

- ・ 下肢の筋量増加、筋力強化を図る。
- ・ 静的なバランス機能の改善を図る。
- ・ 五十肩、腰痛の予防、姿勢の矯正を図る。
- ・ 筋力トレーニングの基礎的技能の習得を図る。

#### 訓練内容

- ・ 全身を使った軽体操
- ・ ストレッチング
- ・ レッグプレス（脚伸展運動）
- ・ スクワット（椅子からの立ち上がり運動）
- ・ 下肢のバンド・トレーニング（膝伸展運動、股関節外転運動）
- ・ 上肢のバンド・トレーニング（肩外転運動、肘関節屈曲運動、肩甲骨外転運動、上背部の運動）
- ・ 体幹部のトレーニング（骨盤の運動学習、体幹屈曲運動、体幹捻転運動、下背部の運動）

### 第3期：機能的強化期（8回）

#### ねらい

- ・ 第2期に継続して筋力強化を図る。
- ・ 動的バランス機能の改善を図る。
- ・ 起居動作、歩行動作、階段上行動作などの機能強化を図る。
- ・ 徐々に自主トレーニング形式へ移行し、参加者の自立を促す。

#### 訓練内容

- ・ 全身を使った軽体操
- ・ ストレッチング
- ・ 下肢の筋力トレーニング（脚伸展運動、スクワット、膝伸展運動、股関節外転運動）
- ・ 上肢のバンド・トレーニング（肩外転運動、肘関節屈曲運動、肩甲骨外転運動、上背部の運動）
- ・ S体幹部のトレーニング（骨盤の運動学習、体幹屈曲運動、体幹捻転運動、下背部の運動）
- ・ 不安定パッドを用いたバランス・トレーニング
- ・ ステップ・アップ、ランジなど自重を用いた機能トレーニング

#### b) 面接指導

個別指導は、主に日常生活における身体活動量を増やすことを目的とする。介入期間中、参

加者は、月1回の頻度で1週間、加速度歩行計（ライフコーダー）を装着し、日常生活における身体活動量を測定する。参加者は、測定後、最初の運動教室時にライフコーダーを持参し、集団での運動訓練を1時間ほど行った後、運動習慣の改善指導を個別に受ける。他の参加者は残り1時間、運動訓練を続ける。

面接では、ライフコーダーから得られた日常生活の活動強度と活動量の情報にもとづいた運動習慣の改善指導を行う。活動強度と活動量の過不足は、以下を基準に評価する。

#### ・ 身体活動量：

ライフコーダーによる1日の活動時のエネルギー消費量が、男性19kcal/kg/day未満、女性18kcal/kg/day未満の場合を活動量不足とする。

#### ・ 身体活動強度

ライフコーダーによる活動強度4以上の運動が1日に30分未満の場合を活動強度不足とする。

評価後、対象者を（1）身体活動量不足＋活動強度不足群（2）身体活動量充足＋活動強度不足群（3）身体活動量不足＋活動強度充足群（4）身体活動量充足＋活動強度充足群のカテゴリーに分類し、それぞれの過不足に応じた運動習慣改善指導を行う。

（1）の場合、まず、身体活動量を増やすことを目的とする。具体的には、事前に作成した中強度以上の運動・身体活動のリストの中から、参加者の好みや生活環境に応じて、2～3の運動を選択するよう指導する。（2）の場合、活動強度を上げることを目的とする。具体的には、現在行っている運動の強さを高めるか、適当な運動がなければ、運動リストの中から、高めの強度の運動を選択するよう指導する。運動が指示通りに実施されたかどうかは、参加者自身による運動の自己申告とライフコーダーの記録から判断する。

F. 健康危険情報 特になし

G. 研究発表 なし

H. 特許申請 なし

抑うつ状態にある高齢者のための地域介入プログラムの効果に関する  
無作為割付対照試験（RCT）—方法論的検討—

分担研究者 辻 一郎 東北大学大学院医学系研究科公衆衛生学分野・助教授

### 研究要旨

高齢期のうつ病に特化した効果的かつ効率的な地域介入プログラムを考案することを目的に、抑うつ状態にある在宅高齢者を対象とする地域介入研究を文献的に展望した。その結果、抑うつ状態にある高齢者を発見し、効果的かつ効率的な介入を実施する方法として、「スクリーニング」と「多面的分担的ケア」を導入することが支持された。これらの結果に基づき、さらに筆者らの先行研究の結果を踏まえ、①スクリーニング、②専門職スタッフによる包括的臨床評価と訪問指導、③専門医による精神保健相談、④ケアカンファレンスと個別的ケアプランの策定、⑤かかりつけ医との連携、⑥ミニデイケアにおける活動療法、⑦ホームヘルプサービス等の生活支援を構成要素とする高齢期うつ病に特化した「統合的地域介入プログラム」を考案した。

### 研究協力者

栗田圭一 東北大学大学院精神神経学分野  
小泉弥生 東北大学大学院精神神経学分野  
寶澤 篤 東北大学大学院公衆衛生学分野  
中谷直樹 東北大学大学院人間行動学分野  
栗山進一 東北大学大学院公衆衛生学分野

と予測される。

本研究では、抑うつ状態にある在宅高齢者を対象とする地域介入研究を文献的に展望し、特に対象の抽出方法と介入内容を分析した上で、高齢期うつ病に特化した効果的かつ効率的な地域介入プログラムを考案した。

### A. 研究目的

うつ病は高齢者の最も一般的な精神保健上の問題であり、その有病率は在宅高齢者の10%～15%に及ぶものと試算されている<sup>1)</sup>。また高齢期のうつ病は、身体疾患の罹患、機能障害、自殺ならびに自然死の危険性と関連しており<sup>2)</sup>、縦断的研究のメタ解析によれば、地域に在住する抑うつ状態にある高齢者の24ヵ月後の死亡転帰は21%と試算されている<sup>3)</sup>。うつ病は本来治療反応性の高い可逆的疾患であるが、在宅高齢者のうつ病の予後不良性はその発見率の低さと適切なケアの供給不足によるものと推測される。

すなわち、抑うつ状態にある高齢者を早期に発見し適切なケアを早期に提供することが、抑うつ症状の改善とともに身体疾患と機能障害の重症化を予防し、死亡率の低下に貢献するもの

### B. 方法

MEDLINE を用いて、depressive disorder OR depression / community care OR primary care / intervention をキーワードにして、①主として65歳以上の抑うつ状態にある高齢者を対象としている、②研究デザインが無作為割付対照試験（RCT）である、③心理社会的介入を扱っている、④主要な転帰測度として抑うつ症状が評価されている、の4条件を満足する英文の文献を抽出した。次に抽出された文献から、研究プロジェクトの対象、方法、結果を要約し、特に対象の抽出方法と介入の内容について分析的な検討を加えた。

### C. 結果

(1) 文献の要約

8件の研究プロジェクト(文件数は10)が抽出された。以下に各研究の対象、方法、結果を要約する。

① Katonら(1990, 1995)<sup>4,5)</sup>は、プライマリケア頻回利用者119人を対象に、介入群に対して「精神医学的相談」(Psychiatric Consultation)を実施した。対象には診断別で、大うつ病が23.5%、気分変調性障害が16.8%、全般性不安性障害が21.8%、身体表現性障害が20.2%に認められ、2/3が大うつ病の病歴を有し、介入群では40%において介入後に診断的評価が改善し、67%において治療プランの立て直しが図られたと報告している。また、プライマリケア医によって同定された抑うつ状態の患者217人(91人が大うつ病、126人が小うつ病)を対象に、介入群に対して「多面的介入」(Multifaceted Care:初期の4~6週間に通院の頻度・強度の増大、継続・維持期の服薬確認、ビデオと文書による心理教育)を実施し、大うつ病、小うつ病のいずれの患者でも介入群において適切な抗うつ薬の継続服用率が高くなるが、抑うつ症状については、大うつ病で有意な改善率の増大と重症度の低下が認められるものの小うつ病では対照群との間に有意差が認められなかったと報告している。

② Callahanら(1994)<sup>6)</sup>は、103人の一般医を対象に、介入群に「個別的な診療情報」(うつ病の診断、患者に対する心理教育、抑うつ症状の発現に関連する薬物の中止、抗うつ薬の開始、精神科への紹介)と「抗うつ薬処方ガイドライン」を提供し、CES-DおよびHAM-Dで同定された175人の抑うつ状態の高齢者における介入効果を調査した。その結果、介入群ではうつ病の診断と抗うつ薬処方の頻度が高まったが、抑うつ症状と機能障害の程度には有意差が認められなかった。著者らは、患者の機能状態を改善するにはより統合的で強力な心理社会的因子に対する介入が必要であろうと結論している。

③ サンフランシスコうつ病予防研究プロジェクト(1994, 1995)<sup>7,8)</sup>は、150人の公的ケアを受けている身体疾患をもつ患者を対象に、介入群に対して8週間の「認知行動療法」を実施した。その結果、介入群のminor depressionを有する患者では抑うつ症状とminor depressionに関

