

Table 1. Characteristics of participants.

	Men (n = 5458)	Women (n = 5410)	P value
Mean (SD) age (years)	49.0 (11.8)	48.4 (11.5)	0.005
Mean (SD) BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.8 (3.2)	21.6 (3.3)	< 0.001
Mean (SD) education (years)	15.6 (1.7)	14.4 (1.9)	< 0.001
Economic status			
Very good	343 (6.3)	351 (6.5)	
Good	3548 (65.0)	3788 (70.0)	
Poor	1425 (26.1)	1131 (20.9)	
Very poor	142 (2.6)	140 (2.6)	
Living alone	1046 (19.2)	951 (17.6)	0.033
Engaging in a work	5030 (92.2)	4130 (76.3)	< 0.001
Smoking status			
Never	1885 (34.5)	4164 (77.0)	< 0.001
Former	1982 (36.3)	690 (12.8)	
Current	1591 (29.1)	556 (10.3)	
Daily alcohol consumption			
Never	435 (8.0)	1123 (20.8)	< 0.001
Low-moderate (< 20.0 g)	3154 (57.8)	3700 (68.4)	
Heavy (≥ 20.0 g)	1869 (34.2)	587 (10.9)	
Meat intake			
Never or seldom	1671 (30.6)	1746 (32.3)	0.029
Once per 2 days	1704 (31.2)	1729 (32.0)	
Once a day or more	2083 (38.2)	1935 (35.8)	
Vegetable intake			
Never or seldom	1539 (28.2)	919 (17.0)	< 0.001
Once per 2 days	1354 (24.8)	999 (18.5)	
Once a day or more	2565 (47.0)	3492 (64.5)	
Self-reported poor health	1510 (27.7)	1742 (32.2)	< 0.001
Leisure-time physical activity			
0 MET-h/wk	2116 (38.8)	2456 (45.4)	< 0.001
1-4 MET-h/wk	1046 (19.2)	1049 (19.4)	
5-9 MET-h/wk	839 (15.4)	772 (14.3)	
≥ 10 MET-h/wk	1457 (26.7)	1133 (20.9)	
Household physical activity			
0 MET-h/wk	3418 (62.6)	2601 (48.1)	< 0.001
1-4 MET-h/wk	921 (16.9)	1143 (21.1)	
5-9 MET-h/wk	546 (10.0)	677 (12.5)	
≥ 10 MET-h/wk	573 (10.5)	989 (18.3)	
Travel physical activity			
0 MET-h/wk	1015 (18.6)	1080 (20.0)	< 0.001
1-4 MET-h/wk	1078 (19.8)	1088 (20.1)	
5-9 MET-h/wk	1458 (26.7)	1240 (22.9)	
≥ 10 MET-h/wk	1907 (34.9)	2002 (37.0)	

(continued on next page)

Table 1. Characteristics of participants (continued).

	Men (n = 5458)	Women (n = 5410)	P value
Work physical activity			
0 MET-h/wk	3083 (56.5)	3886 (71.8)	
1-4 MET-h/wk	928 (17.0)	541 (10.0)	
5-9 MET-h/wk	525 (9.6)	239 (4.4)	
≥ 10 MET-h/wk	922 (16.9)	744 (13.8)	
Total physical activity			0.012
0-9 MET-h/wk	1518 (27.8)	1607 (29.7)	
10-19 MET-h/wk	1286 (23.6)	1202 (22.2)	
20-29 MET-h/wk	886 (16.2)	791 (14.6)	
≥ 30 MET-h/wk	1768 (32.4)	1810 (33.5)	

Values are percentages unless stated otherwise.

Table 2. Odds ratios of self-reported poor health by levels of physical activity.

