iPad アプリケーション「Touch the Numbers」を用いた 注意機能評価の信頼性と妥当性

Evidence for reliability and validity of attentional function evaluation using the ipad application “Touch the Numbers”

岩瀬 弘明¹⁾ 村田 伸¹⁾ 日沖 義治²⁾ 北尾沙友里²⁾
中村 純子²⁾ 中井 良哉²⁾ 村上 貴士²⁾ 窓場 勝之²⁾

HIROAKI IWASE¹⁾, SHIN MURATA¹⁾, YOSHIHARU HIOKI²⁾, SAYURI KITAO²⁾,
JUNKO NAKAMURA²⁾, RYOYA NAKAI²⁾, TAKASHI MURAKAMI²⁾, KATSUYUKI MADOKA²⁾

要旨：【目的】iPad アプリケーション「Touch the Numbers」の信頼性と妥当性について検討した。【方法】健康成人34名を対象とした。信頼性の検討には級内相関係数 ICC (1, 1) と最小可検変化量 (MDC) を用いた。また、妥当性の検討は TMT-A との関連から求めたピアソンの積率相関係数から検討した。【結果】ICC = 0.66 (95%CI : 0.42-0.81), MDC95は6.3秒であった。また、Touch the Numbers と TMT-A との間に有意な相関 ($r = 0.57$, $p < 0.01$) が認められた。【結論】これらの知見から、Touch the Numbers の再現性と妥当性が確認され、注意機能検査として使用できる可能性が示された。

キーワード：Touch the Numbers, 注意機能検査, TMT-A

Abstract: Objective: We have examined the reliability and validity of ipad application “Touch the Numbers”. Subjects: This study enrolled 34 healthy adult. Methods: An Intraclass correlation coefficient ICC (1, 1), as determined from the reproducibility of the Touch the Numbers, and Minimal Detectable Change were used to investigate the reliability. Additionally, a Pearson’s correlation coefficient, as determined from the association with TMT-A, was used to investigate the validity. Results: The ICC of the Touch the Numbers was high (0.66 [0.42-0.81]). A significant correlation was found between the TMT-A and Touch the Numbers ($r=0.57$, $p<0.01$). Conclusions: Touch the Numbers was suggested to be applicable as a note function tests.

Key Words: Touch the Numbers, attentional function, TMT-A

受付日：2014年3月24日，採択日：2014年5月8日

¹⁾ 京都橘大学 健康科学部理学療法学科

京都府京都市山科区大宅山田町34 (〒607-8175) TEL075-571-1111

Faculty of Health Science, Kyoto Tachibana University: 34 Ohyakeyamada, Yamashina-ku, Kyoto-city, Kyoto 607-8175, Japan.
TEL+8175-571-1111

E-mail: iwase@tachibana-u.ac.jp

²⁾ 社会福祉法人京都博愛会 京都博愛会病院

Department of Rehabilitation, Kyoto Hakuaiikai Hospital

I. 緒言

健常な高齢者が認知症に転化していく過程において、認知機能検査で正常の老化と区別しうる時点から認知症の診断が付くレベルになるまでに、およそ6, 7年の期間がある¹⁾。この軽度に認知機能が低下した状態を軽度認知機能障害 (Mild Cognitive Impairment: MCI) と呼び、1年間で健常高齢者の1~2%が認知症に移行していくのに対し、MCIからの年間移行率は平均10%と高い²⁾。このことから、MCIは認知症予防におけるハイリスクアプローチのターゲットとなっている。

臨床で用いられる認知機能の簡便なスクリーニング検査法として、Mini-Mental State Examination (MMSE)³⁾や改訂版長谷川式簡易知能評価スケール⁴⁾がある。しかし、これらは認知症がある程度進行した状態でないと発見できず、また検者の技量やテストに対する慣れなどにより点数が左右される可能性がある。

加齢に伴う脳の器質的変化により、記憶、注意、抑制など様々な認知機能が低下^{5,6)}する。その影響を最も受けるのが前頭前野であり、加齢に伴う認知機能低下は前頭前野に反映されやすく、なかでも注意機能は早期から低下する⁷⁾ことが知られている。臨床において、注意機能の検査にはTrail Making Test (TMT) が頻用されている。TMTにはpart Aとpart Bの2種類がある。「1~25」までの数字をつなぐpart Aは視覚探求性や空間的識別能・注意を含む右半球大脳皮質機能を表し、「1—あ—2—い—3—う」のように数字と平仮名をつなぐpart Bは文字と数字の操作や複雑な課題に対する意欲を含む、左半球大脳皮質機能を表すと報告されている^{8,9)}。両者の比較ではpart Bの方がpart Aよりも、より複雑な認知機能を反映しているので、通常part Bの方が成績の不良な場合が多い¹⁰⁾。

