
スマートウォッチ活動量計 (Fitbit Versa 2™) を用いた腹膜透析患者の活動量に関する研究

湯瀬達也、齊藤美佳子、佐々木隆聖、成田彩耶*、藤田智保*
北秋田市民病院 泌尿器科、同 栄養科*

Measurement of Physical Activity in Patients Undergoing Peritoneal Dialysis Using a Commercial Activity Monitor

Tatsuya Yuze, Mikako Saito, Ryusei Sasaki, Saya Narita*, Chiho Fujita*
Department of Urology, Department of Nutrition*, Kitaakita Municipal Hospital

<緒言>

慢性腎臓病 (chronic kidney disease: CKD) 患者の低栄養状態 (体格指数 (BMI) 18以下) と肥満 (BMI26以上) を比較すると、低栄養状態は予後悪化因子であるが、肥満により予後が低下しないことが報告されている¹⁾。また、低栄養状態がサルコペニア・フレイルの原因の一つといわれており²⁾、それにとまなう身体活動の低下は、心血管疾患による死亡リスクが上昇することが知られている³⁾。

CKDの予後改善方法は、腎臓リハビリテーション (腎リハ) がある。腎リハは、2022年2月の第516回中央社会保険医療協議会総会において、診療報酬化され脚光を浴びている⁴⁾。血液透析 (HD) 患者は、食事摂取量の不足、慢性炎症、異化亢進状態、代謝性アシドーシスなどの合併症が原因となって、容易に栄養障害を発症する率が高い¹⁾。他方、腹膜透析 (PD) 患者の場合、PD液には1日あたり10~20gのブドウ糖が含有しているため、持続的なブドウ糖の負荷により、中性脂肪の上昇とHDLコレステロールの低下を呈することがあり⁵⁾、栄養状態の把握はHD患者と異なることに留意する必要がある。

しかし、実臨床の立場からPD患者の必要エネルギー量や、実際にどれくらいの活動を行っているかの基礎的なデータの報告は少ない。栄養状態と活動量の不均衡は慢性腎不全患者のQOLに大きな影響を与えることが知られているが、活動量把握は単純な問診だけでは不十分である。

近年一般化している民生用パーソナル活動量計は、対象の活動量を非侵襲的かつ数日にわたって継続的にモニターすることが可能である。民生用パーソナル活動量計のひとつである Fitbit Versa 2™ (FBV2) の特徴は、1日24時間・心拍数を測定、睡眠スコア、水深50mまでの耐水仕様、6日間以上のバッテリーライフなどが挙げられる⁶⁾。

<目的>

FBV2を用いて、PD患者の活動量（推定エネルギー必要量、歩数）を3日間にわたって測定する。さらに、これと管理栄養士が行った全エネルギー摂取量の調査結果を用いてエネルギーバランスを検討する。

<対象>

調査期間：2022年4月から9月

当院でPD治療を受けている患者で、病態が安定しており、パフォーマンスステータスが0であり、本研究への参加に同意が得られた6名（男3名、女3名）を対象とした。原疾患は2型糖尿病と腎硬化症合併例2名、腎硬化症4名であった（表）。

表 患者概要

年齢（歳）	72.5(58,75)
男/女	3/3
透析歴（月）	23(16,31)
原疾患（II型糖尿病/腎硬化症）	2/6
身長（m）	1.6(1.4,1.7)
体重（kg）	58.3(41.0,64.0)
BMI（kg/m ² ）	21.9(20.4,28.7)
平均歩数（/日）	3831±2793
推定エネルギー必要量（EER）（kcal）	1336±271
全エネルギー摂取量（TEI）（kcal）	2005±388.1
経口エネルギー量（OEI）（kcal）	1635±277
PD糖液の暴露（GEPD）（kcal）	320±128.9

