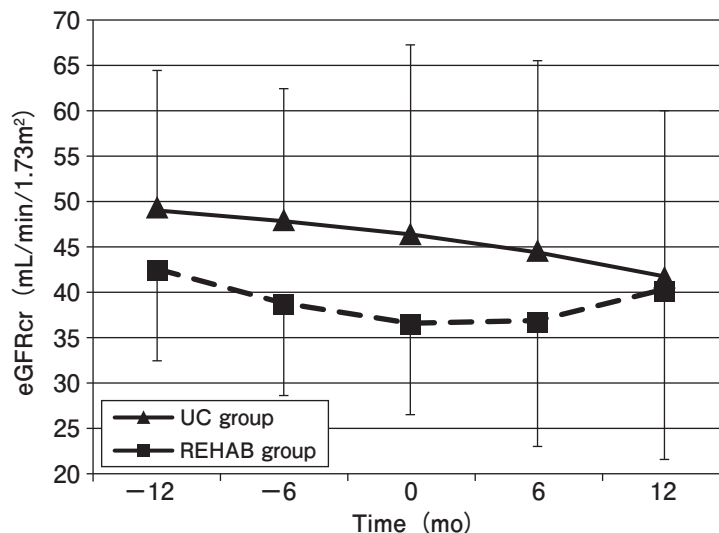


図4 有酸素運動による効果

CKD stage 3, 4 患者が, 1 回 40 分, 週 3 回, 12 カ月の有酸素運動 (エルゴメータ中心) で, eGFR 低下スロープが改善する. (文献 12 より引用)

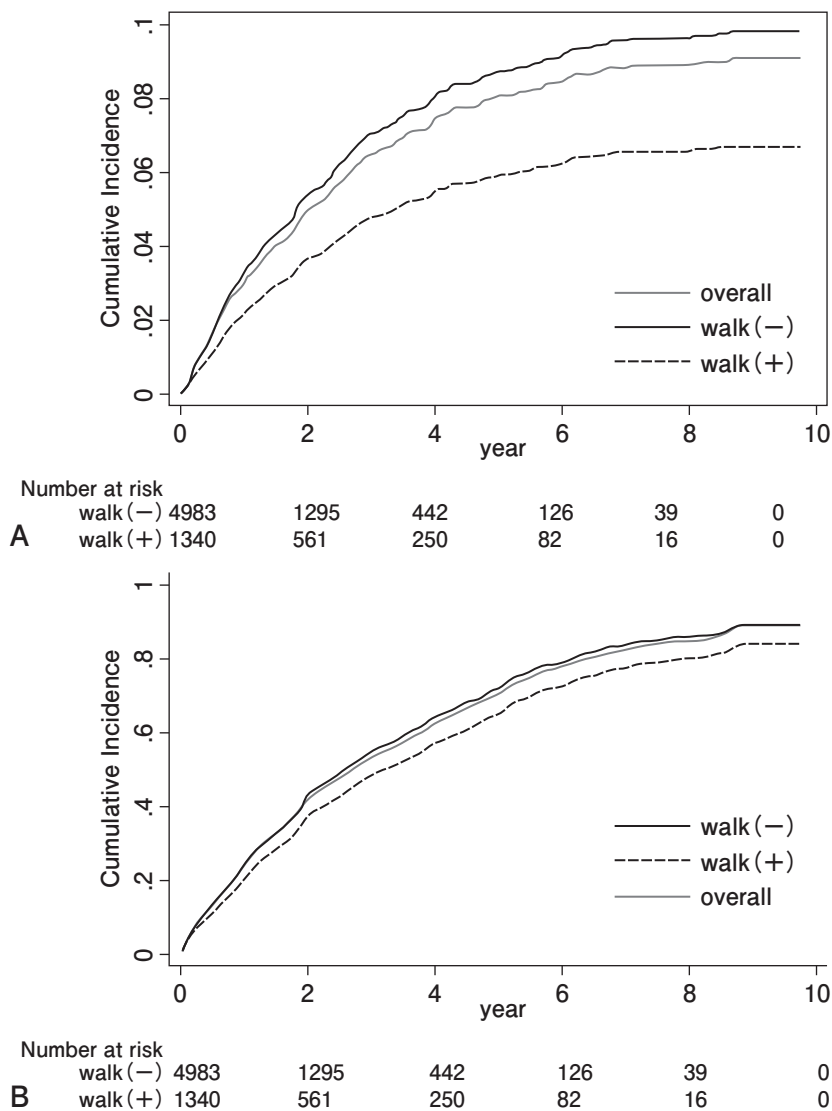


図5 運動療法による効果

CKD stage 3~5 患者が, 運動療法を行うことで総死亡率や腎不全代替療法移行を抑制する. (文献 13 より引用)

腎不全患者の運動処方考え方としては、一般向けの勧告をもとに、「初期の運動強度を軽度（酸素摂取予備能の40%未満）から中等度（酸素摂取予備能の40~60%）の強度とし、そして患者の運動耐容能に基づいて時間をかけて徐々に進行させていくように修正すべきである」というものとされている⁹⁾。また、安定した腎不全患者であれば、筋力増強運動は健康のために重要であるとされている⁹⁾。

