

■特集「運動器に対する保存療法の介入効果」

2 METs 運動負荷による廃用症候群よりの脱却
—下肢訓練器の開発—

首藤 貴 鴻 上 繁 木 口 大 輔
 林 美 里 田 内 秀 樹 白 石 規 幸
 吉 野 一 弘 片 木 祐 志 門 田 詩 織

愛媛県立中央病院リハビリテーション部

要旨 高齢者が数週間にわたり治療のために臥床を余儀なくされると廃用症候群に陥り、立つことや歩行が不能になることがある。

当院のリハビリテーション部で多くの症例が廃用症候群の予防とそれからの脱却のために治療を必要としている。

われわれは下肢の低負荷運動を行う訓練器（2 METs ボード）を開発して、この訓練器により症例の歩行能力を再獲得させ退院に導いている。

Abstract When elderly people are bedridden for several weeks for medical treatment, they tend to suffer from disuse syndrome and the loss of their standing or walking capability.

Many cases in the rehabilitation unit of our hospital require rehabilitation treatment in order to prevent the onset of the disuse syndrome or breakaway from it.

We are developing the (2 METs board) gadget for exercise of the lower extremities with low load movement. This training equipment has enabled patients to regain their ambulatory ability until leaving hospital.

Key words: 廃用症候群 (disuse syndrome), 訓練器 (training equipment), 代謝率 (METs: metabolic equivalents)

はじめに

急性期疾患の治療中に廃用症候群を生じ、以前の活動ができなくなることは残念なことである。これらの症例が当院のごとき急性期

病院においても、救命上止むを得ぬ状況の下に廃用症候群を発生することがある。

これまで、高齢者リハビリテーションの主眼が脳卒中に向けられていたが、寝たきり予防を目的として、要介護者増大の原因とな

Breakaway from the disuse syndrome by means of 2METs load on lower extremities—Developing of the training equipments—

Takashi SUTO, MD, Shigeru KOURAMI, MD, Daisuke KIGUCHI, RPT, Misato HAYASHI, OTR, Hideki TAUCHI, RPT, Noriyuki SHIRAISHI, OTR, Kazuhiro YOSHINO, RPT, Yuji KATAGI, RPT and Shiori KADOTA, RPT

連絡先: 〒790-0024 愛媛県松山市春日町 83 愛媛県立中央病院リハビリテーション部 首藤 貴 電話 089-

947-1111

っている廃用症候群を忘れてはならない。また急性期リハビリテーションの重点的実施がまず重要であると、平成 16 年の「厚生労働省高齢者リハビリテーションのあり方研究会(高齢者リハビリテーションのあるべき方向性)」で指摘された¹³⁾。

われわれは急性期病院でも、症例の体力や移動能力を回復させ、再び生活の場に復帰させることが最重要と考え「運動機能低下は運動療法で回復させる」を原点に廃用症候群よりの脱却に取り組み、廃用症候群に関する急性期リハビリテーションのあり方を模索している。

もし、歩行不能になった症例が廃用症候群より脱却できなければ、日常生活へ復帰するチャンスを逃し、重度な寝たきりとなってしまう。

今回、立てない・歩けない廃用症候群に対して、作製した下肢訓練器を使用して約 2 METs (metabolic equivalents : 代謝率) の運動負荷を行い、歩行能力の再獲得に役立てることができたので報告する。

歩けていた廃用症候群

一般に廃用症候群 (disused syndrome) は Hirschberg によれば「不活動状態による二次障害」と定義され³⁾、脳血管疾患等で安静を保持することにより下記の症状が発生するといわれている。

- ①筋力低下 ②関節拘縮 ③骨粗鬆→骨折
- ④自律神経機能障害・起立性低血圧
- ⑤呼吸・循環機能低下 (換気量低下・排痰障害・肺炎・肺梗塞・心拍出量低下・深部静脈血栓症・下肢浮腫)
- ⑥消化器機能低下 (便秘・食欲不振)
- ⑦尿路合併症 (尿路感染症・失禁・尿路結石)