データ：中央値（Q1,Q4）、中央値±SD、例数のいずれかで示す

<方法>

測定機器はFBV2を用いた。FBV2は利き手と反対の手に、手首の骨から指一本分をあけた位置に装着した⁷⁾。エネルギーバランスの評価について、全エネルギー摂取量は、八訂日本食品標準成分表に基づいて管理栄養士が秤量法による食事記録法を用いて算出し、基礎代謝量、推定エネルギー必要量と歩数はFBV2の結果を用いた。活動量測定は、FBV2による検査を初回と次回の2回とり、各々5日間を検査期間とした。異常値排除のため検査期間は実質72時間であった。初回と次回の検査間隔は1～2ヶ月とした。統計解析はRStudio（2021.09.1）を用い、 $P < 0.05$ を有意差ありとした。また対照群として、年齢・性別をマッチさせた階層の平均歩数と標準偏差を「統計で見る日本」⁸⁾から引用した。

<倫理的配慮>

本研究は当院倫理委員会の承認を得ている（20220323-37）。

<結果>

1. 基礎代謝量の算出方法

基礎代謝量の算出公式として、ハリスベネディクト（HB）法がある。これには原法と改訂法の2種類あり、それぞれ以下に示す公式である。

①HB法（原法）

男性： $13.397 \times \text{体重(kg)} + 4.799 \times \text{身長(cm)} - 5.677 \times \text{年齢(歳)} + 88.362$

女性： $9.247 \times \text{体重(kg)} + 3.098 \times \text{身長(cm)} - 4.33 \times \text{年齢(歳)} + 447.593$

②HB法（改訂法）

男性： $66 + 13.7 \times \text{体重(kg)} + 5.0 \times \text{身長(cm)} - 6.8 \times \text{年齢(歳)}$

女性： $665.1 + 9.6 \times \text{体重(kg)} + 1.7 \times \text{身長(cm)} \times \text{年齢(歳)}$

FBV2の基礎代謝量算出方法について調べた。FBV2のホームページに複数のカスタマーデータを入力し、上記2種類のHB法との相関を検討した。HB原法とHB改訂法の相関係数の差の比較を検定した結果、両者には有意差を認められた（ $r = 0.95$ 、 $r = 0.98$ 、 $p = 0.0025$ ；Williams法）。従ってFBV2は基礎代謝量をHB改訂法に近い形で算出されていると考えられた（図1）。