筆者らは長期的運動による腎への影響について検討してきたが、ある種のCKD動物モデルでは、長期的運動が腎保護作用を有することを見出した⁷⁾。臨床でも、保存期CKD患者が運動療法を行うことで腎機能(eGFR)が改善するという報告や、死亡率や透析移行率が低下したという報告が相次いでいる(図4, 図5)^{11~13)}。

7 腎不全期患者指導加算

2011年に職種を超えた学術団体である日本腎臓リハ学会が設立され、学術集会も充実している³⁾。診療報酬に関して、日本腎臓リハ学会が中心になって要求してきた「慢性腎臓病運動療法料」は、保存期糖尿病性腎症の患者のみならず、保存期CKD患者一般や透析患者をも含む出来高のリハ料・運動療法料であったが、平成28年度診療報酬改定では、糖尿病性腎症

の患者が重症化し、透析導入となることを防ぐため、進行した糖尿病性腎症の患者に対する質の高い運動指導を評価するために新たに腎不全期患者指導加算(月1回, 100点)が設定された(図6)³⁾。具体的な運動内容、禁忌、中止基準などに関しては、日本腎臓リハ学会ホームページに、「保存期CKD患者に対する腎臓リハビリテーションの手引き」を掲載しているので参考にされたい³⁾。

今回認定された対象は、糖尿病性腎症で腎不全期(eGFR (mL/分/1.73 m²) が30未満)の患者というあくまで限定的なものであり、対象範囲を早急に拡げていく必要がある。今後、腎不全期患者指導加算を本来めざしていた「慢性腎臓病運動療法料」に発展させるべく、CKD2期以上の患者や透析患者でも運動療法のエビデンスをさらに強固にして、適応拡大や増点になるように、読者諸氏にはCKD2期以上の患者や透析患者での運動療法のアウトカム評価のご協力をお願いする次第である。

おわりに

超高齢社会が到来して低体力者が増加し、車やエアコンなどの文明の発展につれて運動不足はもはや「世界的な伝染病」になったことから、安静がかえって自立を妨げたり、心血管系疾患などの増加につながるこ

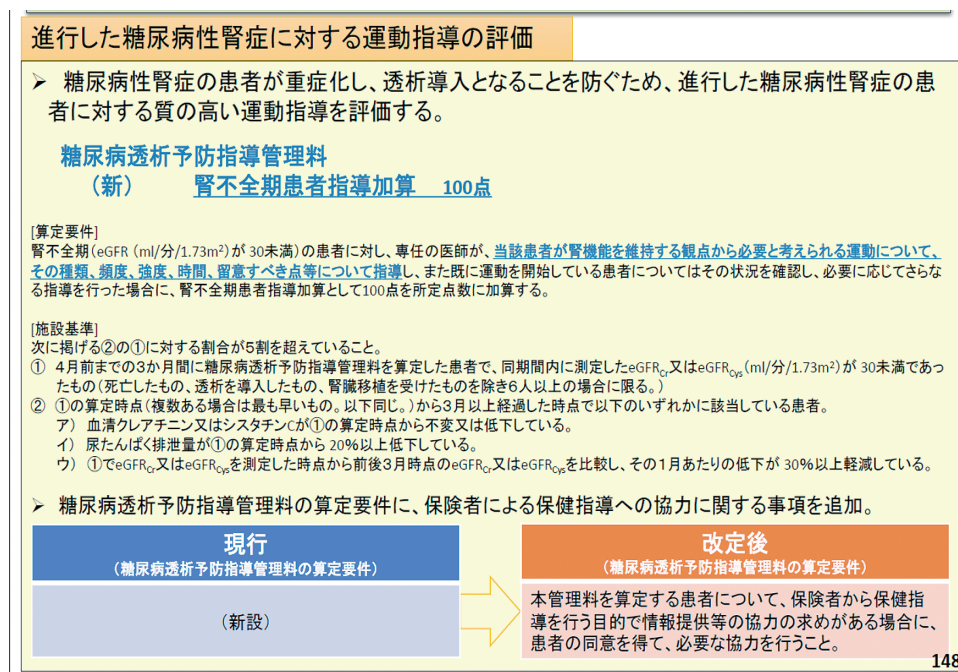


図6 腎不全期患者指導加算

(参考 URL 3)4 より引用)

これまでのCKD患者：運動制限

- 保存期CKD患者 → 腎機能を悪化させないために安静が治療の一つ
 CKD透析患者 → 透析前後は疲労が出やすく、安静にしがち



- ・医療・透析技術の進歩、超高齢社会の到来(患者の超高齢化)
- ・運動療法のエビデンス蓄積

これからのCKD患者：運動療法

- 保存期CKD患者 → ・運動療法では腎機能は悪化しない、むしろ改善する
 ・透析移行を防止するための治療法の1つとして運動療法が必要
 ・運動療法は心血管疾患の予防に有効
 ・サルコペニア・フレイル・Protein-Energy Wasting (PEW) 予防に有効
- CKD透析患者 → ・運動療法では透析効率が改善する
 ・ADLの改善、降圧薬・心不全治療費の減少のための治療法の1つとして運動療法が必要
 ・運動療法は心血管疾患の予防に有効
 ・サルコペニア・フレイル・Protein-Energy Wasting (PEW) 予防に有効