Touch the Numbersは、テクノード社が開発したゲームであり、ディスプレイに表示された5×5のマスに1~25までの数字がランダムに表示され、それを1から順に25まで指でタッチしていくという課題である。われわれはTouch the Numbersの1~25の数字をつなぐというTMT-Aとの共通する課題に着目し、Touch the NumbersがTMT-Aと同様に注意機能の評価として使用できるのではないかと考えた。

小林¹¹⁾は、神経心理学的検査をパーソナルコンピュータで行うことにより、評価作業から検者が解放され、被検者の行動評価に集中できること、検者による検査法・評価のばらつきが減少し標準化しやすいこ

となどの利点を挙げている。タッチパネルを搭載したiPad (Apple Inc.)を用いた注意機能評価の有用性が明らかになれば、検者の技量やテストに対する慣れなどにより点数が左右されない評価法になり、MCIの早期発見にも有用であると考えた。そこで本研究は、Touch the Numbersの注意機能検査としての信頼性と妥当性に関する予備的検討を行うこととした。

II. 対象と方法

1. 対象

A病院に勤務するセラピストのうち、これまでにTouch the Numbersを行ったことがなく、本研究の趣旨に賛同の得られた健常成人34名 (28.8±5.5歳)を対象とした。

倫理的配慮として、対象者には研究の趣旨と内容、得られたデータは研究の目的以外には使用しないこと、および個人情報の漏洩に注意することについて説明し、理解を得た上で協力を求めた。また、研究への参加は自由意志であり、被験者にならなくても不利益にならないことを口頭と書面で説明し、書面で同意を得た後に研究を開始した。

なお、Touch the Numbersの使用については、株式会社テクノードの承認を得て行った。

2. 方法

TMT-Aは、1から25までの数字が用紙面上にランダムに配置されており、数字の小さい方から順に線で結んでいき、結び終わるまでに要した時間をデジタルストップウォッチにて計測した。なお、TMT-Aは注意機能の机上検査として信頼性と妥当性が既に確認されている^{8,12)}。

Touch the Numbersの測定は、Touch the Numbersを起動し、Start Gameをタップすると「3」「2」「1」とカウントダウンが始まる。カウントダウン終了後に画面上に1から25までの数字がランダムに表示される (図1)。表示された1から順番にタップしていき、25を押した瞬間までの時間が記録される。測定は、被験者に端座位をとらせ、被験者ipadの画面が見やすいよう専用台に立てて実施した (図2)。

なお、対象者全員に対してTMT-A、Touch the Numbersを各2回測定し、各測定値の平均値を解析に用いた。

Touch the Numbersの再現性について、1回目と2回目の測定値から級内相関係数 (ICC1.1) を求め

て相対信頼性を検討した。また、測定値に含まれる偶然誤差の量を明らかにするために、最小可検変化量 (minimal detectable change: MDC) の95%信頼区間である MDC_{95} を求めた。これにより、 MDC_{95} 以内の

図1 Touch the Numbers

図2 Touch the Numbers の測定風景

測定値の変化は測定誤差によるもので、 MDC_{95} より大きな変化は「真の変化」と判断される¹³⁾。また、MDC は測定の標準誤差 (Standard Error of Measurement : SEM) から算出されるが、その SEM の算出方法は複数報告されている¹⁴⁻²⁰⁾。しかし、これらの方法で算出された SEM あるいはそれら SEM から得られた MDC の間には、臨床応用上無視できる差しか生じないことが報告されている^{21,22)}。本研究では測定値の標準偏差 (d) と信頼性係数 (R) を用いる方法で、 $SEM = d \sqrt{1 - R}$ によって算出し、 MDC_{95} は、 $MDC_{95} = SEM \times 1.96 \times \sqrt{2}$ で求めた。

Touch the Numbers の妥当性は、TMT-A との関係係をピアソンの積率相関係数を求めて検討した。なお、統計解析には、SPSS version 19.0 for Windows を用い、有意水準を 5 % とした。

III. 結果

表1に各測定値と標準偏差、表2に Touch the Numbers と TMT-A の再現性を示した。Touch the Numbers の平均は、1回目 18.1 ± 3.0 秒、2回目 17.1 ± 2.7 秒であり、 $ICC = 0.66$ (95%CI : 0.42 - 0.81) であった。また、SEM は2.3秒、 MDC_{95} は6.3秒であった。一方、TMT-A の平均は、1回目 49.2 ± 9.1 秒、 44.4 ± 9.8 秒であり、 $ICC = 0.62$ (95%CI : 0.37 - 0.79) であった。また、SEM は12.1秒、 MDC_{95} は33.6秒であった。