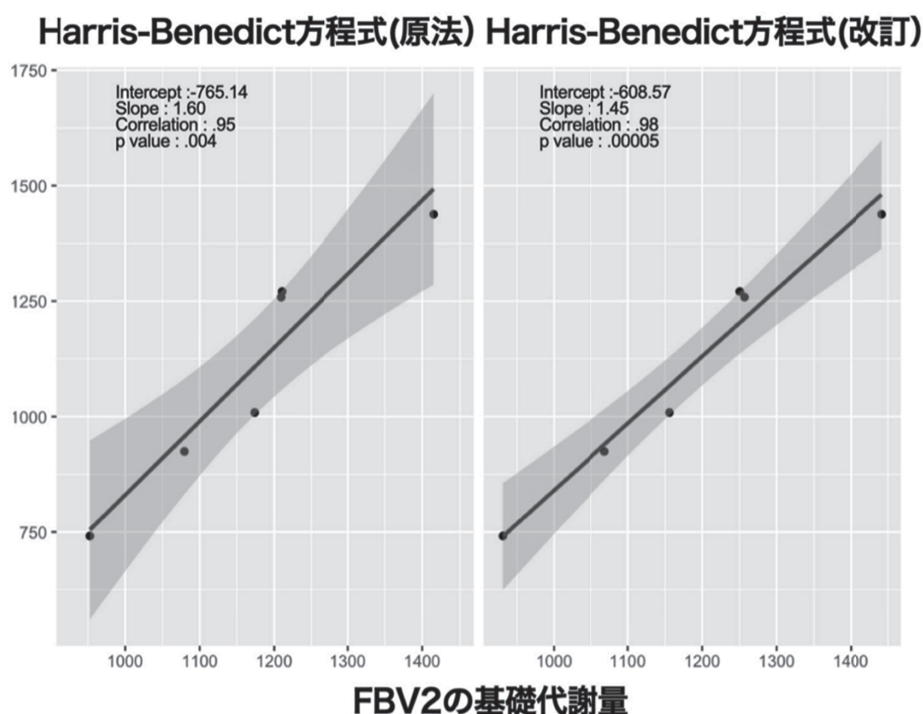


図1 Harris-Benedict方程式（原法と改訂）とFBV2の基礎代謝量の相関

2. 検査期間中の患者歩数の推移

PD患者の活動量の指標として、患者の1日あたりの歩数を3日間にわたり調査した。1回目と2回目の結果を示す（図2）。「統計で見る日本」⁸⁾ から得られた平均歩数と標準偏差から、1シグマ区間を求めた。1シグマ区間とは平均値のまわり67.3%が入る区間であり、この区間内に収まる確

率は67.3%と考えることができる。6例中3例（50%）で1シグマ区間に収まっており、1シグマ区間を超えた2例（患者3、4）を合わせると6例中5例（83%）が1シグマ区間内あるいは1シグマ区間を超過する歩数であったことから、PD患者であっても年齢・性別をマッチさせた群と比較して、劣後しない活動量があることがわかった。また1回目と2回目の検査で歩数に大きな違いはなかった。