図7 CKD患者における腎臓リハ運動療法の考え方

(文献15より引用)

とも明らかになり、その対策が重要である¹⁴⁾。

これまでの透析医療では透析量、貧血、水電解質異常、骨ミネラル代謝などに対して集中的に対応されてきたが、今後は、サルコペニア・フレイルにももっと注意を向けていく必要がある。サルコペニア・フレイルやフレイル予備軍への介入は、患者の身体機能低下を遅延させ、入院や死亡を減らし、ADLやQOLの改善や死亡率の低下に役立つと考えられる。図7にCKD患者に対する腎臓リハの考え方を示した¹⁵⁾。これまでのリハ医療は、“adding life to years” (生活機能予後やQOLの改善)を主目的に発展してきた。しかし、腎臓リハに積極的に取り組むことによりCKD患者の“adding life to years and years to life” (生活機能予後やQOLの改善のみならず生命予後の延長)を達成できる¹⁶⁾。

折しも、2016年の診療報酬改定では糖尿病透析予防指導管理料に腎不全期患者指導加算が新設されたことにより、医師の運動処方に基づいた運動療法・腎臓リハに経済的支援がなされることになった。「運動制限から運動療法へ」のコペルニクス的転換を果たしたこの領域に、サルコペニア・フレイルの予防・改善、生命予後改善、透析導入予防などの役割という大きな役割が期待されている。今後の腎臓リハの普及・発展を願うとともに、関係者の積極的な参加を期待する。

文 献

1) 政金生人, 他: わが国の慢性透析療法の現況 (2014年12

月31日現在). 透析会誌 2016; 49: 1-34.

- Kim JC, Kalantar-Zadeh K, Kopple JD: Frailty and protein-energy wasting in elderly patients with end stage kidney disease. J Am Soc Nephrol 2013; 24: 337-351.
- Painter P: Physical functioning in end-stage renal disease patients: Update 2005. Hemodial Int 2005; 9: 218-235.
- O'Hare AM, et al.: Decreased survival among sedentary patients undergoing dialysis: results from the dialysis morbidity and mortality study wave 2. Am J Kidney Dis 2003; 41: 447-454.
- NKF-K/DOGI: K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Cardiovascular Disease in Dialysis Patients. Am J Kid Dis 2005; 45(Suppl 3): S1-S128.
- Tentori F, et al.: Physical exercise among participants in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS): correlates and associated outcomes. Nephrol Dial Transplant 2010; 25: 3050-3062.
- 上月正博: 腎臓リハビリテーション. 医歯薬出版, 2012.
- Kohzuki M: Renal rehabilitation: present and future perspectives. Hemodialysis Suzuki H(ed.). InTech, 2012; 743-751.
- Pescatello LS, Arena R, Riebe D, et al.: ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 9th Ed. Philadelphia, PA, 2014; 305-308.
- Vaithlingam I: Time and exercise improve phosphate removal in hemodialysis patients. Am J Kidney Dis 2004; 43: 85-89.
- Baria F, Kamimura MA, Aoike DT, et al.: Randomized controlled trial to evaluate the impact of aerobic exercise on visceral fat in overweight chronic kidney disease patients. Nephrol Dial Transplant 2014; 29: 857-864.
- Greenwood SA, Koufaki P, Mercer TH, et al.: Effect of exercise training on estimated GFR, vascular health, and cardiorespiratory fitness in patients with CKD: a pilot randomized

- controlled trial. *Am J Kidney Dis* 2015; 65 : 425-434.
- 13) Chen IR, et al. : Association of walking with survival and RRT among patients with CKD stages 3-5. *Clin J Am Soc Nephrol* 2014; 9 : 1183-1189.
- 14) 上月正博 : 「安静」が危ない！ 1日で2歳も老化する！ —「らくらく運動療法」が病気を防ぐ！ 治す！. さくら舎, 2015.
- 15) 上月正博 : 高齢のCKD患者において, サルコペニア・フレイル・protein-energy wasting (PEW) 対策をどうとるか. *内科* 2015; 116 : 941-945.
- 16) Kohzuki M, Sakata Y, Kawamura T, et al. : A paradigm shift in rehabilitation Medicine : From “adding life to years” to “adding life to years and years to life”. *Asian Journal of Human Ser-*

vices 2012; 2 : 1-7.

参考 URL

- ‡1) 「社団法人日本透析医学会ホームページ 図説 わが国の慢性透析療法の現況」<http://docs.jsdt.or.jp/overview/index.html>
- ‡2) 「昭和電機てらすエルゴホームページ」<http://www.showadenki.co.jp/terasu/product/erugo/erugo2/>
- ‡3) 「日本腎臓リハビリテーション学会ホームページ」<http://jsrr.jimdo.com/>
- ‡4) 厚生労働省「平成28年度診療報酬改定について, 厚生労働省ホームページ」<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000106421.html>