単相関分析の結果、Touch the Numbers と TMT-A との間に有意な正の相関 ($r = 0.57$, $p < 0.01$) が認められた。

表1. 対象者の属性 (n=34)

	value
年齢 (歳)	28.8 ± 5.5
性別 (男性/女性, 名)	15/19
Touch the Numbers (秒)	17.6 ± 2.9
TMT-A (秒)	46.8 ± 9.6

平均値 ± 標準偏差

表2. Touch the Numbers と TMT-A の再現性

	実測値 (秒)		ICC (1, 1)	95% 信頼区間		SD(d) (秒)	SEM (秒)	MDC_{95} (秒)
	1回目	2回目		下限値	上限値			
Touch the Numbers	18.1 ± 3.0	17.1 ± 2.7	0.66	0.42	0.81	2.2	2.3	6.3
TMT-A	49.2 ± 9.1	44.4 ± 9.8	0.62	0.37	0.79	7.1	12.1	33.6

平均値 ± 標準偏差

IV. 考 察

本研究は健常成人を対象に、Touch the Numbersの注意機能検査としての信頼性と妥当性について検討した。測定値の再現性は、同一条件で同一テストを2回実施し、その測定誤差の少なさから評価されることが多い。これまでに、ICCは0.81以上がalmost perfect, 0.80~0.61はsubstantial, 0.60~0.41はmoderate, 0.40~0.21はfair, 0.20以下はslightという基準²³⁾で解釈されている。本研究で測定したTouch the NumbersはICC=0.66, TMT-AはICC=0.62であり、どちらもICC=0.61を超えており、相対信頼性が確保された評価法であることが確認された。

相対的信頼性は、測定値が内包する誤差を偶然誤差に限定しており、誤差の種類と量に関する情報を得ることができない。そのため、ICCのみでは不十分であり、信頼区間や標準誤差などの統計値の併記が必要とされている²⁴⁾。また、測定値にどの程度の誤差やばらつきが混入しているのかについて、絶対的信頼性を検証し、測定値が内包する誤差の範囲を明確にすることが求められている。本研究ではMDC₉₅を算出することで、得られた測定値の変化量が測定誤差によるものであるという境界値を統計学的に推定した。その結果、Touch the NumbersのMDC₉₅は6.3秒であった。これは測定値の変化が6.3秒未満であった場合は、測定誤差の範囲内であることを示し、6.3秒以上の変化が認められた場合は、測定誤差以外の変化を認めたと判断できる。本結果から、TMT-AのMDC₉₅が33.6秒であったのに対し、Touch the NumbersのMDC₉₅は6.3秒であったことから、Touch the Numbersは十分に臨床応用可能な測定精度であることが示唆された。

妥当性の検討には、基準関連妥当性を用いた。基準関連妥当性とは、あるテストの結果が同一対象者に行われた別の独立したテストの結果（基準偏差：外部偏差）とどの程度関連しているのかを意味するものである。本研究では、Touch the Numbersの妥当性について、TMT-Aとの関連から検討した。その結果、TMT-Aと有意な相関が認められたことから、Touch the Numbersの基準関連妥当性が確認された。Touch the NumbersとTMT-Aは、「1~25」までの数字をつなぐという課題が共通していること、両検査とも課題の達成には、注意の持続・選択・容量や、視覚探索行動および視覚運動協調が必要になることから、本結果は妥当な結果であったと考える。

両課題の遂行時間を比較すると、Touch the Num-

bersの平均は、1回目18.1±3.0秒、2回目17.1±2.7秒であるのに対し、TMT-Aの平均は、1回目49.2±9.1秒、44.4±9.8秒であり、2倍以上の時間を有している。TMT-Aは数字を結ぶ際、鉛筆を紙から離してはいけないという条件が設定されており、検査用紙全体を見渡せず、時間をロスする可能性がある。一方、タッチパネルによる方法では、パネルから指を離してはいけないという条件はなく、検査画面全体を見渡すことができる。このことから、TMT-Aと比較してTouch the Numbersの遂行時間が短くなったと推察した。

これらの知見から、Touch the Numbersの再現性と妥当性が確認された。Touch the Numbersは、iPadを用いることによって課題を簡便にし、かつ短時間で遂行できることから、注意機能検査として有用であり、臨床においても使用しやすいと考えられる。