連する身体症状の改善が認められ、その効果が1年間持続することを確認し、この介入がプライマリケアの場で実施可能であり、低所得者に対しても抑うつ症状の改善に寄与し得ると報告している。

④ Banerjeeら(1996)<sup>9)</sup>は、在宅ケアを受けている65歳以上の高齢者のうち、AGECATで抑うつの基準を満足した69人の高齢者を対象に、介入群に対して老年精神医学チームによる「個別的ケア・パッケージの作成とその実施」を適用し、通常的一般医によるケアと比較した。その結果、介入群において有意な抑うつ症状の改善を認め、社会的に孤立し、機能障害を有する高齢期のうつ病の回復可能性が強調された。

⑤ Llewellyn-Johnesら(1999)<sup>10)</sup>は、シドニーのセルフケアユニットまたはホステルに居住する65歳以上の高齢者220人を対象に、介入群に対して、(1)総合相談と生活支援、(2)うつ病の発見と管理に関する一般医とケアスタッフの教育、(3)住民に対する健康教育と活動プログラムによって構成される「多面的分担的ケア」(Multifaceted Shared Care)を実施し、通常的一般医によるケアを受けた対照群との間で、9.5ヶ月後の介入効果を比較した。その結果、ベースラインGDSが10点以上の抑うつ状態の高齢者では、介入群で抑うつ症状の有意な軽減が認められたと報告している。

⑥ Rabinsら(2000)<sup>11)</sup>は、バルチモア都市部の高齢者用公的居住区域に暮らす60歳以上の高齢者を対象に、精神疾患のスクリーニングを実施した後に構造化診断面接によって精神医学的診断を確定し、介入群に対して「PATCHプログラム」(Psychogeriatric Assessment and Treatment in City Housing program:居住区のケアスタッフの教育と必要なケアの提供)を実施した。26ヶ月後の転帰では、抑うつ症状、その他の精神症状が、対照群と比較して有意に減少したと報告している。

⑦ Newburyら(2001)<sup>12)</sup>は、75歳以上の在宅高齢者100人を対象に介入群に対して「HAプログラム」(Health Assessment Program:看護者の訪問による健康状態調査と、その結果の一般医への報告)を実施し、対照群との比較で介入群の問題発生数、問題をもつ高齢者数、死亡

率には有意差を認めなかったが、GDSで評価される抑うつ症状には有意な低下が認められたと報告している。

⑧ Unutzerら(2001)<sup>13)</sup>は、7箇所の国立研究施設より募集した1750人の高齢期のうつ病と気分変調性障害を対象に「共同ケアプログラム」(Collaborative Care Program：うつ病の臨床専門家が、実際にうつ病の治療を行うプライマリケア医を支援し、抗うつ薬療法と問題解決療法を実施する)を実施し、12ヶ月後の介入効果を費用効果比、抑うつ症状、QOL、ケアに対する満足度などの転帰指標を用いて評価する研究を計画しているという。

## (2) 対象の抽出方法

特定地区の在住者から対象を抽出する方法とプライマリケア利用者から対象を抽出する方法がある。前者では、特定地区に在住する高齢者全員に介入を実施する方法、スクリーニング陽性者を対象として抽出する方法、スクリーニング陽性者に対し二次調査を実施し、精神医学的診断が確定した者を対象として抽出する方法がある。後者では、プライマリケア医によって特定の疾患が同定されたものを対象として抽出する方法、スクリーニングによって特定の基準が満足された者を対象として抽出する方法がある。

## (3) 介入内容

主要な介入手段には、包括的臨床評価、プライマリケア医への個別的な情報提供、個別的なケアプランの策定、専門医による精神医学的相談、保健・福祉・医療スタッフの教育、本人を対象とする心理教育(うつ病の症状、治療、服薬と通院継続の必要性、再発前駆症状)、モニタリング(症状モニタリング、服薬モニタリング)、心理社会療法(問題解決療法、認知行動療法、活動療法)、生活支援、住民を対象とする健康教育などがある。

## D. 考 察

高齢期のうつ病は、本人自身もそれに気づかず、家族、知人、隣人、地域の保健・福祉スタッフ、かかりつけ医にもそれが認識されにくい状況にある。この状況を克服するためには、対象を発見するための「スクリーニング」の手法を

介入プログラムに導入する必要がある。また、個々の介入は単独で実施されるよりも統合的に実施される方がより効果的であり、支援するスタッフは役割分担的に機能する方がより効率的である。すなわち、「多面的分担的ケア」を介入方法の基本的な考え方として採用する必要がある。

筆者らはすでに地域に在住する痴呆性高齢者の早期診断・早期対応システムとして、精神保健相談事業を核とする地域の保健・福祉・医療資源の連携システムを提案し、宮城県内の7保健所管内において稼働させている<sup>14,15)</sup>。このシステムは、地域の保健・福祉スタッフの教育効果を基盤として痴呆性高齢者の早期発見に寄与し<sup>14)</sup>、かかりつけ医の意識の高揚と技能の向上を基盤にして、痴呆性高齢者への適切な医療サービスの提供を促進している<sup>15)</sup>。

ところでこのシステムは、痴呆性疾患のみならず、非痴呆性精神障害を有する高齢者にも利用されており、特に抑うつ状態と幻覚妄想状態にある高齢者の利用率が高い<sup>15)</sup>。このシステムではこうした利用者に対しても、専門医による精神医学的診断、かかりつけ医への情報提供、介護保険制度または高齢者保健福祉関連事業との連携、ケアカンファレンスとケアプランの策定によって、必要な在宅ケアを提供すべく機能しているが、痴呆性疾患と比較するとうつ病患者の発見率が極めて低く、介護保険制度の中では抑うつ状態にある高齢者に適切なケアを提供するのは困難であり、今日の高齢者保健福祉関連事業においても必要とされるケアを十分に提供することができない状況にある<sup>15)</sup>。

こうした現状を踏まえ、また先行研究の文献的な解析結果に基づいて、①抑うつ状態のスクリーニング、②専門職スタッフによる包括的臨床評価(保健福祉医療ニーズの評価)と訪問指導(症状モニタリング、服薬・通院モニタリング、心理社会的支持)、③専門医による精神保健相談(精神医学的診断、問題解決療法、認知行動療法)、④ケアチームによるケアカンファレンスと個別的ケアプランの策定、⑤かかりつけ医との連携(情報提供、抗うつ薬療法の導入)、⑥ミニデイケアにおける活動療法、⑦ホームヘルプサービス等による生活支援を構成

要素とする高齢期うつ病に特化した「統合的地域介入プログラム」を考案した。本研究プロジェクトでは、都市部に在住する高齢者を対象に統合的地域介入プログラムの効果をRCTによって評価する予定である。

#### E. 結 論

地域に在住する高齢者の中から抑うつ状態にある高齢者を発見し、効果的かつ効率的な介入を実施するために、「スクリーニング」と「多面的分担的ケア」を介入プログラムに導入する必要がある。

#### 文 献

- 1) Mulsant BH, Ganguli M: Epidemiology and diagnosis of depression in late life. *J Clin Psychiatry* 1999; 60 [suppl 20]: 9-15.
- 2) Lazarus LW (ed): *Essentials of Geriatric Psychiatry; A Guide for Health Professionals*. Springer, New York. 松下正明(編): 老年精神医学ガイドブック. 金剛出版、東京、1996;p133-158.
- 3) Cole MG, Bellavance F, Mansour A: Prognosis of depression in elderly community and primary care populations: a systematic review and meta-analysis. *Am J Psychiatry* 1999; 156: 1182-1189.
- 4) Katon W, Von Korff M, Lin E, Lipscomb P, Russo J, Wagner E, Polk E: Distressed high utilizers of medical care: DSM-III-R diagnoses and treatment needs. *Gen Hosp Psychiatry* 1990 Nov; 12(6): 355-62.
- 5) Katon W, Von Korff M, Lin E, Walker E, Simon GE, Bush T, Robinson P, Russo J: Collaborative management to achieve treatment guidelines: Impact on depression in primary care. *JAMA* 1995 Apr 5; 273(13): 1026-31.
- 6) Callahan CM, Hendrie HC, Dittus RS, Brater DC, Hui SL, Tierney WM: Improving treatment of late life depression in primary care: a randomized clinical trial. *J Am Geriatr Soc* 1994 Aug; 42(8): 839-46
- 7) Miranda J, Munoz R: Intervention for minor depression in primary care patients. *Psychosom Med* 1994 Mar-Apr; 56(2): 136-41.
- 8) Munoz RF, Ying YW, Bernal G, Perez-Stable EJ, Sorensen JL, Hargreaves WA, Miranda J, Miller LS: Prevention of depression with primary care patients: a randomized controlled trial. *Am J Community Psychol* 1995 Apr; 23(2): 199-222.
- 9) Banerjee S, Shamash K, Macdonald AJD, Mann AH: Randomized controlled trial of effect of intervention by psychogeriatric team on depression in frail elderly people at home. *BMJ* 1996; 313: 1058-1061.
- 10) Llewellyn-Jones RH, Baikie KA, Smithers H, Cohen J, Snowdon J, Tennant CC: Multifaceted shared care intervention for late life depression in residential care: randomized controlled trial. *BMJ* 1999; 319: 676-682.
- 11) Rabins PV, Black BS, Roca R, German P, McGuire M, Robbins B, Rye R, Brant L: Effectiveness of a nurse-based outreach program for identifying and treating psychiatric illness in the elderly. *JAMA*. 2000 Jun 7; 283(21): 2802-9.
- 12) Newbury JW, Marley JE, Beilby JJ. A randomised controlled trial of the outcome of health assessment of people aged 75 years and over. *Med J Aust* 2001 Jul 16; 175(2): 104-7.
- 13) Unutzer J, Katon W, Williams JW Jr, Callahan CM, Harpole L, Hunkeler EM, Hoffing M, Arean P, Hegel MT, Schoenbaum M, Oishi SM, Langston CA: Improving primary care for depression in late life: the design of a multicenter randomized trial. *Med Care* 2001 Aug; 39(8): 785-99.

