

《総合研究プロジェクト》

高次運動制御の障害分類アルゴリズムミック運動課題による特徴抽出

齋藤和夫*¹ 鈴木 誠*¹ 小山真紀*² 二木淑子*³

Characteristic Extraction by Disorder Classification Algorithmic Movement Task of Higher Motor Control

Kazuo SAITO, Makoto SUZUKI, Toshiko FUTAKI, and Maki KOYAMA

1. 背景および目的

日常生活動作で休みなく動作を反復するリズム運動は、運動誤差に関する空間的および時間的情報を連続的に処理して次の周期の運動を修正する過程を含むことから¹⁾、高次の運動制御機能を反映すると考えられている。これまでのリズム運動課題では、3次元解析装置などを用いて高齢者、パーキンソン病患者、脳血管障害患者におけるリズム運動の障害特徴を同定する試みがなされてきた²⁾。加齢や疾病に応じて高次運動制御機能がどのように障害されるかについてはいまだ明らかになっていない。このような現状の中、我々はタブレット上でリズム運動を簡易に計測しえる新しいシステム（Eye-Hand Coordination Pointing with Pencil Test: EHCPT）を開発した（JSPS 科研費18K10707）。本システムを用いて、高齢者、パーキンソン病患者、脳血管障害患者におけるリズム運動の特徴を抽出することができれば、加齢および疾病に伴う高次運動制御機能の変化を客観的かつ定量的に計測し、臨床に応用可能な運動制御機能の障害分類法を構築できるのではないかと考え、本測定器を使用して、健康成人、運動失調患者、パーキンソン病患者に対し、EHCPTを実施したところ、運動のエラー数やリズムに相違を認めた³⁾。このことは、加齢や疾病に伴って高次運動制御機能の様式が変化する可能性を示唆している。本研究では、高齢者のリズム運動の特徴を抽出し、高次運動制御機能の障害分類法を構築することを目的とする。今年度は、健康高齢者とフレイルを示す在宅高齢者、施設高齢者についてEHCPTを実施したので報告する。

本研究を実施するにあたり、対象者からの同意と倫理委員会の承認を得て実施した。また、東京家政大学健康科学部研究倫理委員会の承認（SKE2021-22）を得て実施した。

2. 方法

1) 対象

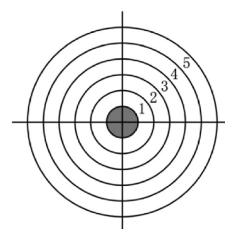
症例1：健康高齢者、74歳女性、症例2：在宅高齢者、74歳男性、症例3：施設高齢者、77歳女性とし、症例2、3は、フレイル診断⁴⁾で、5項目中3項目に該当し、フレイルであった。症例の基本情報は、表1に示す。また、身体面と精神面について、握力、Timed up go test (TUG)⁵⁾、Geriatric depression scale 15 (GDS15)⁶⁾、MOS 8-Item Short-Form Health Survey (SF8)⁷⁾、Mini-Mental State Examination (MMSE)⁸⁾、Clock drawing test (CDT)⁹⁾、Trail Making Test (TMT-A, TMTB)¹⁰⁾、Barthel Index (BI)¹¹⁾、Instrumental activities of daily living (Lawton's IADL)¹²⁾をそれぞれ測定した。

2) EHCPTの測定方法

検査肢位は、椅子座位または車椅子座位で実施した。被検者は、体幹を机から約こぶし一つ分離して座り、机上に非利き手を置き、利き手をその上においた姿勢で実施した（図1右）。検査課題は、Apple社製iPad (MP2F2J/A)タブレット画面上に点うち課題アプリ（EHCPT）によ

表1 症例の基本情報

	年齢	性別	教育歴	フレイル診断	住環境など
症例1	74	女性	8年	0	在宅5人暮らし
症例2	74	男性	15年	3	在宅2人暮らし、週1回デイサービス利用
症例3	77	女性	13年	3	施設生活



