慢性腎臓病入院患者における自立歩行に関連する 評価項目の検討

山内 真哉¹ 内山 侑紀² 児玉 典彦² 道免 和久²

¹兵庫医科大学病院リハビリテーション部

²兵庫医科大学リハビリテーション科

キーワード：腎機能障害，日常生活動作，移動能力評価法

〈要旨〉

【目的】本研究の目的は，慢性腎臓病（chronic kidney disease：CKD）入院患者において自立歩行に関連する評価項目を検討することである。【方法】研究デザインは横断的研究とした。対象は，CKD stage 4～5 の CKD 患者 70 例とした。対象を歩行自立群と非自立群に分類し，基礎情報や血液検査データ，身体機能をもとにロジスティック回帰分析を行った。さらに，ROC 曲線からカットオフ値を算出した。【結果】分析の結果，算出された評価項目とカットオフ値は，膝伸展筋力体重比 30.5%，片脚立位保持時間 2.7 秒であった。【結論】本研究の結果から，膝伸展筋力，片脚立位保持時間は CKD 入院患者の自立歩行に関連しており，自立歩行可否の判断にはこれら評価項目の必要性が示唆された。

Examination of the assessment items related to independent walking in chronic kidney disease patients

Shinya Yamauchi¹, Yuki Uchiyama², Norihiko Kodama², Kazuhisa Domen²

¹Department of Rehabilitation, Hyogo College of Medicine Hospital

²Department of Rehabilitation, Hyogo College of Medicine

Keywords：kidney disease, activities of daily living, assessment of locomotion

〈Abstract〉

【Purpose】The purpose of this study was to examine the assessment items related to independent walking in chronic kidney disease (CKD) patients. 【Methods】This was a cross-sectional study that included 70 inpatients with stage 4 to 5 CKD. The patients were divided into an independent walking group and a dependent walking group. Logistic regression analysis based on the patient characteristics, blood test data, and physical function was performed, and the cut-off values were calculated. 【Results】The identified assessment items and their respective cut-off values were as follows: knee extension strength (KES) to body weight ratio, 30.5%; and one-leg standing time (OLST), 2.7 s. 【Conclusion】This study revealed that the KES and OLST were related to independent walking ability in CKD patients. These assessments are necessary to evaluate whether independent walking is possible.

緒 言

透析患者は，運動耐容能や筋力などの身体機能が低下しており^{1,2)}，運動耐容能が低い患者や運動習慣のな

い患者は生命予後も悪いと報告されている³⁾。また，透析患者のみならず，保存期慢性腎臓病（chronic kidney disease：CKD）患者の身体機能も低下しており，歩行速度や6分間歩行距離は健常人の7割程度に低下，timed up and go（TUG）時間は4割程度延長してい

山内 真哉 兵庫医科大学病院リハビリテーション部 〒663-8501 兵庫県西宮市武庫川町 1-1

Shinya Yamauchi Tel: 0798-45-6358 Fax: 0798-45-6948

〔受付日：2018 年 1 月 26 日，受理日：2018 年 5 月 11 日〕

たと報告されている⁴⁾。また、身体機能低下はCKD患者の生命予後にも大きく影響しており、腎機能や血清バイオマーカーより、歩行速度やTUG時間のほうが3年後の死亡リスクをより強力に予想できていたとの報告もある⁴⁾。そのような状況の中で、理学療法士は腎臓病入院患者の必要以上の安静を減らし、早期離床に努め、廃用症候群を予防する必要がある。そのためには、理学療法士が自立歩行可能か否かを正確に判断する必要がある。

腎臓病患者の歩行に関する先行研究は、転倒をアウトカムとした報告が散見される。それでは、臨床検査値、糖尿病など合併症の有無、服薬数などが危険因子と報告され⁵⁾、身体機能では10 m 介助なく歩けるかどうか危険因子となることが報告されている⁶⁾。しかし、具体的な下肢筋力の数値を示した報告や自立歩行をアウトカムとした報告は見あたらない。腎臓病入院患者の自立歩行に関連する評価項目やそのカットオフ値を明らかにすることは、早期自立歩行獲得の一助になると考える。