- 14) 栗田主一：過疎高齢地域に在住する痴呆性老人早期診断・早期対応システムの構築に関する実践的研究(1):保健所老人精神保健相談事業・地域総合病院連携システムの意義と課題. 老年精神医学雑誌, 1999; 10: 339-346.
- 15) 栗田主一：過疎高齢地域に在住する痴呆性老人早期診断・早期対応システムの構築に関する実践的研究(2):精神保健相談事業と保健福祉医療関連資源の連携モデル. 老年精神医学雑誌 (投稿中).

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

厚生科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）分担研究報告書

## 地域在住高齢者における Mild Cognitive Impairment に関する実態調査研究

分担研究者 荒井啓行  
東北大学医学部老年・呼吸器内科

### 研究要旨

近年、アルツハイマー病 (AD) の発症予備群として Mild Cognitive Impairment (MCI) という概念が注目されている。東北大学老人科における専門外来において、MCI から AD への年転化率は約 15% であった。AD へと進行する MCI 患者の約 70% においては、Baseline における脳脊髄液中（りん酸化）タウ蛋白濃度 (CSF-tau) の上昇が見られ神経原繊維変化にもとづく神経細胞死が始まっていると考えざるを得ない結果であった。しかし、本邦における地域在住一般高齢者における MCI の有病率やその背景因子についてはこれまで研究がなされて来なかった。本研究は、高齢化が進んだ地域での MCI の実態を明らかにすることを目的とする。

#### A. 専門外来における MCI 研究の成果

MCI の診断は 1995 年米国 Mayo クリニックの Dr. Petersen が提唱した概念であり、(1)本人または家族による物忘れの訴えがある。

(2)全般的な認知機能は正常。

(3)日常生活動作は保たれている。

(4)痴呆ではない。

(5)加齢の影響のみでは説明できない記憶障害が存在する。

(6)年齢が 60 歳以上 89 歳以下。

(7)CDR score 0.5

という基準からなっている。この診断基準に従い 27 名の MCI 患者を特定した。最長 4.8 年間の Follow-up 期間で 27 名中 19 名が AD へと進行し、MCI から AD への年転化率は、15% であった。

15 例の年齢をマッチした平均 2.5 年の Follow-up 期間中に認知機能が正常だった高齢者(以下 normal)、19 名ののちに AD に進行した MCI 症例、54 例の probable AD

患者をエントリーした。MMSE は Normal が  $28.7 \pm 2.2$ 、MCI は  $24.5 \pm 2.2$ 、AD は  $15.1 \pm 5.5$  だった (Table 1)。

患者からインフォームドコンセントを得た上で腰椎穿刺を行い採取した髄液中  $A\beta$  1-42 (CSF-  $A\beta$  1-42) 及び髄液中総タウ蛋白濃度 (CSF-tau) を、sandwich ELISA 法によって測定した。

そして Normal、MCI、AD の 3 群間において CSF-  $A\beta$  1-42 及び CSF-tau 濃度の違いを ANOVA を用いて比較検定した。

CSF-tau においては、MCI 群は正常者群に比し有意に上昇していた ( $p < 0.001$ )。また CSF-  $A\beta$  1-42 は、正常群、MCI 群と比較して AD 群で有意な低下を認めたが、正常者群と MCI 群間では有意差を認めなかった (Figure 1)。今回エントリーした全 88 例の CSF-  $A\beta$  1-42 濃度と Mini Mental State Examination score との相関を回帰分析したところ、 $p = 0.0002$  と有意に正の相関を認めた (Figure 2)。

CSF-tau 濃度を用いた場合の MCI と Normal との鑑別を試みた。Normal の mean+1.5SD でカットオフを引いた場合、sensitivity 68%、specificity 93%、positive predictive value 93%、negative predictive value 70% という結果であった。

#### B. 考察

専門外来における今回の研究結果から、

1) Petersen の MCI 診断基準の妥当性；2) MCI の多くは、AD の前駆状態にあり数年の間に AD へと進行する；3) 脳脊髄液マーカーの Profile からは、多くの MCI は単に正常加齢の延長と考えるべきではなく明らか病的状態にあることが示された。

#### C. 今後の地域住民調査に向けての展望

以上の研究から、MCI の中には痴呆前駆状態の患者が含まれることには異論はないが、27 名中 8 名は、軽度認知障害を示しながらも進行を示さなかったことにも注意を向けるべきと思われた。この 8 名の内訳は、無症候性脳梗塞を有する者、不眠が続いた症例、行き場のないストレスが加わったものなどその背景は多様であった。専門外来においては、このような進行を示さない MCI は Minority であったが、地域在住一般高齢者では、どうであろうか？ Finland の調査では、地域在住一般高齢者での MCI

有病率は約6%と報告され、その危険因子として中年期の血清コレステロール値と血圧値が重要であると報告され、血管障害との関連を示唆するものであった。また、米国からの報告でも、地域在住 MCI 患者には、MRI 上の大脳白質病変を呈するものが有意に多いと言われており、これも MCI と血管障害との関連を窺わせるものである。AD の早期診断・早期治療のみならず、脳梗塞の予防や引きこもりからの開放などにも関連することと考えられる。仙台市 T 地区の 2451 名の 70 歳以上の高齢者の中での MCI 有病率が Finland 同様 6% と仮定すると約 140 名が陽性とされ、また、特定地区 570 名の悉皆調査では、34 名が MCI と判定される可能性がある。この 34 名の Life スタイル、MRI 画像、心血管危険因子などを性と年齢をマッチしたコントロール群と比較しその実態を明らかとしたい。

#### D. 研究発表

##### 1. 論文発表

Maruyama M et al. Cerebrospinal fluid amyloid  $\beta$ 1-42 levels in the mild cognitive impairment stage of Alzheimer's disease. *Exp. Neurol.* 172:433-436, 2001.

Okamura N et al. Combined analysis of CSF-tau and IMP-SPECT in mild cognitive impairment: Implications for a novel predictor of Alzheimer's disease. *Am. J. Psychiatry.* 159:474-476, 2002.

##### 2. 学会発表

- ・ SPECT と脳脊髄液タウ蛋白との組み合わせによる Mild Cognitive Impairment の進行予測: 日本老年医学会 2001.

- ・ Mild Cognitive Impairment における脳脊髄液中ベータアミロイド蛋白濃度の検討: 日本痴呆学会 2001.

- ・ Cerebrospinal fluid amyloid  $\beta$ 1-42 levels in the mild cognitive impairment stage of Alzheimer's disease. : The 8<sup>th</sup> International Conference on Alzheimer's Disease and Related Disorders Alzheimer's Association 2002.

#### E. 知的財産権の出願・登録状況

##### 1. 特許取得

平成 14 年 2 月 12 日 “アルツハイマー病家系におけるプレセニリン-1 新規遺伝子変異” を米国仮出願として特許申請を行った。この研究は、本稿で述べた「AD へと進行した MCI 患者」の 1 例から見出されたものである。論文は現在、*Biological Psychiatry* に In Press。

Table 1: Baseline characteristics of subjects studied here

	Number	Age (yr) mean $\pm$ SD	Gender (M/F)	MMSE (points) mean $\pm$ SD
Normal Control	15	69.2 $\pm$ 9.1	7/8	28.7 $\pm$ 2.3
MCI	19	71.7 $\pm$ 7.9	3/16	24.5 $\pm$ 2.2
AD	54	73.9 $\pm$ 7.2	11/43	15.1 $\pm$ 5.5

MCI: Mild cognitive impairment

MMSE: Mini -Mental State Examination

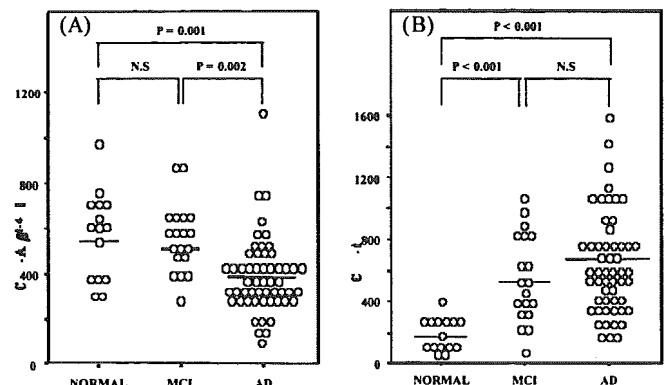


Fig.1. (A) CSF A  $\beta$ 1-42 levels in normal control, mild cognitive impairment (MCI), and Alzheimer's disease (AD). (B) CSF-tau levels in normal control, MCI, and AD. Each bar represents the mean value of each group. N.S., not significant.