⑧褥瘡発生

⑨精神機能低下 (認知症・うつ症状・不眠)

⑩その他の長期の不動安静が原因となって生じる合併症

これら的一部が発生すると活動低下による廃用症候群の悪循環が始まることになる。

当院 (864 床、急性期病院) において、内科的・外科的治療中、本来の急性期疾患が落ち着いた段階で、立てない・歩けない状態となり離床を目的としてのリハビリテーション依頼が届く。入院前は歩行できていたが、治療中に歩行困難となった症例を“歩けていた廃用症候群”とわれわれは呼んでいる。

下肢訓練器 (2 METs ボード)

現在も工夫・改良を重ねている段階であるが、その基本構造と実際の使用場面を説明する。

1. A型 (斜面伸び上がり型) (図 1a, 2)

両下肢の同時伸展により、自己の体が重力に抗して斜面を伸び上がるようになっている。四肢の運動を忘れたような下肢の交互伸展が困難な重度廃用症例でも、両下肢を同時に伸展することにより自己の体移動を体感することができる。心肺運動負荷試験の結果、その運動は約 30 回/分の伸び上がり運動で約 2 METs 弱であった。症例が初期に行う場合は毎分 10~15 回であり、1.5 METs 以下の運動と推測される。

2. B型 (下肢交互屈伸型) (図 1b, 3)

ゴムバンドの力に抗して左右の下肢を交互に屈伸させる。毎秒 1 回の伸展で約 2 METs の運動を負荷させることができる。屈伸速度を増加させることにより METs 値は増加する。

