

## 地域高齢者を対象とした iPad 版 点打ち課題と注意機能検査との関連

亀井大作 田丸佳希 上田任克  
四條畷学園大学 リハビリテーション学部

## キーワード

協調性検査, 認知検査, 精神運動機能, iPad, タッピング

## 要 旨

高齢者の認知機能の低下を検出する一次スクリーニングツールとして, 運動機能が有用な可能性がある. 本研究はタッチペンによるタッピング課題のどんな指標が認知検査と関連するのかを調査した. 本研究は地域在住の7人の高齢者(年齢  $73.1 \pm 5.4$  歳, Barthel Index 合計  $98.0 \pm 0.2$  点)が参加した. 参加者には1000Hzのピープ音に合わせてタッチペンで的の中心をタップするように求めた. 測定にはタブレット PC (iPad Pro) とタッチペン (Apple Pencil) を使用した. さらに MMSE, TMT, かなひろい検査を実施した. 打点成績と認知検査得点の関係を調べた結果, TMT のスコアとかなひろい検査の正解数は2つの指標と高い相関を示した. 1つ目は右手によりタッチペンでタップした点が的の中心からずれた度合いの指標であり, もう1つは左手で操作したタッチペンがタップ時に iPad の画面に接触していた時間であった. タッチペンをを用いたタッピング課題は注意機能のスクリーニングに役立つ可能性があることが示唆された.

## 1. はじめに

手の器用さと認知機能との関連が報告されている<sup>1)</sup>. 認知機能の評価には神経心理学検査が多く用いられ信頼性のある結果が得られるものの, 教育歴の影響を受けることや検査される人の心理的抵抗感が課題である.

認知機能の低下は正確性やスピードといった運動の質に低下を及ぼす<sup>2)</sup>ことから, 運動課題の成績の低下は認知機能の低下を反映する<sup>3)</sup>. 運動を用いた検査は直感的で抵抗感が少なく教育歴の影響を受けにくいいため, 高齢者の認知機能低下の一次スクリーニングに適している.

協調性や精密さを要求される課題では, 健常高齢者群よりも認知低下群の成績が低下することが報告されている<sup>4)</sup>. 我々は初期認知症への応用を期待して, 巧緻的要素を含む協調性課題と認知機能との関連を調査してきた. 上田の東大リハビリテーション方式の協調性検査<sup>5)</sup>を参考にしたデジタル版の点打ち課題ソフトウェア(以下 点打ちアプリ)を作成し, オリジナル版との併存的妥当性や若年者の打点成績(打点の中心からのずれやペンと画面の接地時間)や注意機能との関連を報告した<sup>6,7)</sup>.

我々のこれまでの実験は若年健常者のみを対象として行ってきたが, 高齢者の認知症スクリーニングへの応

用が将来的な目標であるため, 高齢者のデータの分析が必要であった. そこで, 本研究では地域在住の ADL の自立している高齢者に対して点打ちアプリと認知検査を実施し, 認知機能を反映する点打ちアプリの成績指標を調べることを目的とした.

## 2. 方法

## 2.1 実験参加者

65歳以上の右利きの高齢者7名(年齢  $73.1 \pm 5.4$  歳, 教育歴  $10.0 \pm 1.4$  年, Barthel Index の合計点  $98.0 \pm 0.2$  点, 女性7名)である. 全員が地域で自立して暮らしており, 上肢に麻痺等の運動や感覚障害はない. 1名は左足に変形性膝関節症があり, 階段歩行で介助が必要である. 本研究は四條畷学園大学 倫理委員会の承認(承認番号 30-8)を得ており, 参加者からの書面での同意を得てから十分な倫理的配慮のもとに行った.

## 2.2 認知検査の実施

認知検査は全般的認知検査として mini mental state examination (以下 MMSE), 注意機能および実行機能の検査として, trail making test (横版) の part A および part B (以下 TMT-A, TMT-B), かなひろい検査(物語文)を実施した. 各検査はそれぞれの検査実施手順に従った.

## 2.3. 点打ちアプリの実施

### 2.3.1 実験環境

参加者は椅子（高さ 40cm）に腰かけ、机（高さ 70cm）の上に置かれたタブレット型端末の iPad（Apple 社、型番 MLYJ2J/A）の画面上に描かれた的の中心を狙ってタッチペン（Apple Pencil 型番 MK0C2J/A, Apple 社）でタップ（以下 打点）した（図 1, 図 2）。参加者には外部スピーカーから 1 秒に 1 回提示される音に合わせてタップするように指示した。

### 2.3.2 点打ちアプリの実施手順

点打ちアプリは iOS 用の WEB アプリ用ブラウザである Web App Browser（Dan Beaulieu, 2015）を用いてインターネット上の検査用の WEB ページにアクセスして行った。