そこで、本研究の目的は、CKD 入院患者において自立歩行に関連する評価項目とカットオフ値を検討することとした。

I. 方 法

1. 研究デザイン

研究デザインは横断研究とした。対象は2012年4月～2017年3月の間に兵庫医科大学病院に入院し、主治医から理学療法の依頼があった20歳以上の保存期から透析期のCKD患者とした。選択基準は、CKDの内科的治療後全身状態が安定し、各身体機能測定が実施可能な患者で、CKD stage 4～5のCKD患者を対象とした。除外基準は、発熱や重症感染症などにより全身状態が不安定な患者、胸水の貯留などにより呼吸状態が不安定な患者、循環動態が不安定な患者、安静度が歩行に至っていない患者、重度の関節変形がある患者、明らかな中枢神経症状がある患者、精神障害がある患者、痛みの影響により歩行が行えない患者、重度の感覚障害がある患者、C反応性蛋白(CRP: C-reactive protein)が10 mg/dL以上の患者とした。除外基準に該当した患者に加えて、分析に必要なデータに欠損がみられた患者を除外し、最終的に70名を分析対象とした。なお、本研究は兵庫医科大学倫理審査委員会の承認を受け実施した(承認番号2802)。

2. 測定項目

基礎情報

カルテから基礎情報として、性別、年齢、体格指数(body mass index: BMI)、診断名、透析の有無、合併症、既往歴、入院日数(入院から測定実施日までの日数)を調査した。

血液検査データ

カルテよりCRP、総蛋白(total protein: TP)、アルブミン(albumin: Alb)、赤血球数(red blood cell: RBC)、ヘモグロビン(hemoglobin: Hb)、血清クレアチニン(Cr: creatinine)、推定糸球体濾過量(eGFR: estimate glomerular filtration rate)を調査した。

膝伸展筋力

膝伸展筋力の測定は、ハンドヘルドダイナモメーター μ Tas MT-1 (ANIMA社製)⁷⁾を用いた。測定肢位は端座位で、体幹は垂直位とし、両上肢を胸の前方で組んだ姿勢とした。センサーパッドを下腿遠位部に固定し、自然下垂位(膝関節屈曲90°)となるように固定ベルトの長さを調節した。最大努力による等尺性膝伸展運動を5秒間行わせ、左右それぞれ2回ずつ測定を実施し、その中の最大筋力を体重で除した値膝伸展筋力体重比を測定値とした。

片脚立位保持時間

片脚立位保持時間⁸⁾は、平行棒などの支持物がない環境下で、患者に両上肢下垂位で一側の足を軽く挙上した開眼片脚立位保持を指示した。挙上下肢の足が床に接地するか、もしくは身体が大きく傾いた時点で終了とし、30秒を上限として左右それぞれ2回測定し、最大値を採用した。

歩行自立度

歩行自立度の評価は、機能的自立度評価表(functional independence measure: FIM)⁹⁾を用いた。FIMでは完全自立7点、修正自立6点、監視5点、最小介助4点、中等度介助3点、最大介助2点、全介助1点で評価され、病院内もしくは病棟内歩行が独歩可能な場合もしくは50 m以上の歩行が安全への配慮なく行える場合を自立(6点以上)、トイレ歩行などは自立しているが50 m以上の歩行には監視や指示を要する場合を監視(5点)、距離にかかわらず介助を要する場合を要介助(4点以下)として評価した。FIM 6点以上を歩行自立群、5点以下を非自立群に分類した。

すべての評価項目は、理学療法介入期間中に調査した。ただし、理学療法介入直後、退院前などの評価時期は患者によって異なっていた。また、各患者の歩行自立判定と各評価項目はすべて同一の日に調査した。