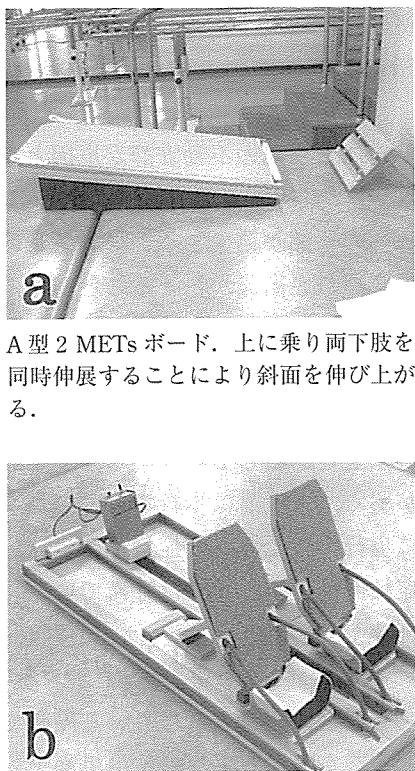


図1 下肢訓練器の種類

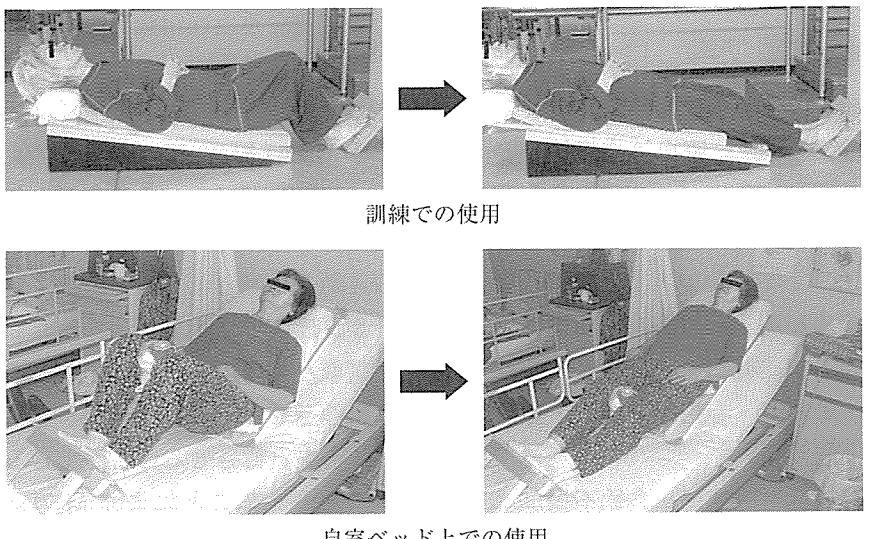


図2 A型使用場面（斜面伸び上がり型）

3. 特徴

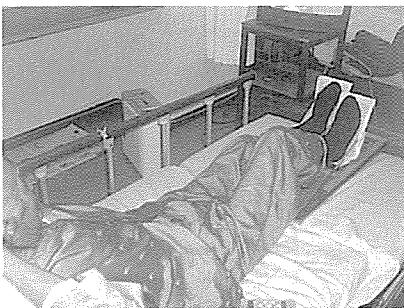
- 1) 大きな装置ではなく、小脇に抱えて持ち運びができる。
- 2) 訓練室・病室・自宅で使用できる。
- 3) B型訓練器は車椅子に座ったままでも使用できる。
- 4) 家族でもセッティングできる。
- 5) 単純な反復運動により立位保持・歩行能力再獲得に有効な訓練量を得ることができる。

臥床に伴って生じる廃用症候群に対するリハビリテーションの重要性やその手法については多くの研究がある^{1,2,4-9,14)}。

最近、介護予防を目的として機械を使用して高齢者の再活性が積極的に実施されている^{6,10-12)}。

歩行可能な症例の運動プログラムは種々考えられるが、立位姿勢の保持も困難な症例に対して、低負荷運動により有効な訓練量を得るために本2METsボードを使用している。

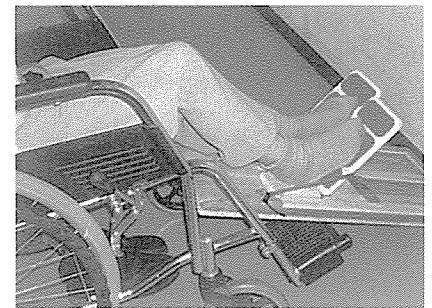
リハビリテーションスタッフ（RPT・OTR）の数が不十分な状況下で、重度の廃



病室ベッドで使用



訓練室で使用（上肢訓練も同時に進行）



車椅子座位で使用



自宅ベッド上で使用

図3 B型使用場面（下肢交互屈伸型）
訓練スピードは電子メトロームに合わせる。

用症候群例に用手訓練で十分な訓練量を得ることは難しい。このような場合は自主トレーニングプログラムが必要となる。当院では本器の使用により午前・午後2回の訓練を行い、休日もベッドサイドでの自主訓練を実施し有効な訓練量を得ている。

運動生理学的検討

1. 筋電図

B型ボードを使用し、下肢伸展時の筋電図を記録した。通常のボード使用時では上段aのごとく、下肢伸展時に腓腹筋・大腿四頭筋・大腿二頭筋に著明な筋活動を認め、それに同期して前脛骨筋・大殿筋に弱い活動を認めた。下肢伸展時に大腿二頭筋は股関節伸展筋として働いているようである（図4a）。

踵に力を入れて踏むように指示すると下段bのごとく下肢伸展時の腓腹筋活動は弱化

し、前脛骨筋活動が著明になった（図4b）。

2. CPX (Cardiopulmonary Exercise, 心肺運動負荷試験, B型ボード使用時)

毎秒1回の下肢屈伸運動では約2METsレベルの酸素消費を記録した（図5）。この値は健常者でもほぼ同じであった。抵抗力を加えるゴムチューブはThera Band Tube red (medium)を使用した。チューブをblue (extra heavy)に交換しても著明なMETs上昇はなく、毎秒の回数を上昇させると比例的に酸素消費量は上昇した。