京都大学 岐阜大学

図1 EHCPT 右画面、左操作場面

*¹ 健康科学部 リハビリテーション学科（Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences）

*² 岡山医療専門職大学（Okayama Healthcare Professional University）

*³ 岐阜大学 流域圏科学研究センター（River Basin Research Center, Gifu University）

て提示した。被検者は、専用のペンを利き手で使用し、点うちの的である同心円の中心に向かって、2種類の課題のターゲット音に合わせ、画面上をタップした。

3) EHCPT アプリケーション

EHCPT は、目と手の協調性検査として用いられている定間隔の刺激音に合わせて6重の同心円の中心の的に音に合わせてタップする課題である。課題内容は、Task 1は、低音（1 kHz）のビーブ音を1秒間隔で60回、合わせて的をタップする。Task 2は、低音（1 kHz）のビーブ音を65回、高音（2 kHz）のビーブ音を35回をランダムに鳴らし、高音の刺激音にのみをタップする（図1左）。アプリでは、被検者のタッチペンが iPad 画面上にタッチした時の iPad 画面上の xy 座標（ピクセル単位）を取得し、これを画面に表示した同心円の中心点（ターゲット中心点）を原点とした XY 座標（mm 単位）に変換して、タッチ時間とともに保存している。測定データは csv ファイルとして保存される。これにより、各タップのタッチごとに、タッチとターゲット中心点との空間的ずれ（mm）、およびタッチとターゲット音との時間的ずれ（sec）を測定した。EHCPT の distance average（Distance）と time average（Time）をそれぞれの Task A と B で求めた。また、タップすべき刺激音に対して省略した場合を Omission error とし、間違っってタップした場合を Commission error とし、検者の観察によってカウントした。

3. 結果

症例の身体的、精神的面の評価を表2に示す。ADL では、症例1に比べ、症例2、3が低い値であり、IADL では、症例2、3が低い値であった。身体機能では、症例1、2に比べ、症例3が低い値を示していた。

EHCPT のまとめを表3に示す。Task A, Task Bとも中心からのずれや時間のずれの平均値と標準偏差は大きな違は見られなかったが、Omission error、Commission error の数は症例1に比べ、症例2、3は多い結果となった。

図2に症例別の中心からのずれ、図3に症例別の時間経過を示す。Task A では、中心からのずれ、時間のずれは、症例1、2に比べ、症例3が大きな傾向を示した。Commission error, Omission error では、症例3で多い結果となった。Task B では、中心からのずれ、時間のずれは、症例1、2に比べ、症例3で大きな結果であった。Commission error, Omission error の合計は、症例1は、0であるのに対し、症例2、症例3において、4、13と多い結果となった。

表2 EHCPT の結果のまとめ

	平均肥力	TUG	GDS15	SF 8	MSE	CDT	TMT-A	TMT-B	BI	Linton
症例1	21.0kg	14 sec	7	0	30	10	97sec	105sec	100	8
症例2	29.8kg	50 sec	5	10	28	9	169sec	200sec	85	6
症例3	11.3kg	45 sec	3	10	24	9	101sec	118sec	85	7

表3 EHCPT の結果のまとめ

Task	Parameter	症例1	症例2	症例3
Task A	Position shifting (mm)	0.28±0.14	0.11±0.06	0.24±0.13
	Simple reaction time (sec)	0.18±0.07	0.16±0.09	0.41±0.30
	Omission error (count)	0	0	1
	Commission error (count)	0	1	2
Task B	Position shifting (mm)	0.26±0.17	0.23±0.07	0.33±0.25
	Simple reaction time (sec)	0.53±0.05	0.56±0.13	0.61±0.15
	Omission error (count)	0	1	6
	Commission error (count)	0	3	7