表 1 患者の基礎情報

	全症例 (n=70)	歩行自立群 (n=25)	歩行介助群 (n=45)	p 値
年齢 (歳)	75.0±8.7	73.1±10.4	76.7±7.9	0.22
性別 (n)				0.765
男	37 (53%)	14	23	
女	33 (47%)	11	22	
BMI	21.1±3.8	21.6±3.7	20.6±3.8	0.295
透析患者 (n)	46 (66%)	17	28	0.715
合併症 (n)				
高血圧	57 (81%)	23	34	0.09
糖尿病	49 (70%)	20	29	0.174
既往歴 (n)				
整形疾患	20 (29%)	5	15	0.237
脳梗塞	18 (26%)	5	13	0.415
入院期間 (日)	32.9±35.4	26.5±17.3	34.9±38.2	0.985
血液検査データ				
eGFR (mL/分/1.73 m ²)	9.7±5.7	10.1±5.6	9.9±6.1	0
Cr (mg/dL)	5.5±2.3	5.0±2.0	5.6±2.4	0.187
CRP (mg/dL)	1.3±1.9	0.6±1.2	1.6±2.0	<0.01
TP (g/dL)	6.0±0.8	6.1±0.7	5.9±0.7	0.466
Alb (g/dL)	2.9±0.5	3.2±0.4	2.8±0.6	<0.01
RBC (10 ⁴ /μL)	325±43	328±39	324±46	0.505
Hb (g/dL)	9.7±1.0	9.7±1.0	9.7±1.0	0.562
膝伸展筋力 (kgf/kg)				
みぎ下肢	27.0±12.2	36.2±13.0	22.1±9.0	<0.01
ひだり下肢	25.3±10.9	32.4±11.2	21.8±9.1	<0.01
最大	28.4±12.2	37.6±12.7	23.7±9.3	<0.01
片脚立位保持時間 (秒)				
みぎ下肢	3.6±6.5	8.8±9.2	0.9±1.4	<0.01
ひだり下肢	3.5±6.2	8.7±8.4	0.8±1.3	<0.01
最大	4.3±7.0	10.4±9.2	1.1±1.6	<0.01

BMI: body mass index, eGFR: estimate glomerular filtration rate, Cr: creatinine, CRP: C reactive protein, TP: total protein, Alb: albumin, RBC: red blood cell, Hb: hemoglobin
Mean±SD

3. 統計解析

すべてのデータにおける正規性は Shapiro-Wilk 検定にて確認した。歩行自立群と非自立群の2群間において、対応のない T 検定, Mann-Whitney の U 検定, χ^2 検定を用いて比較した。次に, 自立歩行に関連する評価項目を明らかにするために, 歩行自立と非自立を従属変数, 単変量解析において有意差 ($p<0.05$) が認められた項目を独立変数として, ロジスティック回帰分析を行った。ロジスティック回帰のモデルへの適合度の評価は Hosmer-Lemeshow 検定を用い, 有意確率が 0.05 以上の場合適合するとした。さらに, ロジスティック回帰分析で選択された項目について, FIM との相関係数を算出するとともに, receiver operating characteristic curve (ROC 曲線) での分析を行い, 曲線下面積 (area under the curve: AUC) を算出しカットオフ値を求めた。なお, カットオフ値は ROC 曲線の図左上隅からの最小距離となる点をカットオフポイントと定めた。統計ソフトは IBM SPSS Statistics for

windows version 21.0 (IBM Corporation, Armonk, NY USA) を用い, 有意水準は 5% とした。

II. 結 果

70 例中, 歩行自立群は 25 例, 非自立群は 45 例であった。単変量解析の結果を表 1 に示す。有意差が認められた項目は, CRP, Alb, 膝伸展筋力体重比, 片脚立位保持時間の 4 項目であった (すべて $p<0.01$)。ロジスティック回帰分析の結果を表 2 に示す。ロジスティック回帰分析を行うにあたり, 単変量解析で有意差が認められた各項目間の多重共線性は存在しなかった。また, 各項目の粗オッズ比と 95% 信頼区間を検討した後, 年齢を調整因子とする調整オッズ比を算出した。分析の結果, 膝伸展筋力体重比 (オッズ比 1.099, $p<0.05$, 95% 信頼区間: 1.016–1.188) と片脚立位保持時間 (オッズ比 1.761, $p<0.01$, 95% 信頼区間: 1.262–2.456) が選択された。モデル χ^2 検定の結果は $p<0.01$