3. 運動時皮下血流測定（B型ボード使用時）

2 METsボードを使用して運動を開始すると直後に皮下血流は上昇した（図6）。

同測定を88歳、女性、栄養失調による廃用症候群を含む他の症例でも同じ傾向の血流上昇を認めた。

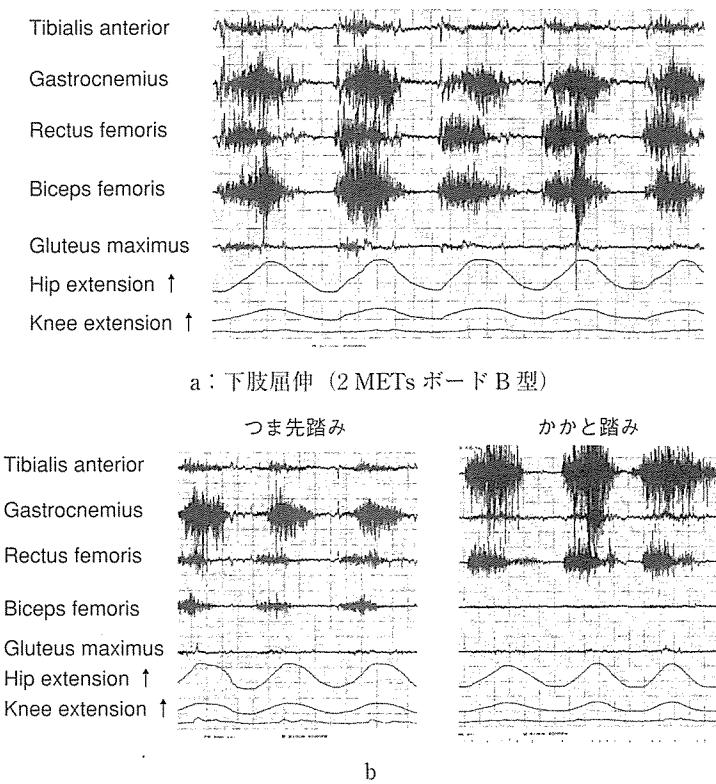
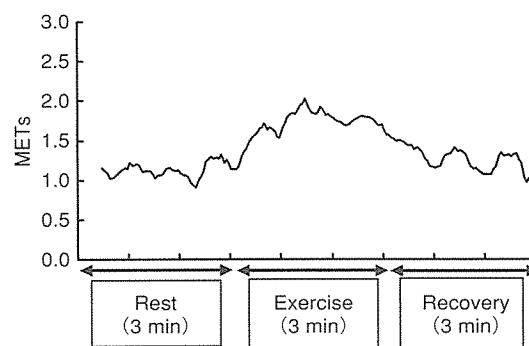


図4 B型訓練器使用による筋電図

図5 CPX（心肺運動負荷試験）による METs 測定
23歳男性、右室低形性症候群（下肢屈伸1回/1秒）。呼気ガス分析装置 AE300S ミナト医科学社製を使用。