Domains of physical activity	Men (n = 5458)			Women (n = 5410)		
	Poor health n (%)	Odds ratios	95% CI	Poor health n (%)	Odds ratios	95% CI
Leisure-time physical activity		<b>Trend P value &lt; 0.001</b>			<b>Trend P value &lt; 0.001</b>	
0 MET-h/wk	739 / 2116 (34.9)	1.00		944 / 2456 (38.4)	1.00	
1-4 MET-h/wk	291 / 1046 (27.8)	<b>0.78 (0.66 – 0.93)</b>		325 / 1049 (31.0)	<b>0.75 (0.64 – 0.87)</b>	
5-9 MET-h/wk	214 / 839 (25.5)	<b>0.75 (0.62 – 0.90)</b>		216 / 772 (28.0)	<b>0.67 (0.56 – 0.80)</b>	
≥ 10 MET-h/wk	266 / 1457 (18.3)	<b>0.51 (0.43 – 0.61)</b>		257 / 1133 (22.7)	<b>0.53 (0.45 – 0.63)</b>	
Household physical activity		Trend P value = 0.773			Trend P value = 0.925	
0 MET-h/wk	975 / 3418 (28.5)	1.00		859 / 2601 (33.0)	1.00	
1-4 MET-h/wk	245 / 921 (26.6)	0.95 (0.80 – 1.13)		365 / 1143 (31.9)	0.98 (0.84 – 1.15)	
5-9 MET-h/wk	141 / 546 (25.8)	0.95 (0.77 – 1.18)		215 / 677 (31.8)	1.03 (0.85 – 1.24)	
≥ 10 MET-h/wk	149 / 573 (26.0)	1.07 (0.87 – 1.33)		303 / 989 (30.6)	1.05 (0.88 – 1.24)	
Travel physical activity		Trend P value = 0.343			<b>Trend P value = 0.028</b>	
0 MET-h/wk	289 / 1015 (28.5)	1.00		339 / 1080 (31.4)	1.00	
1-4 MET-h/wk	321 / 1078 (29.8)	1.02 (0.83 – 1.24)		373 / 1088 (34.3)	<b>1.21 (1.00 – 1.46)</b>	
5-9 MET-h/wk	421 / 1458 (28.9)	1.02 (0.85 – 1.23)		429 / 1240 (34.6)	<b>1.22 (1.02 – 1.47)</b>	
≥ 10 MET-h/wk	479 / 1907 (25.1)	0.90 (0.74 – 1.08)		601 / 2002 (30.0)	1.02 (0.86 – 1.21)	
Work physical activity		Trend P value = 0.155			<b>Trend P value = 0.039</b>	
0 MET-h/wk	828 / 3083 (26.9)	1.00		1188 / 3886 (30.6)	1.00	
1-4 MET-h/wk	265 / 928 (28.6)	1.10 (0.93 – 1.31)		206 / 541 (38.1)	<b>1.29 (1.06 – 1.57)</b>	
5-9 MET-h/wk	136 / 525 (25.9)	0.96 (0.77 – 1.21)		85 / 239 (35.6)	1.17 (0.87 – 1.56)	
≥ 10 MET-h/wk	281 / 922 (30.5)	<b>1.20 (1.00 – 1.43)</b>		263 / 744 (35.3)	1.19 (0.99 – 1.43)	
Total physical activity		<b>Trend P value &lt; 0.001</b>			<b>Trend P value = 0.034</b>	
0-9 MET-h/wk	514 / 1518 (33.9)	1.00		569 / 1607 (35.4)	1.00	
10-19 MET-h/wk	359 / 1286 (27.9)	<b>0.82 (0.69 – 0.97)</b>		405 / 1202 (33.7)	0.98 (0.84 – 1.15)	
20-29 MET-h/wk	225 / 886 (25.4)	<b>0.74 (0.61 – 0.90)</b>		234 / 791 (29.6)	<b>0.82 (0.68 – 0.99)</b>	
≥ 30 MET-h/wk	412 / 1768 (23.3)	<b>0.69 (0.59 – 0.81)</b>		534 / 1810 (29.5)	<b>0.83 (0.72 – 0.97)</b>	

Bold numbers indicate  $P < 0.05$ . Odds ratios and 95% confidence intervals were adjusted by age, body mass index, education years, economic status, living arrangement, working status, alcohol consumption, smoking status, and meat and vegetable intake status. The four domains of physical activity were entered simultaneously in the model to adjust for their effects on each other as covariates.

poor health. The study with Estonian women<sup>5)</sup> also reported a positive association between leisure-time PA and self-reported health, and a negative association between work PA and self-reported health. Our study demonstrated that excess work PA can be linked to poor health in both women and men.

Although travel PA is intended as a health promotion tool,<sup>9)</sup> women who engaged in 1 to 9 MET-h/wk of travel PA were more likely to report poor health. If subjects walk as a means of travel 20 or 30 minutes per weekday, which corresponds to 5.5 or 8.3 MET-h/wk, respectively. This amount seems typical for metropolitan workers. For women, even these moderate levels of travel PA may be burdensome. Work and travel PA are frequently passive types of PA, that is, the individual may have little control over them, which can make these activities stressful. Spending an extended period of time engaged in occupational PA is a known factor for mental distress.<sup>4,6)</sup> Therefore, to maintain an overall status of good health, voluntary PA, such as leisure-time PA, would be needed.