表 2 ロジスティック回帰分析の結果

	偏回帰係数	有意確率 (p)	粗オッズ比	調整オッズ比	95%信頼区間
膝伸展筋力	0.094	<0.05	1.122	1.099	1.016-1.188
片脚立位保持時間	0.566	<0.01	1.912	1.761	1.262-2.456
定数	5.269				

モデル χ^2 検定: $p < 0.01$ Hosmer と Lemeshow の検定: $p = 0.246$ 判別の中率: 81.2%

表 3 FIM と膝伸展筋力, 片脚立位保持時間との相関係数

	膝伸展筋力	片脚立位保持時間
FIM (歩行)	0.661**	0.525**

FIM: functional independence measure

** $p < 0.01$

図 1 膝伸展筋力と片脚立位保持時間の receiver operating characteristic (ROC) 曲線
カットオフ値は ROC 曲線の図左上隅からの最小距離となる点をカットオフポイントと定めた。

表 4 膝伸展筋力と片脚立位保持時間のカットオフ値, 感度, 特異度, AUC の結果

	カットオフ値	感度 (%)	特異度 (%)	AUC
膝伸展筋力	30.5%	72	77.8	0.784
片脚立位保持時間	2.7 秒	84	84	0.881

AUC: area under the curve

で有意であり, Hosmer と Lemeshow の検定結果は $p = 0.246$ で問題はなく, 判別の中率も 81.2%と良好な結果であった。ロジスティック回帰分析で選択された 2 項目と FIM との相関係数を表 3 に示す。FIM と膝伸展筋力 (相関係数 0.661), FIM と片脚立位保持時間 (相関係数 0.525) にはそれぞれ有意な相関関係を認めた (いずれも $p < 0.01$)。ROC 曲線 (図 1) より算出した AUC, カットオフ値および感度と特異度を表 4 に示す。膝伸展筋力体重比は, カットオフ値 30.5%, 感度 72%, 特異度 77.8%, AUC 0.784 であった。片脚立位

保持時間は, カットオフ値 2.7 秒, 感度 84%, 特異度 84%, AUC 0.881 であった。

Ⅲ. 考 察

今回われわれは, CKD 入院患者において自立歩行に関連する評価項目を検討した。ロジスティック回帰分析の結果, 膝伸展筋力体重比と片脚立位保持時間が選択された。また, そのそれぞれのカットオフ値は, 膝伸展筋力体重比 30.5%, 片脚立位保持時間 2.7 秒で

あった。

腎臓病患者の下肢筋力が低下していることは明らかである^{10~13)}。腎臓病患者を対象とした歩行に関連する報告では、転倒をアウトカムとした報告が散見され、臨床検査値、糖尿病など合併症の有無、服薬数⁵⁾、10 m 介助なく歩けるかどうか⁶⁾などが関連要因としてあげられている。しかし、具体的な筋力の数値を示した報告や自立歩行をアウトカムとした報告は見あたらない。運動器疾患以外の報告では、山崎らの運動器疾患のない高齢者を対象とした報告¹⁴⁾において、等尺性膝伸展筋力体重比が40%を下回ると筋力の低下に従って院内独歩が自立しない者が増加し、30%を下回った場合には院内独歩が自立した者は1割未満にとどまると報告されている。また、地域高齢者を対象としたIkezoeらの報告¹⁵⁾では、自立歩行には膝伸展筋力体重比が45.5%必要であると報告されている。さらに、高齢の心大血管疾患患者を対象とした森尾らの報告¹⁶⁾では、膝伸展筋力体重比が40%を超える例が歩行自立に至ったが、それ以下の区分では筋力低下に従って自立例が減少し、0.2 kgf/kgを下回ると全例が歩行自立に至らなかったと報告している。これら報告からも、膝伸展筋力が自立歩行に影響し、疾患の種類にかかわらず自立歩行の指標として有用であることがうかがえる。本研究での歩行自立のための膝伸展筋力のカットオフ値は30.5%と算出された。山崎らの報告では、院内歩行自立をアウトカムとしている一方で、本研究では歩行の評価尺度としてFIMを用い、50 m以上の歩行の自立をアウトカムとしている。また、Ikezoeらの報告ではBarthel Indexを評価尺度として用いている。森尾らの報告では本研究と同様にFIMを評価尺度として用いているが、カットオフ値ではなく膝伸展筋力区分を示している。これらを鑑みると、本研究での歩行自立のための膝伸展筋力体重比のカットオフ値30.5%は妥当な数値であると考えられる。