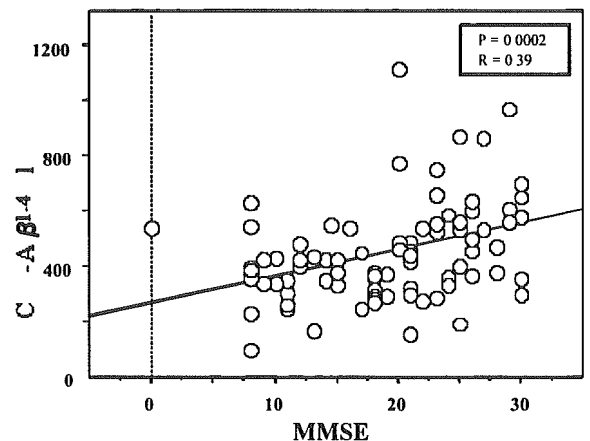


Fig.2. CSF A  $\beta$ 1-42 levels as a function of Mini -Mental State Examination (MMSE) score in all 88 subjects including normal control (n=15), mild cognitive impairment (n=19), and Alzheimer's disease (n=54).



## 歩行安定性の新しい評価方法の検討

分担研究者 永富良一 東北大学大学院大学院医学系研究科運動学分野・助手

### 研究要旨

簡便に歩行安定性の評価を行うために、腰背部中央に装着した加速度センサーの歩行時の加速度波形に対して非線形時系列解析を適用し、リアプノフ指数を指標として加速度波形のゆらぎを定量した。若年者、高齢者それぞれ10名に対して障害物のない平坦な床面で23m~50mを直線的に自由歩行させ、左右、前後、上下の加速度波形に対するリアプノフ指数を算出した。骨折のため足関節可動域制限のある被験者、感冒による発熱のため歩行安定性を欠いた被験者では指数が他の被験者より高く、非線形時系列解析が歩行安定性の評価に有用である可能性が示唆された。運動教室参加高齢者では指数の個人差が大きかったが、若年者との間に平均値の差はなかった。今後、虚弱高齢者を含めた検討を行うことにより有用性を明らかにしていきたい。

### 研究協力者

古川順光 東北大学大学院医学系研究科  
猪岡 光 東北大学大学院情報科学研究科  
大瀧保明 東北大学大学院情報科学研究科  
飯島佳之 東北大学大学院情報科学研究科  
Muhammad Arif 東北大学大学院情報科学研究科

### A. 研究目的

介護予防をはかるためには、高齢者の転倒を防止することは重要な要素の一つである。転倒の予防対策を個人に対して行うためには個人の転倒の危険度を評価する必要がある。これまで高齢者の転倒の危険度を評価するためにFunctional reach、片足立ちあるいは10m歩行テストなどが行われているが、前2者は立位状態のバランスを評価するものであり、後者はバランスそのものは評価しておらず、いずれも転倒の危険度を予測する評価方法としては不十分である。

転倒の危険度予測につながる歩行安定性の評価については、ビデオシステムを用いた運動力学的な解析も行われており、関節可動域の低下などが転倒の要因になることが指摘されているが、測定自体が高額かつ煩雑な操作を必要とし、

一般高齢者に対して評価を行うことは困難である。

加速度センサーを用いて高齢者の歩行状態を簡便に評価しようとする試みもなされている。しかしこれらは計測されたデータの平均値を評価するもので、歩行状態の経時的な変化をとらえるものではない。実際の転倒に結びつくのは歩行の定常性が保たれなくなることであり、不安定な状態を立て直せなくなったときに発生する。したがって時系列の情報を含む評価を行うことが必要になってくる。

そこでわれわれは転倒の危険度を予測可能な簡便かつ実用的に評価することを目的として、加速度センサーを用い歩行時の加速度信号を測定し、得られた加速度データに対して非線形時系列解析を適用することを試みた。具体的には歩行を進める過程で発生するゆらぎの程度をリアプノフ指数で定量化することにより歩行の安定性を評価することを試みた。

### B. 研究方法

#### 1. 被験者

健常若年男性10名（年齢  $25.6 \pm 6.9$  才、身長  $176.1 \pm 6.7$ cm、体重  $68.3 \pm 8.7$ kg；平均±

標準偏差) および健常高齢者 10 名 (仙台シルバーセンターの健康運動教室参加者のうち希望者; 男性 2 名、女性 8 名; 年齢  $69.8 \pm 6.6$  才、身長  $156.2 \pm 4.0$  cm、体重  $54.1 \pm 4.6$  kg; 平均  $\pm$  標準偏差)。

## 2. 歩行安定性の評価

歩行安定性の評価は体幹部の動きを対象とするために 3 軸の加速度センサーを内蔵する携帯型加速度計測装置 ((株) アイ・ティ・リサーチ、仙台) をマジックテープ式のベルト型サポーターを用いて腰背部中央に密着するように装着し、歩行時の互いに直交する 3 軸の加速度信号を収集した。歩行終了後計測装置に内蔵したコンパクトフラッシュメモリーに取り込まれたデータをコンピュータに取り込みオフラインで解析を行った。具体的には x y z それぞれの軸に対する 10 歩行周期以上の加速度波形に対して非線形時系列解析を行い、リアプノフ指数を算出した。あわせて行路長と加速度波形から、ステップ数、歩行周期 (sec/step)、歩行速度 (m/sec)、ステップ長 (m/step) を求めた。

## 3. 歩行テスト

若年者は東北大学川内北キャンパス内体育館において、障害物のない 50m の直線区間において、高齢者は仙台シルバーセンター屋内にて 23 m の障害物のない直線区間において、3 軸加速度計測装置を装着し、歩行テストを実施した。予め被験者の問診を実施後に、歩行速度は規制せず、被験者の主観で通常と思われる速度で自由に歩行させた。服装は普段着とし、いずれの場合も内履きを使用させた。

## 4. 統計処理

若年者、高齢者 2 群の各パラメータの平均値の比較には対応のない t 検定を行った。統計的有意水準は 5% とした。

## C. 研究結果

### 1. 若年者と高齢者の歩容の比較

表 1 に若年者 10 名の 50 m 歩行時の歩容と高齢者 10 名の 23m 歩行時の歩容を示した。歩行周期は若年者一歩あたり平均 0.54 秒、高齢者一歩あたり平均 0.49 秒で高齢者の方が有意に短かった ( $p < 0.001$ )。歩調は若年者平均毎秒 1.86 歩に対して高齢者平均毎秒 2.04 歩と高齢者の方が有意に大きかった ( $p < 0.001$ )。歩幅は若年者平均一歩あたり 0.77m に対して高齢者平均一歩あたり 0.68m と高齢者の方が有意に短かった。歩行速度は若年者平均毎秒 1.43m に対して高齢者平均毎秒 1.38m と若年者の方が速いが有意な差はみられなかった ( $p < 0.32$ )。このように今回の高齢者は小さい歩幅で小刻みに歩いていることがわかる。

### 2. 若年者の直線自由歩行時の非線形時系列解析

若年者の直線自由歩行時に得られた加速度波形の非線形時系列解析を行い、リアプノフ指数を算出した。それぞれ図 1 に水平軸左右方向、図 2 に垂直軸上下方向、図 3 に水平軸前後方向のリアプノフ指数を示した。リアプノフ指数はすべての被験者において正の値を示した。リアプノフ指数が大きいことはカオスの要素が大きいことを意味することから不安定さの指標と考えられる。絶対値としては上下方向のリアプノフ指数がもっとも大きく、左右方向の指数がもっとも小さかった。しかし個人差は左右方向がもっとも大きく、上下方向がもっとも少ないことがわかる。

興味深いことに、いずれの軸においてもリアプノフ指数が最大値を示している被験者 8 は、検査終了時に不調を訴えたため検者である医師が診察をした結果  $38.7^{\circ}\text{C}$  の発熱を認めた。また

表 1 直線歩行時の若年者と高齢者の歩容の比較

被験者	歩行周期 [秒/歩]*	歩調 [歩/秒]*	歩幅 [m/歩]*	歩行速度 [m/秒]
若年者	0.54 (0.02)	1.86 (0.07)	0.77 (0.03)	1.43 (0.08)
高齢者	0.49 (0.02)	2.04 (0.09)	0.68 (0.06)	1.38 (0.13)