点打ち画面は開始画面、検査画面、結果画面の 3 つの画面から構成される。点打ち動作は検査画面で行われ、的が 60 秒間表示される。60 秒を超えると、自動的に結果画面に遷移する。検査は検者が開始画面上のボタンを押し、検査画面に切り替えることでスタートさせた。参加者には検査画面になったら、1 秒に 1 回提示される 1000Hz の音（長さ 50ms）の音に合わせて的の中心を狙って正確に打点するように指示した。点打ち動作時は肘を机につけないで、画面から 10cm の高さから点を打つように伝えた。本番の計測の前に左右の手で十分に練習を行い、手順の理解や画面の見え方や音の聞こえ方に問題がないことを確認した。検査は右手、左手、右手、左手の順で合計 4 回の測定を行った。

## 2.4 統計解析

点打ちアプリでは打点の座標および打点時刻のデータが記録される。本研究では得られたデータのうち、最後の 50 個を用いた。各打点の的の中心からの距離（最も中心から外れた点、打点の平均）を計算した。中心からの距離は iPad Pro の画面（長辺 203.11mm, 短編 153.71mm）をタッチポイント数（長辺 1024 ポイント, 短編 768 ポイント）で除算した数値を使って中心座標 - 打点座標間の距離を算出した。各打点は中心からの距離が 5mm 離れるごとに 1, 2, 3... 点と点数を付けて、50 個の点の合計点を算出し、得点として定義した。打点成績は左右で 2 回計測したそれぞれのデータの平均値を使用して統計処理を行った。相関係数の算出にはスピアマンの相関係数（以下 相関係数）を、右手と左手の差の検定にはウィルコクソンの符号付順位和検定を用いた。有意水準は有意確率  $p$  が 5% 未満とした。

## 3. 結果

### 3.1 認知検査の結果

表 1 に全参加者の認知検査の結果を示す。平均では、MMSE が  $28.0 \pm 1.9$  点、TMT-A が  $149.0 \pm 56.1$  秒、TMT-B が  $257.5 \pm 105.0$  秒、かなひろい検査の正解数が  $20 \pm 6.0$  文字、作業数が  $278.3 \pm 32.9$  文字であった。かなひろい検査は内容を把握していた（10 点）が 5 人、不十分（5 点）が 2 人、答えられないもしくは間違っている（0 点）が 0 人であった。

### 3.2 点打ち検査の結果

表 2 に全参加者の点打ち検査の結果を示す。平均では、打点の合計得点は左手が  $5.0 \pm 3.1$  点、右手が  $1.3 \pm 1.2$  点であった。中心から最も離れていた打点と中心との距離は左手が  $6.9 \pm 1.5$  mm, 右手が  $5.5 \pm 1.3$  mm であった。50 個の打点の平均距離は左手が  $2.8 \pm 0.6$  mm, 右手が  $2.2 \pm 0.4$  mm であった。タッチペンと画面が接地していた時間の平均は左手が  $142.4 \pm 83.9$  ms, 右手が  $87.4 \pm 43.6$  ms であった。

### 3.3 認知検査とデジタル版 点打ち試験成績との関係

TMT, かなひろい検査の両方と強い関連を持った指標は左手でのタッチペンのタップの接触時間（TMT-A :  $r=0.96, p<0.001$ , TMT-B :  $r=0.86, p<0.05$ , かなひろい検査正答率 :  $r=-0.96, p<0.001$ , 正答数 :  $r=-0.90, p<0.01$ ）と右手の得点（TMT-A :  $r=0.92, p<0.01$ , TMT-B :  $r=0.81, p<0.05$ , かなひろい検査正答率 :  $r=-0.87, p<0.05$ , 正答数 :  $r=-0.80, p<0.05$ ）であった。MMSE の合計点は右手でのタッチペンのタップの接触時間（ $r=-0.87, p<0.05$ ）と関連した。この指標はかなひろい検査の正答数（ $r=-0.79, p<0.05$ ）や TMT-B と A のタイムの差（ $r=0.82, p<0.05$ ）とも関連を示した。

### 3.4 点打ち検査の右手と左手の成績の比較

点打ち検査の中心から最も遠い点の距離と点数は右手の方が有意に小さい値となった。タッチペンと接地面との接触時間と 50 個の打点の中心からの距離の平均は左手と右手で差がなかった。