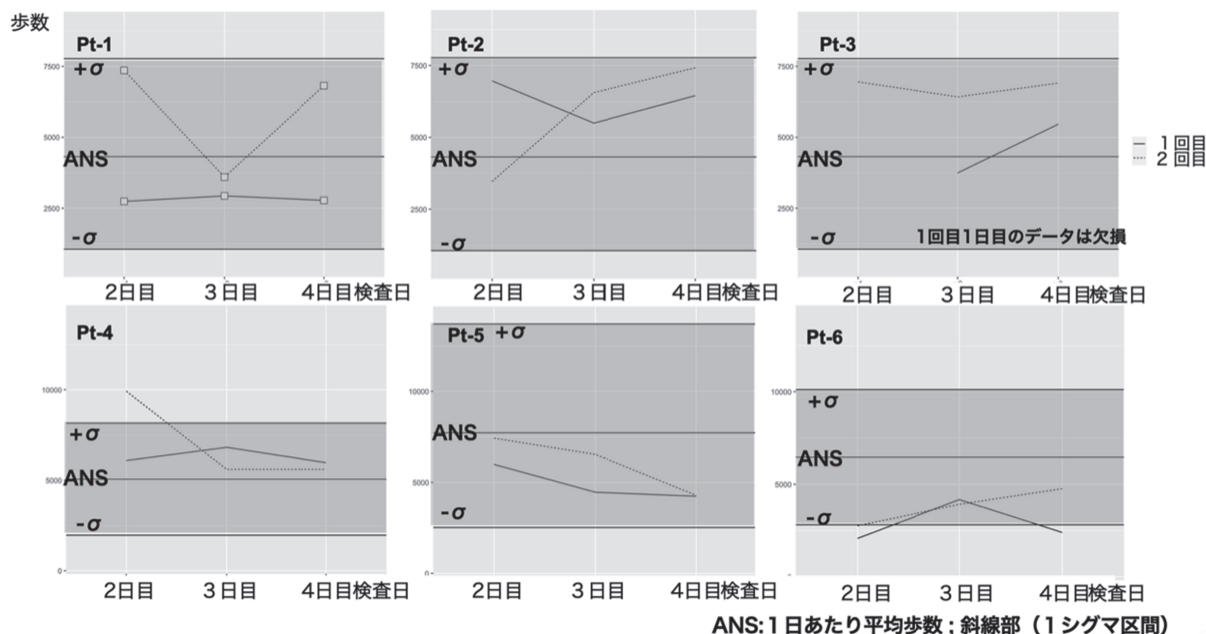


図2 3日間検査の各患者歩数（日毎）

3. 推定エネルギー必要量の推移と全エネルギー摂取量

FBV2による1日あたりの推定エネルギー必要量と全エネルギー摂取量を比較検討した。推定エネルギー必要量の基準値として、身長をもとに理想体重のBMI22とし、慢性透析患者の食事療法基準⁹⁾から算出したエネルギー量の範囲を示した（斜線部）。また、管理栄養士が算出した経口エネルギー摂取量にPD液が含有するエネルギーを合算したものを全エネルギー摂取量として示した（太線）。全エネルギー摂取量と慢性透析患者の食事療法基準⁹⁾から算出したエネルギーバランスは、6例中2例（33.3%）は全エネルギー摂取量が基準値に対して超過状態であったが、それ以外は全て基準値内であった。推定エネルギー必要量と全エネルギー摂取量との関係を考えてみると、6例中5例（83.3%）で、全エネルギー摂取量が推定エネルギー必要量を超過していた。他方、エネルギー不足である推定エネルギー必要量が全エネルギー摂取量を超過していたものは6例中1例（16.7%）であった（図3）。

4. 1日あたりの歩数と推定エネルギー必要量

1日あたりの歩数と推定エネルギー必要量との関係を検討するため、単回帰分析を行った。両者の間には統計学的に有意な正の相関（ $r = 0.66$, $p = 0.00006$ ）があるが、信頼区間を逸脱する外れ値が多かった（図4）。