\*  $p < 0.005$

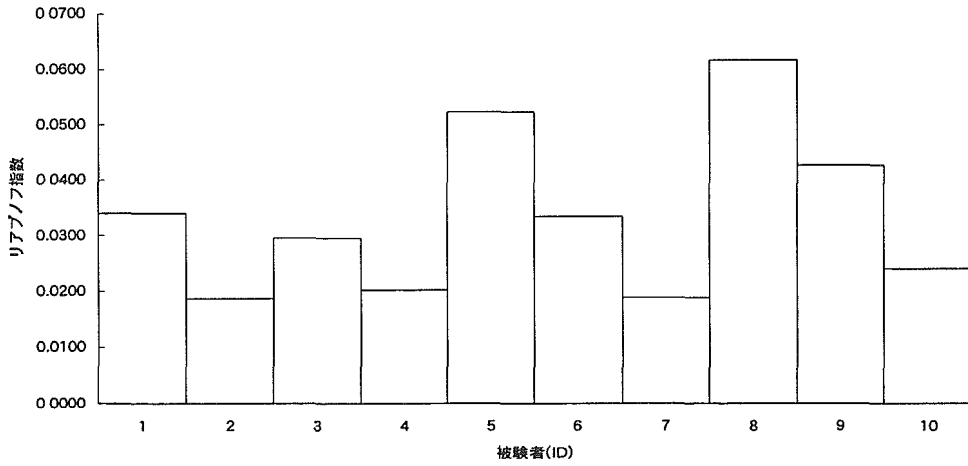


図1 若年者の直線自由歩行時の水平軸左右方向のリアプノフ指数

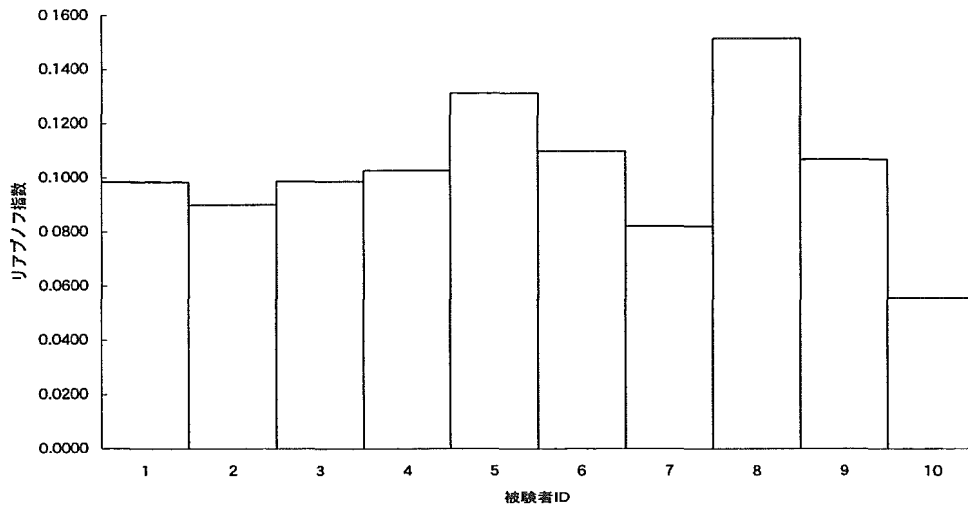


図2 若年者の直線自由歩行時の垂直軸上下方向のリアプノフ指数

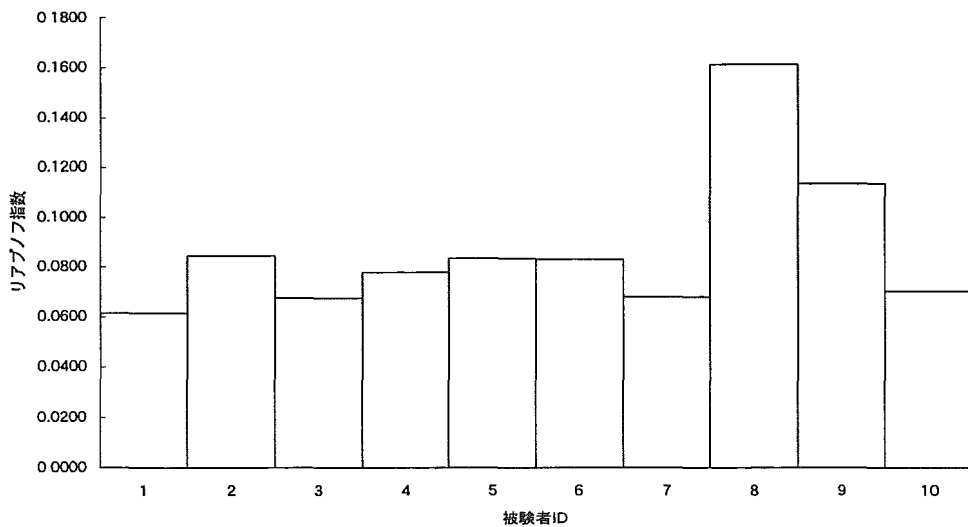


図3 若年者の直線自由歩行時の水平軸前後方向のリアプノフ指数

左右あるいは上下方向でリアプノフ指数が2番目に高い被験者5は検査約8ヶ月前に右足関節の脱臼骨折の既往があり、再建術後であり、本検査の時点では未だ右足関節の背屈制限があった。他の被験者には下肢骨折の既往はなく、健康状態であることを確認している。

特に健常な歩行を行っているとはいえない上記2名を除くと、いずれの方向についてもリア

プノフ指数のばらつきはそれほど大きくなかった。

表2は若年者と高齢者の直線自由歩行時の各軸のリアプノフ指数を比較したものである。高齢者においてはいずれの軸においても個人差が大きかった。しかし平均値では若年者との間に有意な差はみられなかった。

表2 若年者と高齢者の直線自由歩行時の各軸のリアプノフ指数\*の比較

被験者	n	左右	上下	前後
若年者**	8	0.028 (0.09)	0.093 (0.18)	0.078 (0.16)
高齢者	10	0.033 (0.18)	0.091 (0.34)	0.075 (0.34)

\* 数値は平均値（標準偏差）を示す。

\*\* 平常の歩行がケガあるいは病気でできなかった被験者5、8は除外した。

#### D. 考 察

われわれは簡便に歩行安定性の評価を行うために、歩行時に腰背部中央に装着した加速度センサーから得られる加速度波形に対して非線形時系列解析を適用し、リアプノフ指数を指標として加速度波形のゆらぎを定量した。その結果、歩行時には全被験者においてリアプノフ指数は正の値をとった。これは歩行時の加速度波形のゆらぎにカオス的要素が含まれることを意味しており、歩行の不安定要素を定量化できることを示唆している。

リアプノフ指数によるカオス的ゆらぎの定量化が、転倒などの歩行不安定性につながるか否かを明らかにするためには、今後疫学調査や不安定性を数量化する別な指標との対応を調べる必要がある。しかし興味深いことに、今回の研究では、たまたま骨折のため足関節可動域制限のある被験者、発熱のため歩行安定性を欠いた被験者が含まれていた。この2名の被験者では指数が他の被験者より高く、加速度波形の非線形時系列解析が歩行安定性の評価に有用である可能性が示唆された。

特に左右方向のリアプノフ指数の絶対値は上下、前後に比して小さいものの、若年者でも比

較的個人差が大きく、評価値として期待ができる。他方前後方向のリアプノフ指数は、安定性を欠く発熱していた被験者において他の被験者の2倍以上の値を示した。骨折の既往者も含めた他の被験者はほぼ同じ値を示していた。これも左右方向とは異なる要因により変化する可能性があり、安定性の評価指標として有用である可能性がある。今後それぞれの軸のリアプノフ指数が依存する筋力や運動能力、関節可動域など他の運動要素、体力的要素との関連を明らかにすることにより、歩行安定性評価に対するリアプノフ指数の妥当性を明らかにしていく予定である。

高齢者と若年者の比較において高齢者の方が不安定性が高いと予測していた。しかし実際には高齢者群では個人差は大きいものの、平均値はほぼ若年者と変わらなかった。これにはいくつかの可能性が考えられる。

第一には、今回参加協力を得られた高齢者は仙台市シルバーセンターの運動教室参加者であり、高齢者でも体力的に優れた集団であった可能性がある。今後虚弱な高齢者を含め検討を行う予定である。

第二に、今回の高齢者の歩容は、若年者と比

較して小刻みな歩行になっている。これは高齢者の身体に加齢変化に対する適応と考えられるが、歩容を変化させることによってゆらぎの拡大を防ぎ、より安定した歩行を実現している可能性がある。

今回の非線形時系列解析のメリットは簡単な3-D加速度計によりデータが収集できることである。ただしあくまでも規則性のある事象を対象にするので、検査として行うためには、各種条件を整えた場所での直線歩行に限定されてしまう。しかし10歩行周期以上あれば十分に解析が可能なので、一般的に行われている10m歩行試験時に装着するだけで多くのデータを収集することが可能である。