片脚立位保持時間については歩行能力の関連要因となることは明らかである^{17~20)}。また、腎臓病患者においてはバランス能力が低下しており転倒しやすいことも報告されている^{21~23)}。しかし、膝伸展筋力と同様に自立歩行をアウトカムとした報告は見あたらない。高齢者を対象に転倒をアウトカムとしたVellasら¹⁷⁾の報告では、316人の高齢者の3年間のコホート研究から、開眼片脚起立時間が5秒未満であることが転倒の危険因子になると報告している。本研究での歩行自立のための片脚立位保持時間のカットオフ値は2.7秒と算出された。各報告によって測定回数などのテスト手順が異なる²⁴⁾ことや、対象やアウトカムが異なるために先

行研究との単純比較は困難である。片脚立位は、下肢筋力²⁵⁾に加えて、足関節制御²⁶⁾、足指筋力や足底感覚²⁷⁾などの足部の機能を反映するとされている。膝伸展筋力に加えて、片脚立位保持時間を評価することで下肢全体の機能を評価することにつながり、より高い判別精度を得られる可能性があると考えられる。

最後に本研究の限界について検討を加える。第1に、本研究は横断研究であるため関連性を検討したにすぎない。したがって、今後は縦断研究において自立歩行の予測因子を検討していく必要がある。第2に、本研究の対象は、理学療法の依頼があったCKD患者でかつ各種の測定が可能であった患者のみであるため、選択バイアスがかかっている可能性がある。また、保存期から透析期の患者を含むため、今後はCKDの重症度別での検討を行っていく必要がある。第3に、疾患の罹患歴や透析歴が明確でないために結果に影響を及ぼした可能性がある。第4に、本研究ではAlb以外の栄養状態の指標は考慮していない。当然のことながら栄養状態もCKD患者の歩行能力に影響を及ぼすことが考えられ、今後は四肢骨格筋肉量(skeletal muscle mass index: SMI)を始めとする栄養状態の指標を踏まえた検討を行っていく必要がある。

結 語

今回、腎臓病入院患者における自立歩行に関連する評価項目とカットオフ値は膝伸展筋力体重比30.5%、片脚立位保持時間2.7秒であった。本研究の結果から、膝伸展筋力および片脚立位保持時間は腎臓病入院患者の自立歩行に関連しており、自立歩行可否の判断にはこれら評価項目の必要性が示唆された。また、算出されたカットオフ値は、腎臓病入院患者の自立歩行の可否を判断するのに役立つ可能性がある。

利益相反に関する開示事項：開示すべき利益相反状態はない。

文献

- 1) Painter P. Physical functioning in end-stage renal disease patients: update 2005. *Hemodial Int* 2005; 9: 218-35.
- 2) 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.
- 3) O'Hare AM, Tawney K, Bacchetti P, Johansen KL. Decreased survival among sedentary patients under-