There was a significant linear association between increasing total PA and a decreasing rate of both men and women reporting poor health. Furthermore, when total PA is over 20 MET-h/wk, the rate of poor health was significantly decreased in both men and women. The Ministry of Health, Labour and Welfare, Government of Japan has recommended at least 23 MET-h/wk of total PA,<sup>7)</sup> and our results support this recommendation. From the odds ratio, we found there was a more beneficial association between total PA and self-reported health in men than in women. This finding may reflect our results from each individual PA domain, that is, work and travel PA more often had a negative association with self-reported health in women than in men. By focusing only on total PA, it is easy to overlook the underlying reasons for the weaker association between women's total PA and self-reported health. There is still insufficient information on the health benefits derived from each type of PA, and further

studies based on PA domains are still needed.

Although this study benefited from its large sample size, there were some limitations. First, this was a cross-sectional study, and to reveal causal relationships, we need prospective and interventional studies. Second, this study did not assess how participants felt about engaging in each PA, that is, did they like or dislike the activity. If people enjoy engaging in work and travel PA, there is less stress involved, and these types of PA may not be associated with poor health for those people. Further studies may reveal non-leisure time PA benefits that are more specific. Finally, it may be inappropriate to generalize the study's findings since we obtained the study data from health checkups in Shinjuku, Tokyo, Japan, which is a major business center. A future study should be conducted in a rural area.

## Conclusion

This study investigated the association between PA domains and self-reported health. Although leisure-time PA was linked with better health as expected, people who engaged in higher levels of work PA were more likely to report themselves as having poor health. In women, higher levels of travel PA were also associated with self-reported poor health. It may be stressful for people to engage in passive PA such as during work and travel, whereas voluntary PA, including leisure-time PA, may improve health. Further research on this subject will increase our knowledge on how different types of PA affect health.

## References

- 1) Craig, C.L., Marshall, A.L., Sjoström, M., Bauman, A.E., Booth, M.L., Ainsworth, B.E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J.F., and Oja, P. (2003): International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **35**, 1381–1395.
- 2) Fukuhara, S. and Suzukamo, Y. (2004): Manual of the SF-8 Japanese Version (in Japanese), Institute for Health Outcomes and Process Evaluation Research. Kyoto.
- 3) Idler, E.L. and Benyamini, Y. (1997): Self-rated health and mortality: a review of twenty-seven community studies. *J.*

- Health Soc. Behav., **38**, 21 – 37.
- 4) Kim, K., Shin, Y.J., Nam, J.H., Choi, B.Y., and Kim, M.K. (2008): A dose-response relationship between types of physical activity and distress. *J. Korean Med. Sci.*, **23**, 218 – 225.
  - 5) Kull, M., Matsi, J., and Raudsepp, L. (2010): Relationship between various physical activity domains and self-perceived health and obesity in women. *Women Health*, **50**, 639 – 651.
  - 6) McKercher, C.M., Schmidt, M.D., Sanderson, K.A., Patton, G.C., Dwyer, T., and Venn, A.J. (2009): Physical activity and depression in young adults. *Am. J. Prev. Med.*, **36**, 161 – 164.
  - 7) Ministry of Health, Labour and Welfare, Government of Japan (2013): Japanese physical activity references for health promotion 2013. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple.html>
  - 8) Sugisawa, H. and Sugisawa, A. (1995): Development of research on self-rated health in the United States. *Nihon Koshu Eisei Zasshi*, **42**, 366 – 378.
  - 9) Wanner, M., Gotschi, T., Martin-Diener, E., Kahlmeier, S., and Martin, B.W. (2012): Active transport, physical activity, and body weight in adults: a systematic review. *Am. J. Prev. Med.*, **42**, 493 – 502.
  - 10) Wanner, M., Tarnutzer, S., Martin, B.W., Braun, J., Rohrmann, S., Bopp, M., Faeh, D., and Swiss National Cohort (SNC) (2014): Impact of different domains of physical activity on cause-specific mortality: a longitudinal study. *Prev. Med.*, **62**, 89 – 95.