介護予防を目的とした運動訓練は、特に転倒予防を意識するものである。今回われわれが用いた指標が、運動訓練前後にどのように変化するかは大変興味深い。改善がみられるようであれば、不安定性の指標としての有用性がさらに高くなるのみならず、訓練プログラム自体の適否を判定可能になることが期待される。

## E. 結 論

簡便に歩行安定性の評価を行うために、腰背部中央に装着した加速度センサーの歩行時の加速度波形に対して非線形時系列解析を適用し、リアプノフ指数を指標として加速度波形のゆらぎを定量した結果、歩行安定性の評価に有用であることが示唆された。

## F. 健康危険情報

特になし

## G. 研究発表

なし

## H. 特許申請

なし

身体活動量の評価方法の検討－階段昇降に伴うエネルギー消費について－

分担研究者 永富良一 東北大学大学院大学院医学系研究科運動学分野・助手

### 研究要旨

階段昇降は身体活動量への寄与が大きいことが知られているにも関わらず評価されにくい。そこで本研究では階段昇降時のエネルギー消費量を加速度歩行計と携帯型呼気ガス分析装置で測定し比較した。その結果、酸素摂取は階段昇降運動終了時前後に最大となり運動後2～4分間かけて安静レベルに復することがわかった。この酸素負債と考えられる運動後の酸素消費を含めると階段昇降時の代謝当量METSは上行時13.9、下行時7.2であり従来の報告より大きかった。階段昇降時のエネルギー消費量の算出には昇降運動後の酸素負債を加えることが必要であると考えられた。同時に記録を行った加速度歩行計は階段昇降時のエネルギー消費を20%程度までしか推定できないことも確認された。

### 研究協力者

古川順光 東北大学大学院医学系研究科  
千葉智則 東北学院大学教養学部

### A. 研究目的

介護予防、特に転倒による骨折予防のために運動訓練が有効であることが提唱されている。実際運動訓練による体力の改善すがこれまでの研究により知られている。しかし運動訓練により改善された体力を維持するためには訓練後も運動を習慣化する必要がある。運動が習慣化されたかどうかの確認は、運動実施の有無を継続的に確認すれば可能であるが、運動の質・量について確認することは容易ではない。われわれは運動の習慣化を日常生活の身体活動量の増加で確認できることをこれまで報告してきた。しかし身体活動量の評価自体にも様々な問題点がある。

身体活動量の評価方法には様々な方法があるが、精度を上げれば方法が煩雑になり日常的に用いることは困難である。他方万歩計のように簡便な方法を用いると精度が落ち、特に運動効果を左右する運動強度についての情報は得られない。最近開発された加速度センサー搭載型の身体活動量計（加速度歩行計）は、このような

欠点を補うことが期待されている。しかし、スポーツ以外の日常生活の場で運動強度がもっとも高くなる場合の一つである階段昇降時のエネルギー消費は、身体活動量への寄与が大きいにも関わらず加速度歩行計では原理的に計測困難である。研究協力関係にある東北大学情報科学研究科システム情報科学研究室ではこのような欠点を補うべく大気圧計を加速度歩行計に組み込み、高度変化の情報を反映させることにより階段昇降時のエネルギー消費量を推定するシステムを開発中である。しかしこれまで階段昇降時のエネルギー消費量を実測したデータはほとんどみられない。

そこで今回われわれは運動習慣化の指標となる身体活動量を簡便かつより高い精度で求めるための第一歩として、階段昇降時の酸素摂取量を携帯型呼気ガス分析装置を用いて測定し、エネルギー消費量を求めることを目的とした。

### B. 研究方法

#### 1. 被験者

健常男性5名（年齢 $27 \pm 3.9$ 才、身長 $171.1 \pm 5.6$ cm、体重 $66.5 \pm 9.7$ kg；平均±標準偏差）。

#### 2. エネルギー消費量の測定方法

携帯型呼吸代謝測定システム（VO2000；

S&ME社) および加速度歩行計(Lifecorder SZ 1000:スズケン社)を用いた。なお携帯型システムは計画時にはベルテックジャパン社よりK4を借用する予定であったが、VO2000を所有している東北学院大学千葉智則氏の協力を得ることができた。そこでK4の借料の一部は、一般的に測定精度が常置型に劣る携帯型システムの測定精度確認および補正のための呼吸代謝測定用の消耗品に、残りをVO2000用の消耗品に使用した。携帯型システムVO2000の測定精度の確認および補正は予めトレッドミル歩行時(平地、5度、10度)の酸素摂取量を測定し、常置型の呼吸代謝分析装置(AE280;ミナト医科学)を用いて測定した同一被験者の同じ負荷プロトコール時の酸素摂取量とを比較し、測定値の補正を行った。結果には補正後の値を示した。

### 3. エネルギー消費量の算出方法

呼吸代謝測定システム(AE280またはVO2000)で測定した酸素摂取量(oxygen uptake:Vo<sub>2</sub>;ml/kg/min)に0.005kcal/mlを乗じた値を、総エネルギー消費量とした。身長、体重、性別、年齢より基礎代謝量を求め、その値を1.2倍したものを安静時代謝量とした。総エネルギー消費量より安静時代謝量を減じた値を

運動時消費エネルギー量(kcal/min/kg)とした。加速度歩行計は4秒毎にデータ収集可能なタイプを用い被験者の年齢、性別、身長、体重などの基礎的情報を入力し、実験データを蓄積した後、専用解析ソフト(スズケン社)を使用し、運動時消費エネルギー量(kcal/min/kg)を算出した。

### 4. 階段昇降

VO2000および加速度歩行計を同時に装着し、東北大学川内北合同研究棟内の階段(120段:1~6階)の昇降運動を1往復、被験者の自由歩行速度で行わせた。階段の昇降終了時は、階段昇降開始から8分経過するまで、その場で立位を保持させた。

## C. 研究結果

### 1. 階段の形状調査

今回の実験で利用した東北大学川内北合同研究棟内の階段の形状を調査した結果を表1に示した。また参考までにキャンパス内屋外の階段および、公共施設である仙台駅およびその周辺の屋内外の階段の形状を調査した結果も示した。実験に利用した研究棟内の階段は、一階分で踊り場一カ所をはさみ平均20段であった。平均段差の平均17.3cm、平均傾斜角32.1度であった。

表1 各所階段の形状

階段場所	階	段数(段)	幅(cm)	高さ(cm)	傾斜角度(°)
川内北合同研究棟	1~2階	27	28	17	31.3
川内北合同研究棟	2~5階	57	28	17	31.3
川内北合同研究棟	5~6階	20	28	17	31.3
川内北合同研究棟	6~屋上	16	26	19	36.2
川内北合同研究棟	平均(1階分)	20	27.7	17.3	32.1
川内キャンパス内屋外階段		19	43	13.5	17.4
仙台駅新幹線中央口、南口	2~3階	29	32	16	26.6
仙台駅在来線中央口	1~2階	29	32	16	26.6
仙台駅事務室前	B1~1階	31	32	16	26.6
仙台駅事務室前	1~2階	33	32	16	26.6
仙台駅外ペデストリアンデッキ	1~2階	38	32	15	25.1
バスターミナル階段	駅側	42	33	13.5	22.2
バスターミナル階段	駅反対側	41	34	13	20.9
仙台駅周辺	平均	34.5	32.4	15.2	25.1

屋外の階段はキャンパス内のものが段差13.5cm角度17.4度、仙台駅バスターミナルのものが段差13~13.5cm、角度20.9~22.3度であった。また屋外ペデストリアンデッキの階段は段差15cm、角度25.1度であった。

仙台駅構内の屋内階段はいずれも段差16cm、角度26.6度で統一されていた。

図1に階段上行時の、図2に階段下行時の分時エネルギー消費量を示した。上りに要した平均時間±標準偏差は44.0±6.3秒、下りは35.8

±5.6秒であった。

加速度歩行計から算出された値は図に示すように小さく、安静時エネルギー消費率で除した値METS（代謝当量）は最大でも階段上行時で1.57、下行時には1.46であった。

一方、酸素摂取量より求めたエネルギー消費は階段昇降後も安静時を上回る状態が続き、立位安静を保った状態で、およそ3分~4分かけて安静値に戻ってゆくことがわかる。酸素負債を考慮しない場合の階段昇降運動中の平均