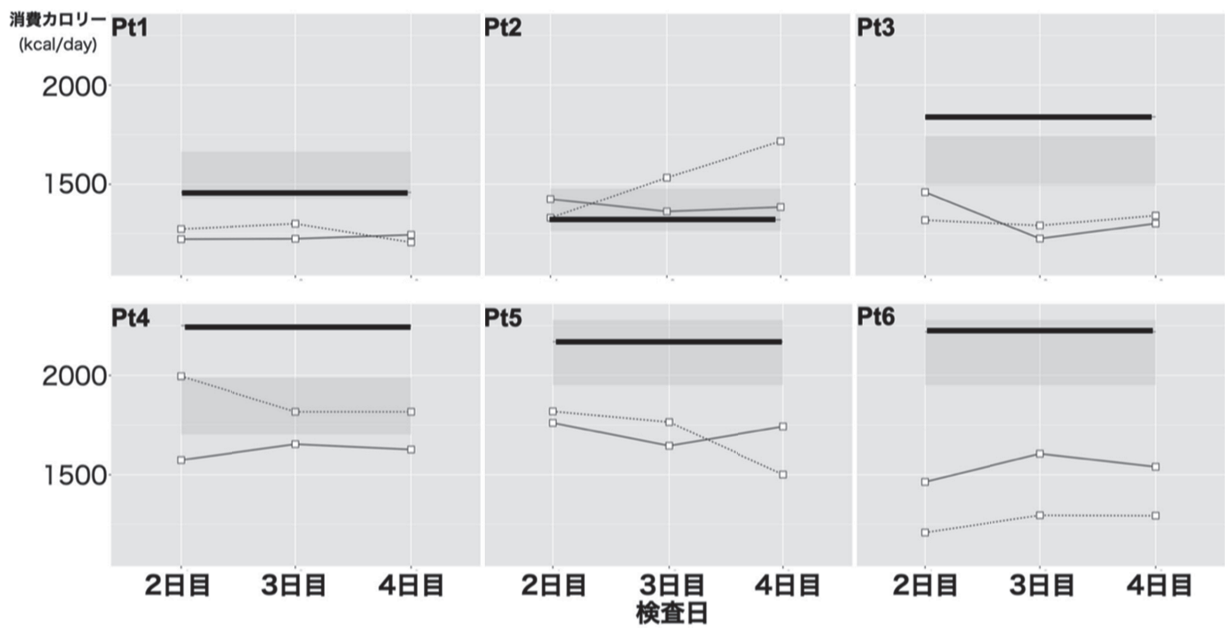


図3 推定エネルギー必要量変化と全エネルギー摂取量

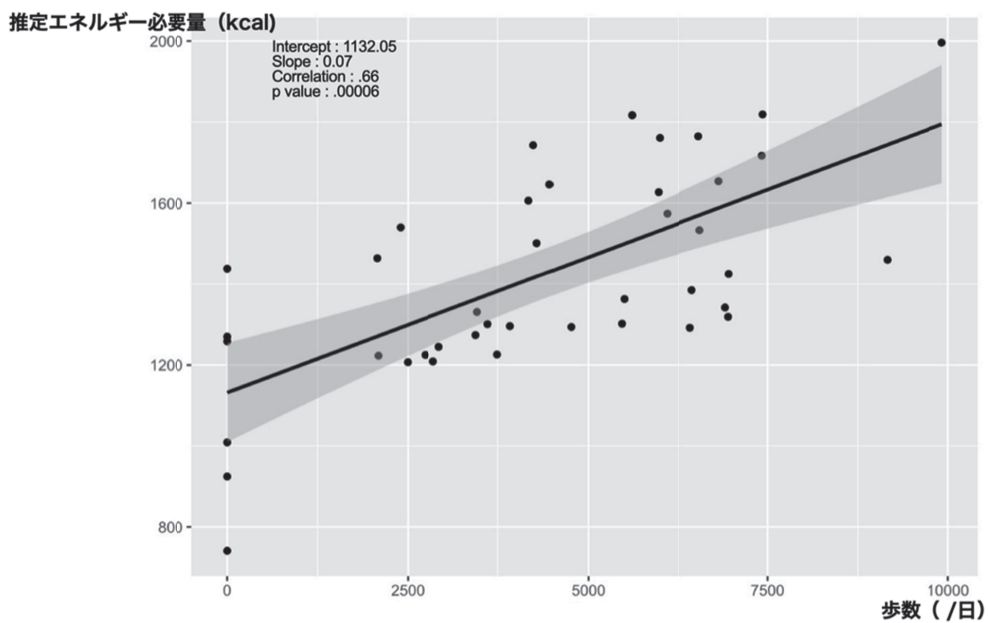


図4 FBV2による1日あたりの歩数と推定エネルギー必要量

<考察>

PD患者の栄養食事指導や腎リハを行おうとする際に大事なことは、PD患者の活動量を把握することにある。従来の活動量に応じた推定エネルギー必要量を算出するアルゴリズムは、基礎代謝量に身体活動レベル (Personal Activity Level: PAL) を乗じて算出する。従って、PALの設定によって、推定エネルギー必要量が大きく変化するため、実臨床上の設定には十分な経験が必要である。

他方、FBV2に代表される民生用パーソナル活動量計は、実装している3次元センサーから得た情報をWEB Application Programming Interface (WEB API)¹⁰⁾で処理し、累積的に推定エネルギー必要量を算出するため、リアルワールドの活動量に近い値を算出しているように見える。しかし、Fitbitシリーズの民生用パーソナル活動量計の推定エネルギー必要量や歩数などの許容精度は、装着方法によって異なるなど、未だ途上であるとする報告がある¹¹⁾。本研究でも、歩数と推定エネルギー必要量との間には有意な正の相関があったものの、外れ値が多く、歩数から推定エネルギー必要量を正確に算出することは難しいと思われた。