## 4. 考察

本研究の目的は高齢者に対してタブレット端末（iPad Pro）を用いて、タッチペンでの点打ち課題を行い、認知検査と関連する指標を探索することであった。

以前の研究<sup>6)</sup>では点打ちアプリの測定機器はタッチパ

ネルを搭載したパソコンと静電スタイラスペンを使用しており、異なる機器でも点打ちアプリが行えるかどうかを確認できなかったことが今後の課題の一つであった。今回用いた iPad Pro はフルミネーションディスプレイを採用しており、タッチペンがガラスに接触した場所と絵画される点に視差はなかった。データもパソコン同様に採取できた。パソコンと比較しても機能的に劣らない性能を持つタブレット端末もあり、健康機能を測定するモバイル機器としての応用が期待される。

今回の参加者は地域在住の 66 歳から 83 歳までの高齢者 7 名（前期高齢者 4 名、後期高齢者 3 名）であり、既往歴で心身の障害はなかったため、タップ時間や点の位置の正確さなどの点打ち動作の成績の低下と認知機能が関連する原因は主に加齢によるものと推察された。

本研究で行った点打ち動作における運動指標のうちで TMT やかなひろい検査といった注意機能検査や全般性認知機能の MMSE と最も関連があった動作はタッチペンと画面の接触時間であった。タップ動作は単純な自動的動作であるが、ペンが画面に触れてタッチされたか否かの判断や的の中心とのずれの修正には振動や視覚などの感覚器で確認する必要がある、注意力や動作の切り替えを必要とする。

その他の指標として、打点と的の中心のずれの指標である得点も認知検査指標と関連を示した（右側のみ）。本研究では的の中心をできるだけ正確な位置に、かつ音に合わせてできるだけ正確なタイミングで点を打つことを伝えた。参加者はタイミングとタップ位置の正確さでは後者が優先度が高いと参加者は意識はしていたが、年齢が高くなるほど、さらに利き手（右手）よりも非利き手（左手）の方が動作スピードを 1 秒に 1 回のリズムに合わせる動作に手いっぱいになってしまい、動作の正確性が全体的に低下した結果となった。我々の以前の研究<sup>6)</sup>では若年健常者は高齢者とは異なり、利き手（右手）は点打ち動作が簡単な課題のため成績の差がつかず、非利き手（左手）の成績と認知機能との相関がみられた。

今後の課題として、認知低下があり、運動機能に大きな麻痺などがない参加者からデータを得て、注意機能や記憶機能といった特定の機能低下を検出できる指標やカットオフ値を検討し、スクリーニング検査に耐えられる検査の開発を目指したい。

## 5. 本研究の限界と今後の課題

本研究の高齢者の参加者数は少ないため、検定結果の正確性は今後の研究を進める際の参考に留まる。今後、高齢者の参加者数を増やし、再度検討する必要がある。参加者の性別は女性に偏っていたので、本研究のデータからは男性高齢者の検討は行えない。

## 6. まとめ

東大リハビリテーションセンター方式による上田の協調性検査の点打ち試験を参考に作成されたウェブアプリをタブレット端末（iPad Pro）とタッチペン（Apple Pencil）を使って地域在住の女性高齢者 7 名に対して行い、各種認知検査（MMSE, TMT, かなひろい検査）との関連を調べた。

- (1) TMT は右手の得点および左手のタッチペンの画面接触時間と関連を示した。
- (2) かなひろい検査は右手の得点および左手のタッチペンの接触時間と関連を示した。
- (3) MMSE は右手のタッチペンの接触時間と関連を示した。
- (4) これらの指標が認知機能の低下に特異的に有用な指標となりうるのかを疾患特性を有した人を対象に調べる必要がある

## 7. 利益相反の記載

本研究は助成金を受けておりません。



図1 打点検査の外観

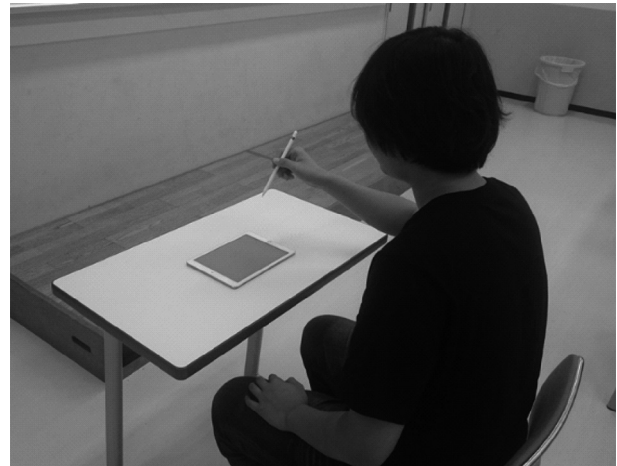


図2 打点検査の実施環境

参加者は椅子に腰かけ、音に合わせて、的の中心をめがけて打点する。

表1 全参加者の認知検査の結果

case	年齢 (歳)	TMT (秒)		MMSE (点)	かなひろい検査		
		Part A	Part B		正答率 (%)	正解数 (個)	作業数 (文字)
A	66	78.6	123.5	30	80.0	28	301
B	67	83.6	130.5	29	71.4	25	277
C	71	110.7	237.0	29	69.4	25	287
D	74	179.7	416.2	26	34.8	14	280
E	75	157.3	243.8	27	71.9	23	226
F	76	193.0	262.8	30	34.8	16	334
G	83	240.4	388.8	25	33.3	11	244