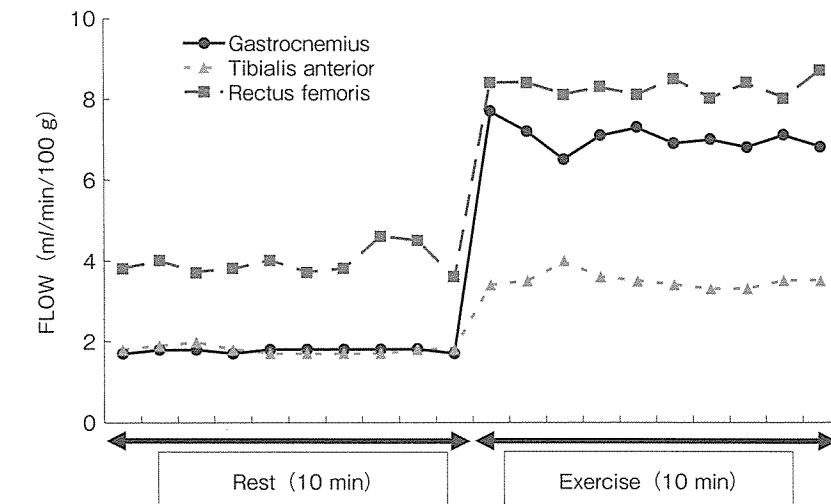
症例検討

これまでの約1年9カ月間に運動器不安定症のため、歩行訓練を開始するにあたります下肢の支持性を向上させる必要があった症例

は173症例であった。これらの症例に対して下肢訓練器を使用しながら歩行訓練開始までの機能改善を図った（図7a）。

今回の検討対象とした廃用症候群55例のうち、51例は入院治療中に歩行障害が著明となり離床促進の目的でリハ依頼があった“歩けていた廃用症候群”である（図7b）。55例中27例はリハ開始時立位保持も不能であった。立位姿勢保持が可能なレベル以上の症例に対しては下肢訓練器を使用しながら立位訓練・持久力改善・移動動作訓練を行った（図7c）。

27例の立位保持不能例の入院よりリハ開始までの期間は平均22日であり、リハビリテーション実施期間の平均は33.7日であった。このうち18例は歩行能力を獲得して退院した。悪性腫瘍や血液疾患の3名は残念な

図6 皮下組織血流量測定（生体組織100gあたり1分間の血流量）
82歳男性、COPD症例。アドバンス社製レーザー血流計 ALF21を使用。

がら死亡した（図7d）。

リハビリテーション開始時立位不能例のBarthel Indexは図7eのごとく、リハ終了時には有意に改善した（Wilcoxonの符号付順位検定を使用し有意水準は5%とした）。

症例のなかには自宅で1.5年間寝たきりであったパーキンソン症候群例が、歩行可能となり本人の精神状態も著しく改善し家族が驚いた例もあった。パーキンソン症候群の歩行障害要因の一部は廃用症候群であり、適切な訓練により改善していくことを実感した。

症例紹介

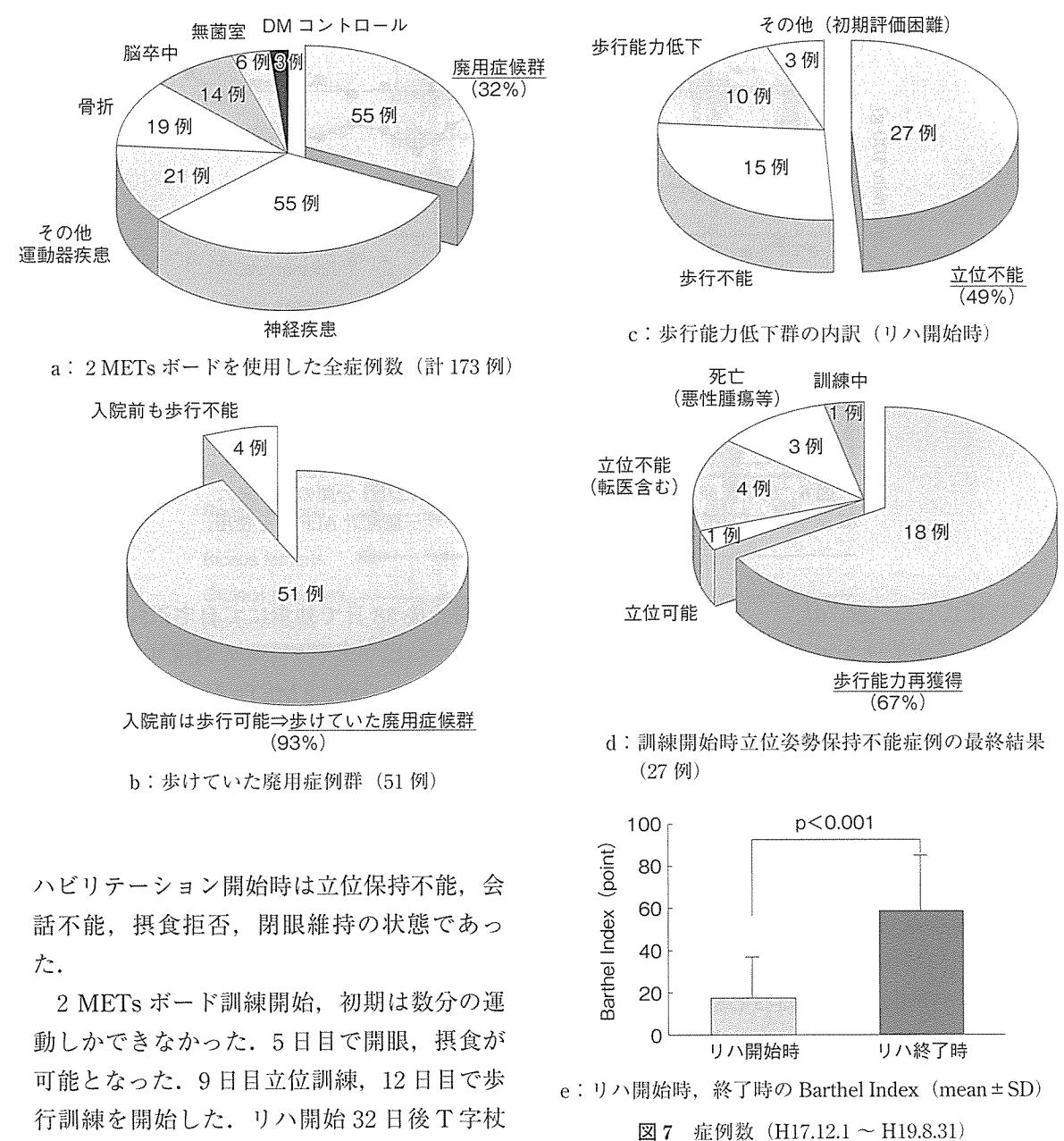
症例1（図8a）：84歳、女性、慢性心不全自宅で起き上がる事が困難となり2週間後当院入院。入院後年末の12月28日リハビリテーション依頼あり。開始時は起き上がり不能、立位不能、四肢自動運動困難であった。年末年始の休暇中も自主訓練を行うべきと考え2 METsボードを貸し出し、家族に使用方法を説明した。年始の1月5日にリハ再開した際、平行棒内歩行が可能となっていた。リ