- going dialysis: results from the dialysis morbidity and mortality study wave 2. *Am J Kidney Dis* 2003; 41: 447-54.
- 4) 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.
 - 5) Desmet C, Beguin C, Swine C, Jadoul M. Falls in hemodialysis patients: prospective study of incidence, risk factors, and complications. *Am J Kidney Dis* 2005; 45: 148-53.
 - 6) Abdel-Rahman EM, Yan G, Turgut F, Balogun RA. Long-term morbidity and mortality related to falls in hemodialysis patients: role of age and gender—a pilot study. *Nephron Clin Pract* 2011; 118: c278-84.
 - 7) Deones VL, Wiley SC, Worrell T. Assessment of quadriceps muscle performance by a hand-held dynamometer and an isokinetic dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994; 20: 296-301.
 - 8) Tazaki Y, Saito Y, Sakai F: Physical examination of the nervous system. 16th ed. Japan: Nanzando Company, Limited; 2004 [in Japanese].
 - 9) Keith RA, Granger CV, Hamilton BB, Sherwin FS. The functional independence measure: a new tool for rehabilitation. *Adv Clin Rehabil* 1987; 1: 6-18.
 - 10) Fahal IH, Bell GM, Bone JM, Edwards RH. Physiological abnormalities of skeletal muscle in dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1997; 12: 119-27.
 - 11) Kouidi E, Albani M, Natsis K, et al. The effects of exercise training on muscle atrophy in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1998; 13: 685-99.
 - 12) Sakkas GK, Ball D, Mercer TH, Sargeant AJ, Tolfrey K, Naish PF. Atrophy of non-locomotor muscle in patients with end-stage renal failure. *Nephrol Dial Transplant* 2003; 18: 2074-81.
 - 13) Johansen KL, Shubert T, Doyle J, Soher B, Sakkas GK, Kent-Braun JA. Muscle atrophy in patients receiving hemodialysis: effects on muscle strength, muscle quality, and physical function. *Kidney Int* 2003; 63: 291-7.
 - 14) 山崎裕司, 山崎裕, 長谷川輝, 横山仁, 他. 等尺性膝伸展筋力と移動動作の関連—運動器疾患のない高齢患者を対象として. *総合リハ* 2002; 30: 747-52.
 - 15) Ikezoe T, Asakawa Y, Hazaki H, et al. Muscle strength and muscle endurance required for independent walking and in the elderly. *J Physical Therapy Science* 1997; 9: 19-22.
 - 16) 森尾裕志, 井澤和大, 渡辺敏, 他. 高齢心大血管疾患患者における下肢筋力, 前方リーチ距離と歩行自立度との関連について. *心臓リハ* 2007; 12: 113-7.
 - 17) Vellas BJ, Wayne SJ, Romero L, Baumgartner RN, Rubenstein LZ, Garry PJ. One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 1997; 45: 735-8.
 - 18) Kita K, Hujino K, Nasu T, Kawahara K, Sunami Y. A simple protocol for preventing falls and fractures in elderly individuals with musculoskeletal disease. *Osteoporos Int* 2007; 18: 611-9.
 - 19) Haga H, Shibata H, Shichita K, Matsuzaki T, Hatano S. Falls in the institutionalized elderly in Japan. *Arch Gerontol Geriatr* 1986; 5: 1-9.
 - 20) de Rekeneire N, Visser M, Peila R, et al. Is a fall just a fall: correlates of falling in healthy older persons. The Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 841-6.
 - 21) Cook WL, Tomlinson G, Donaldson M, et al. Falls and fall-related injuries in older dialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2006; 1: 1197-204.
 - 22) Li M, Tomlinson G, Naglie G, Cook WL, Jassal SV. Geriatric comorbidities, such as falls, confer an independent mortality risk to elderly dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2008; 23: 1396-400.
 - 23) Desmet C, Beguin C, Swine C, Jadoul M; Université Catholique de Louvain Collaborative Group. Falls in hemodialysis patients: prospective study of incidence, risk factors, and complications. *Am J Kidney Dis* 2005; 45: 148-53.
 - 24) Michikawa T, Nishiwaki Y, Takebayashi T, Toyama Y. One-leg standing test for elderly populations. *J Orthop Sci* 2009; 14: 675-85.
 - 25) Nagasaki H, Itoh H, Furuna T. A physical fitness model of older adults. *Aging (Milano)* 1995; 7: 392-7.
 - 26) King DL, Zatsiorsky VM. Periods of extreme ankle displacement during one-legged standing. *Gait Posture* 2002; 15: 172-9.
 - 27) Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle risk factors for falls in older people: a prospective study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2006; 61: 866-70.