謝辞

本稿の執筆に際し、「Touch the Numbers」の使用を快く承諾して頂いた株式会社テクノード、ならびに本研究に参加いただいた皆様に心より謝意を表する。

引用文献

- 1) Petersen RC (Ed): Mild Cognitive Impairment: Aging to Alzheimer's Disease. London: Oxford University Press, 2003, pp 1-14.
- 2) Bruscoli M, Lovestone S: Is MCI really just early dementia? A systematic review of conversion studies. *Int Psychogeriatr*, 2004, 16: 129-140.
- 3) Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR: "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician". *Journal of Psychiatric Research*, 1975, 12(3): 189-198.
- 4) 加藤伸司, 下垣光, 小野寺敦志・他: 改訂長谷川式簡易知能評価スケール(HDS-R)の作成. *老年精神医学雑誌*, 1991, 2: 1339-1347.
- 5) Ardila A, Ostrosky-Solis F, Rosselli M, et al.: Age-related cognitive decline during normal aging: the complex effect of education. *Arch Clin Neuropsychol*. 2000, 15(6): 495-513.
- 6) Markus HS, Lythgoe DJ, Ostegaard L, et al.: Reduced cerebral blood flow in white matter in ischaemic leukoaraiosis demonstrated using quantitative exogenous contrast based perfusion MRI. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2000, 69(1): 48-53.
- 7) Smith EE, Jonides J: Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science*, 1999, 283(5408): 1657-1661.
- 8) Lezak MD: *Neuropsychological Assessment*, Third ed, Oxford university press, New York, 1995: 381-384.
- 9) Mitrushina M: *Handbook of normative data for neuropsychology*

- chological assessment, 2nd ed, Oxford University Press, New York, 2005: 59-98.
- 10) Gaudino EA, Geisler MW, Squires NK: Construct Validity in the Trail Making Test: What Makes Part B Harder?. *J Clin and Experimental Neuropsychology*, 1995, 17: 529-535.
 - 11) 小林祥泰：パソコンを利用した検査法. *神経心理学*, 2002, 18(3) : 188-193.
 - 12) Heilbronner RL, Henry GK, Buck P, et al.: Lateralized brain damage and performance on trail making A and B, Digit Span Forward and Backward, and TPT Memory and Location. *Arch Clin Neuropsychol*. 1991, 6(4): 251-258.
 - 13) Faber MJ, Bosscher RJ, van Wieringen PCW: Clinical properties of the performance-oriented mobility assessment. *Phys Ther*, 2006, 86(7): 944-954.
 - 14) Stratford PW, Goldsmith CH: Use of the standard error as a reliability index of interest: an applied example using elbow flexor strength data. *Phys Ther*, 1997, 77(7): 745-750.
 - 15) Stevenson TJ: Detecting change in patients with stroke using the Berg Balance Scale. *Aust J Physiother*, 2001, 47: 29-38.
 - 16) Cella DC, Eton DT, Lizi JS: Combining anchor and distributionbased methods to derive minimal clinically important differences on the functional assessment of cancer therapy (FACT) anemia and fatigue scales. *J Pain Symptom Manage*, 2002, 24(6): 547-561.
 - 17) Stratford PW: Getting more from the literature: Estimating the standard error of measurement from reliability studies. *Physiother Can*, 2004, 56(1): 27-30.
 - 18) Haley SM, Fragala-Pinkham MA: Interpreting changes of tests and measures used in physical therapy. *Phys Ther*, 2006, 86(5): 735-743.
 - 19) Fulk GD, Echternach JL: Test-retest reliability and minimal detectable change of gait speed in individuals undergoing rehabilitation after stroke. *J Neurol Phys Ther*, 2008, 32(1): 8-13.
 - 20) Wagner JM, Rhodes JA, Patte C: Reproducibility and minimal detectable change of three-dimensional kinematic analysis of reaching tasks in people with hemiparesis after stroke. *Phys Ther*, 2008, 88(5): 652-663.
 - 21) Ludbrook J: Statistical techniques for comparing measures and methods of measurement: a critical review. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 2002, 29(7): 527-536.
 - 22) 下井俊典, 谷浩明：最小可検変化量を用いた種類の継ぎ足歩行テストの絶対信頼性の検討. *理学療法科学*, 2010, 25(1) : 49-53.
 - 23) Landis JR, Koch GG: The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 1977, 33: 159-174.
 - 24) 対馬栄輝：理学療法の研究における信頼性係数の適用について. *理学療法科学*, 2002, 17 : 181-187.