ハ開始後38日で独歩にて自宅退院した。初期はリハビリテーションの適用外と思われる症例であったが、2 METsボードの使用より、下肢の運動性が改善し、立位・歩行能力の再獲得にいたった。

症例2（図8b）：80歳、男性、頸髄不全損傷

転倒事故により、人工呼吸器依存四肢麻痺となる。呼吸機能の回復は遅れたが、四肢の自動運動が出現し、ベッド上での運動療法ができる限り行うべく、2 METsボードの使用を開始した。その後下肢の運動機能は改善し、呼吸器を装着したまま歩行訓練を開始した。リハ開始後91日にT字杖歩行にて転院した。一般的には人工呼吸器管理下には四肢の運動療法は遅れがちになるが、本器の使用により廃用性筋萎縮を予防し、四肢の支持性が改善したため、人工呼吸器装着下にても歩行訓練が実施できた。

症例3（図8c）：87歳、女性、総胆管結石開腹術（総胆管結石摘出）後の廃用症候群により歩行不能となった。術後1カ月目のリ



ハビリテーション開始時は立位保持不能、会話不能、摂食拒否、閉眼維持の状態であった。

2 METs ボード訓練開始、初期は数分の運動しかできなかった。5 日目で開眼、摂食能となった。9 日目立位訓練、12 日目で歩行訓練を開始した。リハ開始 32 日後 T 字杖歩行にて転医した。運動改善に伴って、精神状態が著しく好転した症例であった。

症例 4 (図 8d) : 23 歳、男性、右室低形成症候群

Fontan 手術（上大静脈下大静脈の血流を肺動脈に直接バイパス流入させる）後 2 カ月時リハビリテーション依頼あり。酸素吸入 (8 l/min) 下、オレンジの皮むき困難、服薬