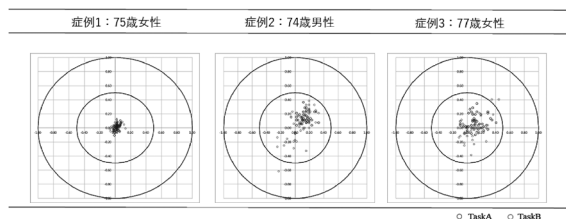


図2 EHCPT の結果（中心からのずれ）

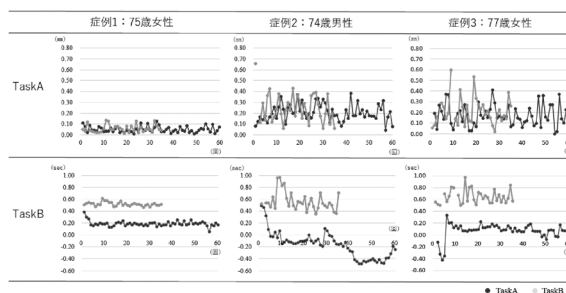


図3 EHCPT の結果（時間経過）

4. 考察および今後の展望

今回測定した EHPPT は、簡便で、短時間での測定が可能であった。健常高齢者と比べ、フレイルの2症例では、Taks A, Task Bとも中心からのずれ、時間のずれは、症例3において大きかった。さらに、Commission error, Omission error では、大きな傾向を示した。さらに図3において、時間的経過は、症例毎に特徴的な波形を示していた。我々が行った調査では、疾患の特徴を示すことが示唆され、さらに今回の調査においては、フレイルにおいても特徴的な経過を示すことが示唆された。今後は、時間的な経過の波形に注目して、高齢者健常者とフレイル者の特徴が示されるかどうか検討していくことが必要である。

謝 辞

本研究は、生活科学研究所総合研究プロジェクトおよび日本学術振興会科学研究費補助金 JP18K10707 の支援を受けて実施された。

文 献

- 1) Ikegami T, Hirashima M, Osu R, Nozaki D. Intermittent visual feedback can boost motor learning of rhythmic movements: evidence for error feedback beyond cycles. *J Neurosci*. Jan 11; 32(2): 653–7 (2012).
- 2) Roalf DR, Rupert P, Mechanic-Hamilton D, Brennan L, Duda JE, Weintraub D, Trojanowski JQ, Wolk D, Moberg PJ. Quantitative assessment of finger tapping characteristics in mild cognitive impairment, Alzheimer’s disease, and Parkinson’s disease. *J Neurol*. Jun; 265(6): 1365–1375 (2018).
- 3) Kazuo Saito, Maki Koyama, Atsuko Ishida, Toshiko Futaki. Analysis of Responses of a Healthy Subject and Subjects with Cerebellar Hemorrhage and Parkinson’s Disease in Eye–Hand Coordination Pointing with Pencil Test. *Asian J Occup Ther* 17: 31–35 (2021).
- 4) Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, Seeman T, Tracy R, Kop WJ, Burke G, McBurnie MA; Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. Mar; 56(3): M146–56 (2001).
- 5) Podsiadlo D, Richardson S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. Feb; 39(2): 142–8 (1991).
- 6) Sheikh JI, Yesavage JA. Geriatric Depression Scale (GDS) Recent evidence and development of a shorter version. In: Brink TL, editor. *Clinical Gerontology: A Guide to Assessment and Intervention*. New York: The Haworth Press; pp. 165–173 (1986).
- 7) Ware J., Kosinski M., Dewey J., Gandek B. *How to Score and Interpret Single-Item Health Status Measures: A Manual for Users of the SF-8 Health Survey*. QualityMetric Incorporated; Lincoln, RI, USA (2001).
- 8) Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. “Mini-mental state”. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*; 12(3): 189–98 (1975).
- 9) Freedman M et al.: “Dementia and related disorders,” Clock Drawing, 44–78, Oxford University Press, UK, 1994.
- 10) Bowie CR, Harvey PD. Administration and interpretation of the Trail Making Test. *Nature Protocols*; 1: 2277–2281 (2006).
- 11) MAHONEY FI, BARTHEL DW. FUNCTIONAL EVALUATION: THE BARTHEL INDEX. *Md State Med J*. Feb; 14: 61–5 (1965).
- 12) Lawton MP, Brody EM. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist*. 1969 Autumn; 9(3): 179–86 (1969).