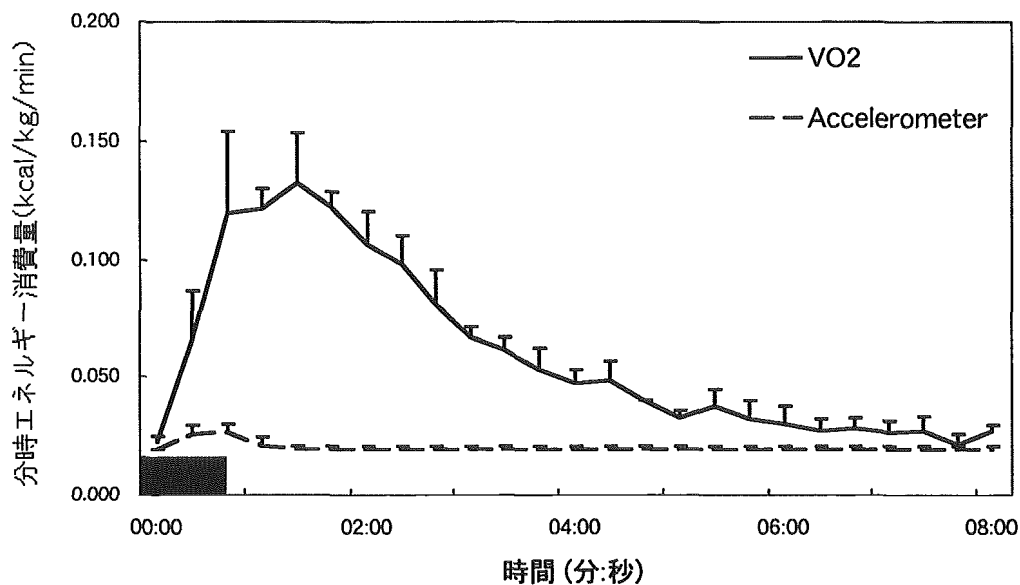


図1 階段上行時の分時エネルギー消費量（図中の黒色のバーは階段上行運動を示す）

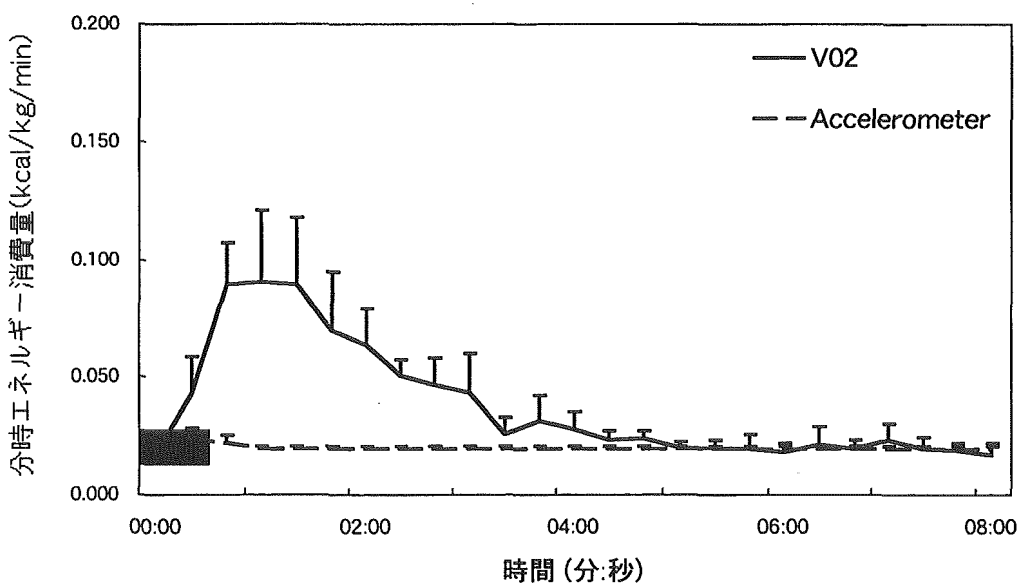


図2 階段下行時の分時エネルギー消費量（図中の黒色のバーは階段下行運動を示す）



METSは上行時5.86、下行時5.26であった。昇降運動終了後の酸素消費を含めて、それぞれ階段昇降に要した時間内で消費したエネルギーとして計算すると、平均METSは上行時13.9、下行時7.2であった。立位安静時の平均分時エネルギー消費量は体重1kgあたり0.02kcal/minであった。したがって安静時のエネルギー消費を引いた階段昇降時の分時消費エネルギー量の平均値は体重1kgあたり上行時0.27kcal/min、下行時0.14kcal/minであった。

#### D. 考 察

本研究では介護予防に特化した運動訓練効果の評価およびその維持に必要な日常の身体活動量の評価に重要な階段昇降運動時のエネルギー消費について調べた。測定装置の重量は加速度歩行計、呼気ガス分析装置を含めても総重量1.5kg未満であり、装着によるエネルギー消費量の増加はわずかであると考えられた。

まず階段昇降に伴うエネルギー消費は、加速度歩行計では測定できないことがわかった。今回の測定では実際の消費量の20%未満であり、平地歩行のエネルギー消費を下回った。これは加速時歩行計が、脚部の接地時の加速度を検出するためにやむを得ない制約である。加速度歩行計は身体活動量を測定するこれまでの方法に中ではもっとも簡便であり、少なくとも平地歩行においては高い精度が期待できる。しかし階段利用は、身体活動量への寄与が大きいことが知られているので、今後なんらかの方法で階段昇降に伴うエネルギー消費を反映させることが望ましい。現在われわれが共同研究を行っている東北大学大学院情報科学研究科では、加速度歩行計のこの制約を克服するために、大気圧センサーを搭載した加速度歩行計の開発を行っており、階段昇降の有無を大気圧の変化としてとらえる試みを行っている。

今回得られたデータにおいてさらに重要な点は、従来考えられていた階段昇降に伴うエネルギー消費量が過小評価されている点である。今回得られたMETS値は階段上行時には13.9、下行時にはそのおよそ半分の7.2であった。過小評価されていた原因は階段昇降運動後の酸素負債が考慮されていなかったためであると考えら

れる。階段昇降運動自体は無酸素的に行われる運動である高強度の運動であるため、運動中の酸素摂取だけが直接運動に関与するものだけではないことが明らかになった。階段昇降運動終了時までの酸素摂取量だけでMETS値を算出すると上行時5.86、下行時に5.26であり、従来考えられていた値に近い。

本研究における6階まで昇降する1分未満の運動では酸素負債が2~4分続いていた。実生活の中では6階までの120段を一度に昇降することは少ないと考えられる。階段の形状調査の結果、公共施設である駅の階段の段数は1階につき30段を越えるものが多く、地下鉄などの鉄道の利用頻度が高い都市部在住者の場合には今回の実験条件は必ずしも非現実的なものではないと考えられる。階段の長短あるいは傾斜角と酸素負債を含めた身体活動量が直線回帰可能であれば、階段の性状が異なっても階段昇降に伴うエネルギー消費を推定することが可能になってくる。さらに階段昇降速度とエネルギー消費量の関係も明らかになれば、階段昇降に伴うエネルギー消費量の推定の精度をさらに高くすることが可能であると考えられる。現在階段の長短、傾斜角および昇降速度とエネルギー消費量との関係を明らかにすべくデータの収集を行っている。さらに本プロジェクトの中心となる高齢者においても同様の関係が成立するか今後明らかにする必要がある。

#### E. 結 論

階段昇降運動に伴うエネルギー消費を現行の加速度歩行計で測定することは困難である。

階段昇降運動時のエネルギー消費は、昇降運動終了後数分にわたる酸素負債も含めて算出するべきである。酸素負債を含めた階段昇降運動のMETSは上行13.9下行7.2であった。

#### F. 健康危険情報

特になし

#### G. 研究発表

なし

## 大迫町における運動訓練の効果：筋力、バランスなど

分担研究者 永富良一 東北大学大学院医学系研究科運動学分野・助手

### 研究要旨

岩手県大迫町の高齢者23名を対象に転倒骨折予防に向けた運動訓練を実施し、筋力やバランス機能などの運動機能に及ぼす効果を検証した。その結果、運動訓練により、握力、柔軟性、脚伸展筋力、脚伸展パワー、バランス機能、起居動作や歩行動作などの運動パフォーマンスに有意な改善が見られた。また、転倒に対する自信の程度は、有意ではないものの改善傾向が見られた。もともとバランス機能や歩行機能が低く、転倒に対する自信のない者ほど、運動訓練による改善効果は大きかった。また、運動訓練への参加率の高かった者ほど、バランス機能や脚伸展筋力、脚伸展パワーの改善効果は大きかった。

本研究により、現在、全国で展開されている転倒骨折予防事業の運動機能への効果が示された。

### 研究協力者

藤田和樹 東北大学大学院公衆衛生学分野  
寶澤 篤 東北大学大学院公衆衛生学分野  
鈴木寿則 東北大学大学院公衆衛生学分野  
大森 芳 東北大学大学院公衆衛生学分野  
佐藤浩哉 東北大学大学院運動学分野

### A. 研究目的

高齢者の転倒・骨折の要因として、筋力、バランス機能などの体力低下、起居動作や歩行動作などの運動パフォーマンスの低下が示されている。しかし、これらの運動機能の低下は、そのすべてが加齢によるものではなく、運動不足に起因する部分も大きいと考えられている。実際、運動により、高齢者においても、これらの運動機能が改善されることが知られている。

厚生労働省老健局計画課は、「介護予防研修テキスト」の中で、高齢者の転倒予防事業の進め方を提示している。本稿では、このテキストの訓練メニューに準じた運動訓練を高齢者に対して実施する。その前後で筋力、バランスなどの運動機能を測定評価し、運動訓練の効果を検証するとともに、転倒予防事業を各自治体で実施する際に留意すべき事項を明らかにする。