かなひろい検査の正答率：正答数/時間内に到達したターゲット数（丸をうつ絵文字数）

表2 全参加者の点打ち検査の結果

case	年齢 (歳)	合計得点 (点)		打点と中心との距離 (mm)		接触時間 (ms)	
		右手	左手	右手	左手	右手	左手
A	66	0.0	0.0	1.4	1.7	33.8	39.2
B	67	0.0	4.0	2.0	2.6	40.1	56.7
C	71	1.0	8.0	2.4	3.3	78.8	127.0
D	74	1.5	3.0	2.0	2.4	87.5	144.7
E	75	0.5	6.0	2.3	3.5	134.5	123.6
F	76	3.5	4.0	2.5	2.7	74.5	196.8
G	83	2.5	10.0	2.7	3.6	163.0	309.0

合計得点：50個の打点の得点の合計点。各打点の点数は的の中心から点の距離によって決まり、中心から5mm遠くなるごとに1点加算される（例えば10mmなら2点）。打点と中心との距離：50個の打点の中心からの距離の平均値。接触時間：タッチペンと画面が接触していた時間の50打点の平均値。なお、各指標の左手と右手の数値は2回の平均値を記載している。

## 8. 文献

- 1) Kobayashi-Cuya KE, Sakurai R, Suzuki H, Ogawa S, Takebayashi T, Fujiwara Y. Observational Evidence of the Association Between Handgrip Strength, Hand Dexterity, and Cognitive Performance in Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review. *J Epidemiol.* 2018;28 (9) :373–381. doi:10.2188/jea.JE20170041
- 2) Rinne P, Hassan M, Fernandes C, et al. Motor dexterity and strength depend upon integrity of the attention-control system. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2018;115 (3) :E536–E545. doi:10.1073/pnas.1715617115
- 3) RD Seidler, JA Bernard, TB Burutolu, et al. Motor Control and Aging: Links to Age-Related Brain Structural, Functional, and Biochemical Effects. *Neurosci Biobehav Rev.* 2010;34 (5) : 721-733. doi:10.1016/j.neubiorev. 2009.10.005.
- 4) Kluger A, Gianutsos JG, Golomb J, et al. Patterns of motor impairment in normal aging, mild cognitive decline, and early Alzheimer's disease. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 1997; 52B (1) : 28-39.
- 5) 上田 敏, 目でみるリハビリテーション医学, p.32, 東京大学出版会, 1971.
- 6) 亀井 大作, 田丸 佳希, 上田 任克, 四條畷学園大学 リハビリテーション学部紀要, 12, pp.7-13, 2017
- 7) 亀井 大作, 田丸 佳希, 上田 任克, WEB 技術を用いた打点検査ソフトウェアの作成: 検者内信頼性および併存的妥当性, リハビリテーション・エンジニアリング, 33 (4) , pp.155-161, 2018

# **The relationship between iPad version tapping test using touch pen and attention function tests in elderly people in community-dwelling**

Daisaku Kamei, Yoshiki Tamaru, Tadayoshi Ueda

Shijonawate Gakuen University, Faculty of Rehabilitatio

## **Key words**

coordination test,cognitive test, psychomotor function, iPad, tapping

## **Abstract**

As a first screening tool to detect cognitive decline in the elderly, such as mild cognitive impairment and dementia, motor function test may be useful. In this study, we researched which index of tapping with touch pen are correlate with cognitive test.7 elderly people in community-dwelling (age:73.1±5.4, Barthel Index total score: 98.0±0.2 ) were participate in this study. Participations were ask to tap toward the center of the target with touch pen according to the 1000Hz beep sound. A tablet PC (iPad Pro) and a touch pen (Apple Pencil) were used as the measuring devices.Participations were also examined mini mental states examination, trail making test (TMT), “KANA-HIROI” test (dual attention task). Then, the relations between the performances of tapped points and the scores of the cognitive tests were explored. As a result, the two index showed a high correlation with the score of TMT and the number of correct answers of the “KANA-HIROI” test. One was the degree of deviation of the 50 dots with right hand from the center of target , and the other was the contact time between the touch pen and the screen with left hand.Our results suggested that tapping task with pen in elderly people with self-independent could be useful to screening attention function.