比較的精度が高いとされる歩数に関して、72時間にわたって連続的にPD患者の活動量をFBV2でモニターした結果、PD患者の活動量は年齢階層・性別をマッチさせた対照群の歩数とほぼ変わらないことが判明した。この点PD患者の活動量を民生用パーソナル活動量計で明らかにした報告は少ない。個人差が大きいが、腎リハ指導の際の基礎データとして、民生用パーソナル活動量計による活動量のモニタリングは、推定エネルギー必要量の有用な指標の一つになりうる可能性がある。

FBV2の推定エネルギー必要量と管理栄養士が秤量法による食事記録法を利用した全エネルギー摂取量のエネルギーバランスを考えると、慢性透析患者の食事療法基準⁹⁾から算出したエネルギー量の範囲は、本研究の結果とよく一致しており、患者の活動量の程度を考慮に入れて利用すれば、栄養食事指導においても極めて有用であると考えられた。

最後に、FBV2などの民生用パーソナル活動量計はライフスタイルに関する様々な研究への参入の敷居を低くした。民生用パーソナル活動量計はライフスタイルの研究に有用であり、精度管理も含め、症例を増やし研究する必要があると思われた。

<結語>

PD患者のエネルギーバランスを評価するために、活動量を民生用パーソナル活動量計 (FBV2) で72時間モニターした。PD患者の1日あたりの歩数は、「統計で見る日本」から得られた対象患者の歩数と同等であると思われた。歩数と推定エネルギー必要量の間には有意な正の相関があった。

民生用パーソナル活動量計 (FBV2) は、簡便で腎リハを行う際には有用な検査方法の一つと考えられた。

<利益相反の開示>

本研究に関連し、開示すべきCOI関係にある企業はない。

<謝辞>

本研究は、第10回秋田腎不全研究会奨励金の支援を受けたものである。

<引用・参考文献>

- 1) 小岩文彦：透析患者の栄養と食事療法、昭和医会誌 第70巻：121-125、2010.
- 2) 加藤明彦、神田英一郎、瀬戸由美、他：慢性透析患者における低栄養の評価法、透析会誌 52

-
- 巻：319-325、2019.
- 3) 上月正博：CKDにおけるリハビリテーション、日本内科学会雑誌 105巻：1296-1302.
 - 4) 第516回中央社会保険医療協議会 総会（2022年2月9日）答申：個別改定項目について、
<https://www.mhlw.go.jp/content/12404000/000905284.pdf>（2022年12月14日閲覧）
 - 5) 腹膜透析ガイドライン2019、[ile:///C:/Users/PC114/Downloads/PDGL2019_06Part1%E7%AC%AC%E4%B8%89%E7%AB%A0_%E6%A0%84%E9%A4%8A%E7%AE%A1%E7%90%86%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/PC114/Downloads/PDGL2019_06Part1%E7%AC%AC%E4%B8%89%E7%AB%A0_%E6%A0%84%E9%A4%8A%E7%AE%A1%E7%90%86%20(6).pdf)（2022年6月8日閲覧）
 - 6) Fitbit Versa 2 健康づくり&フィットネス用ウォッチ、<https://canarywww.fitbit.com/jp/versa>（2022年12月14日閲覧）
 - 7) ユーザーマニュアル バージョン1.21、https://help.fitbit.com/manuals/manual_versa_2_ja.pdf（2022年10月2日閲覧）
 - 8) 国民健康・栄養調査 歩数の平均値および標準偏差 2018 統計で見る日本、<https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003224464>（2022年10月2日閲覧）
 - 9) 中尾俊之、菅野義彦、長澤康行、他：慢性透析患者の食事療法基準、透析会誌 47(5)：287-291, 2014統計で見る日本
 - 10) ApplicationDesign、<https://dev.fitbit.com/build/reference/web-api/developer-guide/application-design/>(2022年11月17日閲覧)
 - 11) Lynne MF, Jasmine D, Eric CS, et al.: Accuracy of Fitbit Devices: Systematic Review and Narrative syntheses of Quantitative Data. JMIR mHealth and uHealth 6(8): e10527, 2018.