### B. 研究方法

#### 1) 対象者

対象者は、岩手県大迫町に在住する70歳以上の高齢者とした。平成13年8月、大迫町保健センターにおける掲示および保健婦の声かけにより、対象者を募集した。募集の結果、28名から申し込みがあった。申し込み者のうち、3名が運動訓練前の測定に参加することができなかった。理由は、主治医による運動不許可（2名）と死亡（1名）であった。その結果、25名（男性3名、女性22名）が運動訓練前の測定に参加した。運動訓練開始前に、1名が家庭の都合により訓練への参加を辞退した。さらに、運動訓練開始後、1名が家庭の都合により脱落した。その結果、今回の解析対象者は、23名（男性3名、女性20名、年齢77.6±5.0歳）となった。

#### 2) 訓練前測定の実施

表1に、本研究の測定項目を示す。平成13年8月31日から9月13日までの2週間、参加者の日常生活における身体活動量を測定した。平成13年9月14日、アンケート調査および運動機能の測定を実施した。

参加者は、自己記入式アンケートに回答した。アンケートは、転倒に関する問診、転倒のリス

表1 本研究における測定項目

易転倒性指標	日本語版FES
運動習慣	高山市健康と生活習慣調査の運動に関する調査項目
手段的日常生活動作能力	東京都老人総合研究所式活動能力指標
生活の質	日本語版EuroQolによる効用値 日本語版SF36 Version2.0による下位尺度
日常身体活動量	加速度歩行計による1日総消費エネルギー量および活動時消費エネルギー量
柔軟性	長座位体前屈
平衡機能	開（閉）眼片足立ち時間、ファンクショナル・リーチ 動的姿勢制御能力評価訓練装置による重心動揺指数
筋力	握力、膝伸展屈曲の等速性筋力（角速度60度/秒、120度/秒） ホリズントラル・レッグプレスマシンによる脚伸展最大筋力
脚伸展パワー	脚伸展パワー装置による測定値
Timed Up & Go Test	椅子から立ち上がり、3m先の目印を折り返し再び椅子に座る までに要する時間
10m最大歩行テスト	10mの歩行路を最大努力で歩行するのに要する時間

ク・アセスメント、易転倒性指標（日本語版FES）、運動習慣、手段的日常生活動作能力（IADL）、生活の質（EuroQol、SF36）に関する調査項目を含んだ。

身長、体重の形態測定を行い、BMIを求めた。

転倒に関連する運動機能として、長座位体前屈、開眼片足立ち時間、閉眼片足立ち時間、ファンクショナル・リーチ、動的平衡機能、握力、膝等速性筋力、脚伸展パワー、Timed Up & Go Test、10 m最大歩行テストを実施した。

以下に、運動機能の測定方法の詳細を示す。

a) 長座位体前屈：長座位体前屈計を用いて測定した。壁に背・尻をつけた長座位姿勢で、両手を測定機器に乗せる。その位置から前方へ身体を最大に前屈した時の両手の位置までの距離を測定する。1回の練習の後、試技を2回行い、よい方の値を評価に用いた。

b) 開（閉）眼片足立ち時間：参加者は、両手を腰に当てた立位姿勢で片足を床から離す。支持脚の位置がずれるか、腰に当てた手が離れるか、上げている足が床に触れるまでの所要時間を測定する。これを開眼、閉眼の状態で行う。測定時間は最長70秒とする。1回の練習の後、試技を2回行い、よい方の値を評価に用いた。

c) ファンクショナル・リーチ：立位で片腕を90度前方へ挙上した時の拳の先端から、足の位

置を動かさずにできるだけ前方へ腕を伸ばした時の拳の先端までの距離を測定する。1回の練習の後、試技を2回行い、よい方の値を評価に用いた。

d) 動的平衡機能：動的平衡機能は、バイオデック・スタビリティ・システム（酒井医療、東京）を用いて測定した。上記機器は、立位姿勢を取っている状態でつま先や踵にかかる体重の変化に応じてプラットフォームが傾斜する機器であり、立位姿勢を維持するためには常に動的平衡をとることが要求される。測定肢位は、両上肢を体側に自由な状態で垂らし、閉脚開眼立位とした。参加者に十分な説明を行った上で、プラットフォームの傾斜角を0度～10度の範囲で自由に傾斜する状態とし、30秒間の体重心の動揺を記録した。プラットフォームの安定性のレベルは最も安定した状態（レベル8）とし、評価にはテスト中のプラットフォームが水平方向からすべての方向へ動いた角度をあらわす指数（overall stability index: SI）を用いた。1回の練習の後、試技を1回のみ行った。

e) 握力：スمدレー式握力計を用いて測定した。握り幅を示指のPIP関節がほぼ直角になるよう調節し、握力計が身体に触れないようやや肩を外転させた立位姿勢で、全力で握るよう求めた。1回の練習の後、試技を左右2回行い、よ

い方の値を評価に用いた。

f) 膝関節伸展屈曲の等速性筋力： バイオデックス・システム 3 (酒井医療、東京) を用いて角速度60/秒、120度/秒におけるピークトルク値を測定した。測定肢位は椅子座位にて股関節90度屈曲、膝関節90度屈曲位から、膝関節最大伸展位とした。参加者は、専用のベルトで体幹部と大腿部を固定され、膝関節伸展屈曲動作を最大努力で4回連続行った。1セットの練習の後、2セット目の試行の最も高い値を評価に用いた。

g) 脚伸展パワー：脚伸展パワー装置 (アネロプレス3500、コンビ社、東京) を用いて測定した。被験者はシートに深く座り、腰部をベルトで固定した。膝の角度が90度になるようシートをスライドさせ、両足を全力で蹴り出すように指示した。試行は5回、15秒おきに行い、最も高い2つの測定値の平均値を脚伸展パワー値とした。

h) Timed Up & Go Test：椅子から立ち上がり3メートル先の目印を折り返し、再び椅子に座るまでに要する時間を測定した。1回の練習の後、試技を2回行い、よい方の値を評価に用いた。

i) 10m最大歩行テスト：予備路3mずつ、測定区間10mの歩行路を最大努力で歩行する所要時間を測定した。1回の練習の後、試技を2回行い、よい方の値を評価に用いた。

### 3) 訓練中測定の実施

平成13年10月26日、第6回の運動教室において、水平・レッグプレス (酒井医療、東京) を用いて脚伸展筋力の1RM (1 Repetition Maximum: 最大挙上重量) を測定した。参加者は、背臥位で膝関節屈曲90度、股関節屈曲90度の開始肢位から、膝関節・股関節伸展動作を最大努力で行った。測定者は、3~4セット目で最大筋力が発揮できるよう負荷の調節を行った。平成14年2月8日、第18回の運動教室において、第6回と同様の測定を実施し、運動訓練の効果を評価した。

### 4) 訓練後測定の実施

平成14年2月22日、訓練後測定を実施し、運動訓練の効果を評価した。測定項目は、訓練前測定の項目と同じであった。

### 5) 運動訓練

運動訓練は、平成13年9月21日から平成14年2月8日までの間、週1回、1回2時間30分の運動教室として、大迫町保健センターにおいて実施した。また、訓練開始後10週目から自宅で行える運動を課題として与え、さらに運動量を増やした。

運動教室は、軽体操とストレッチングによる30分間の準備運動から始まり、レッグプレス・マシンを用いた下肢の筋力増強訓練、ラバーバンド・自重を用いた全身の筋力増強訓練、不安定マットを用いたバランス訓練による1時間半の主運動を行い、30分間のストレッチングで終わった。安全で効果的な運動訓練を行うために、全体を導入・教育期、筋力強化期、機能的強化期の3期に分けた。運動負荷・量は段階的に増し、最終的に最大挙上重量の60%で10回の反復を2セット行った。

表2に、筋力強化期以降の運動訓練の進め方を示す。

#### a) レッグプレス・マシンを用いた筋力増強訓練

水平・レッグプレスCOP-1201 (酒井医療、東京) を用いて脚伸展筋力の強化を図った。トレーニングの進め方を以下に示す。第1回~2回の運動教室では、参加者の体格、身体状況に合わせてシートの位置調節や開始時の重量を決定した。第3回~5回では、レッグプレスの基本的技能の周知徹底と筋肉や関節の順応を図るために、20RM程度の軽い重量による訓練を実施した。第6回では、参加者の脚伸展筋力の正確な評価を行うために、1RM (最大挙上重量) 測定を行った。第7回~9回では、1RMの50%の重量を用いて10回の反復動作を1セット行った。同様に、第10回~11回では、1RMの50%の重量を用いて10回の反復動作を2セット、第12回~14回では、1RMの60%の重量を用いて10回の反復動作を1セット行った。最終的に、第15回~17回では、1RMの60%の重量を用いて10回の反復動作を2セット行った。第18回では、運動訓練の筋力に及ぼす効果を評価するために、第6回と同様の1RM (最大挙上重量) 測定を行った。

#### b) ラバーバンド・自重による筋力増強訓練