全介助を要する体力低下あった。まずはポータブルトイレの使用を目標に、体力向上・リハプログラム設定を行い、本人の訓練意欲良好にて 2 METs ボード使用による下肢運動負荷を実施。リハ開始時は、端座位・立位不能であり、自己の体力に合わせて 2 METs 訓練

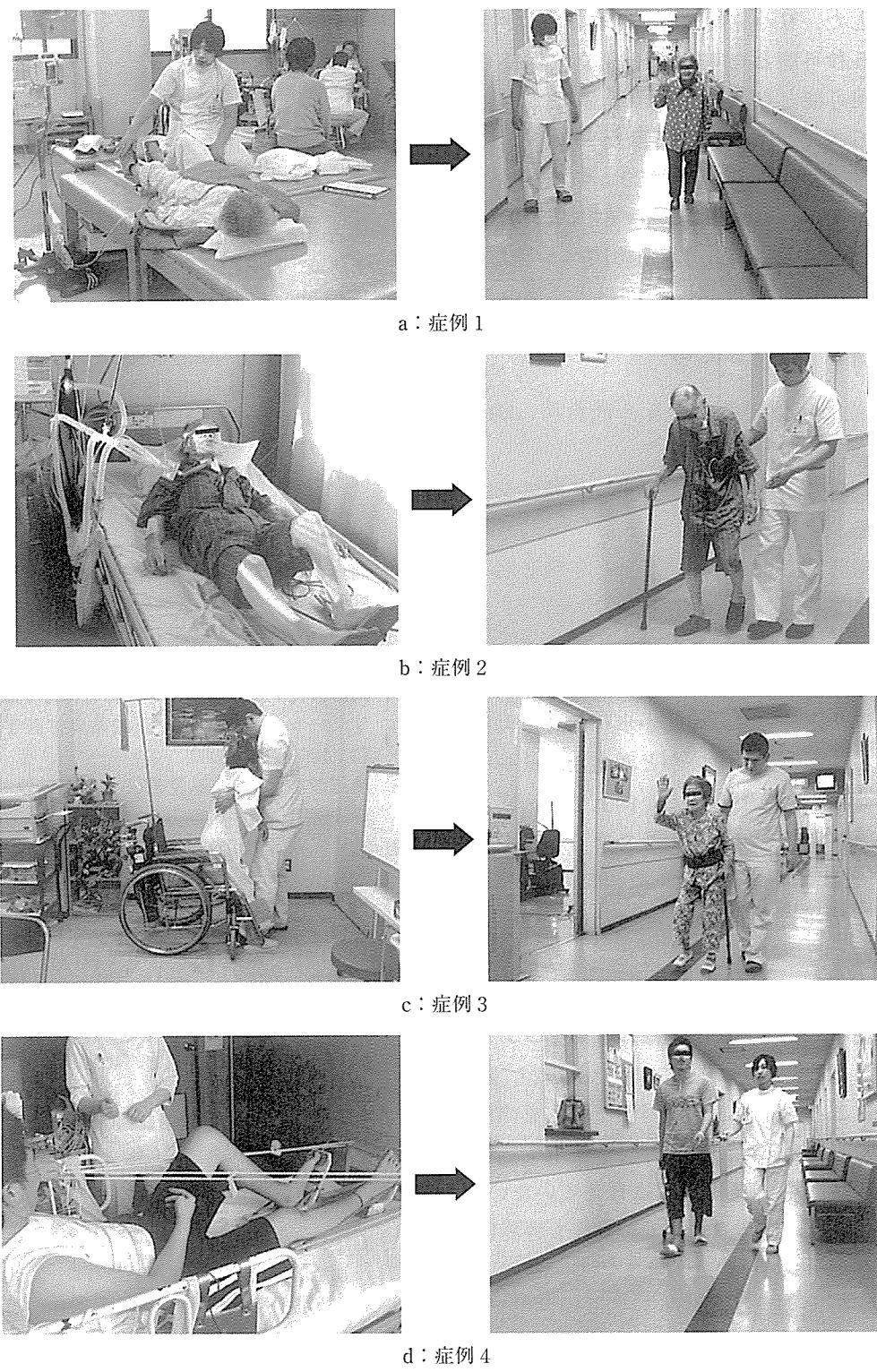


図 8 症例紹介

を開始した。リハ開始後9日目には立位保持10～15秒可能となり、17日目立位保持90秒×3回可能となった。その後20日目歩行器歩行5歩、23日目歩行器歩行20m×2回、27日目には歩行器歩行が120m（病棟からリハ室）まで可能となり、リハ開始後101日目独歩にて自宅退院した。この間ベッド上で2METs訓練を継続した。現在外来通院中。

まとめ

○臥位、座位姿勢でできる低負荷（約2METs）で運動を誘発する。

○立位保持ができるまで下肢の支持性向上させる。

○臥床時間を少なくし、午前・午後2回訓練を実施する。

○休日も休まない自主訓練を実施する。

このようにして、これまで“歩けていた廃用症候群”に対して、何とか歩行能力を再獲得させることができないかと考えた。低レベルの負荷により症例の体力を向上させ、寝たきり状態の症例を歩行で退院させることができた。「運動機能低下は運動療法で治療する」ということを念頭に訓練を行った結果、2METs以下の運動でも立位保持・歩行までのステップアップに役立つことがわかった。

本来ならば他の方法または放置群をコントロールとした効果判定をすべきであるが、起き上がりことや立つことが困難な症例を休日も訓練するためには、本訓練器を使用する以外の方法はなく、RCT研究は行えていない。本器は立てない症例に対しての家族も容易に設定できる一つの手段と考えている。

（本研究はえひめ産業振興財団、ライフサポート産業ネットワーク形成事業の支援を得て行っており

ます。今回の研究に終始協力して下さった明神厚助手に心より感謝しております。）

文 献

- 1) 浅川康吉：高齢者の筋力と筋力トレーニング。理学療法科学 **18**: 35-40, 2003.
- 2) 後藤勝正：世界運動における筋・骨格系疾患の予防・治療戦略 加齢性および廃用性筋萎縮と予防策。THE BONE **19**: 465-469, 2005.
- 3) Hirschberg GG：リハビリテーション医学の実際（三好正堂訳）、第2版、日本アビリティーズ、pp 32-43, 1980.
- 4) 木村 勉：低負荷抵抗運動プログラムが要援護高齢者の日常生活活動能力に及ぼす影響。金沢大学つるま保健学会誌 **30**: 45-57, 2007.
- 5) 牧田 茂：廃用による体力低下の病態と治療—心不全—。リハビリテーション医学 **42**: 679-684, 2005.
- 6) 間島 満ほか：脳卒中患者における心・血管・呼吸系のフィットネスの廃用性変化に対するATレベルでの全身持久力訓練の効果。総合リハ **23**: 205-209, 1995.
- 7) 岡田恒夫：長期臥床に伴う障害に対するリハビリテーションの実態。茨城県農村医学会雑誌 **15**: 106-110, 2002.
- 8) 織辺智香子：「腹臥位療法」の有効性の検証。看護研究 **34**: 153-155, 2003.
- 9) 志波直人：廃用筋萎縮への取り組み。Medical Rehabilitation **72**: 34-38, 2006.
- 10) 竹内孝仁：介護予防・自立支援とパワーリハビリテーション。介護予防・自立支援・パワーリハビリテーション研究会編、パワーリハビリテーション No.1. 医歯薬出版、東京, pp 6-19, 2002.
- 11) 田辺 解：高齢者の体力。総合リハ **34**: 13-18, 2006.
- 12) 辻 哲也：老化と廃用総論。総合リハ **34**: 623-628, 2006.
- 13) 上田 敏（座長）：高齢者のリハビリテーションのあるべき方向。高齢者リハビリテーション研究会報告：1-77, 2004.
- 14) 八並光信：造血幹細胞移植患者の廃用症候群に対する理学療法効果。理学療法科学 **20**: 133-138, 2005.