# 認知機能障害の予防・改善

大藏 倫博

筑波大学体育系准教授

体育の科学 第65巻 第3号 (2015.3) 別刷

特集 ▶ 健康長寿の実現を目指した身体機能障害の予防・改善

# 認知機能障害の予防・改善

大藏 倫博

厚生労働省の推計<sup>1)</sup>によると、2015年の高齢者(65歳以上)人口は3,395万人であり高齢化率は26.8%になる。そのうち、認知症高齢者の日常生活自立度がⅡ以上(日常生活に支障をきたす症状や行動がある)の人は345万人であり、全高齢者の10.2%にあたる(図1)。同推計に基づき筆者が独自に計算したところ、2015年における同自立度Ⅰ(日常生活はほぼ自立)を含む全認知症高齢者の数は約540万人、認知症の前駆段階にある軽度認知障害(mild cognitive impairment: MCI)の人は約470万人であり、合計で1千万人前後の高齢者が認知症またはMCIという驚くべき結果となった。ここまでくると認知症はまさに国民病といえる。

今後の日本が対応すべき社会的課題は、認知症高齢者に対するケア・システムの整備と同時に、2,800万人以上とも推計されている認知症未発症の地域在住高齢者(MCIを有する人および健常高齢者)に対する、効率的な認知症予防サービスを講じることであろう。

近年、脳には可塑性があり、認知機能の低下を早期の段階で発見することができれば、食事や運動などを含む適切な生活習慣化により認知機能の低下を防止するだけでなく、改善することも可能とする報告が散見されるようになった。

本稿では、認知機能障害を高齢期における認知症およびそのMCIと定義し、それらの状態を診

断・評価する方法の紹介に加え、最新の知見を交えながら「食事」・「運動・身体活動」・「余暇活動や社会参加」による認知機能障害の予防・改善法について解説する。

## 1. 認知機能障害の定義

### 1) 認知症

認知症とは、誕生したのち成長に伴い、一旦正常に発達した認知機能が成人期以降、脳が後天的に障害されることにより持続的にその機能が低下し、日常生活や社会生活に支障をきたすようになった状態を指す。米国精神医学会(2000年)のDSM-IV-TR(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition, Text Revision)の定義では、「記憶障害およびそ

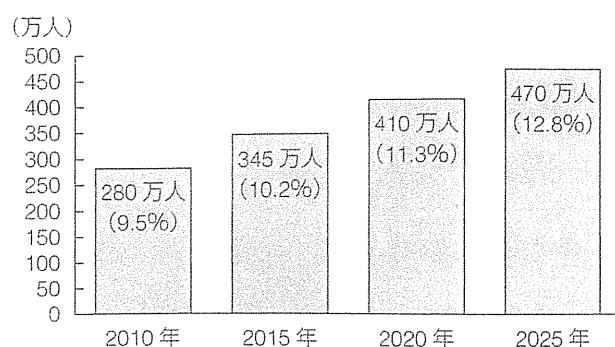


図1 「認知症高齢者の日常生活自立度」Ⅱ以上の高齢者数の推計(厚生労働省<sup>1)</sup>) (括弧内は65歳以上人口比)

表 1 Mini-Mental State Examination (MMSE) (森ほか, 1985<sup>3)</sup>)

	質問内容	回答
1(5点)	今年は何年ですか	年
	いまの季節は何ですか	
	今日は何曜日ですか	曜日
	今日は何月何日ですか	月 日
2(5点)	ここはなに県ですか	県
	ここはなに市ですか	市
	ここはなに病院ですか	
	ここは何階ですか	階
	ここはなに地方ですか (例: 関東地方)	
3(3点)	物品名3個 (相互に無関係) 検査者は物の名前を1秒間に1個ずつ言う。その後、被検者に繰り返させる 正答1個につき1点与える、3個すべて言うまで繰り返す (6回まで) 何回繰り返したかを記せ 回	
4(5点)	100から順に7を引く (5回まで)	
5(3点)	3で提示した物品名を再度復唱させる	
6(2点)	(時計を見せながら) これは何ですか	
	(鉛筆を見せながら) これは何ですか	
7(1点)	次の文章を繰り返す 「みんなで、力を合わせて綱を引きます」	
8(3点)	(3段階の命令) 「右手にこの紙を持ってください」 「それを半分に折りたたんでください」 「机の上に置いてください」	
9(1点)	(次の文章を読んで、その指示に従ってください) 「眼を閉じなさい」	
10(1点)	(なにか文章を書いてください)	
11(1点)	(次の図形を書いてください)	
		合計得点

の他の認知機能の低下に加えて、社会生活または職業遂行において重篤な障害がみられる状態」とされる。わが国においてはアルツハイマー病を原因疾患とすることが最も多く、過半数を占めるといわれている。その次に多いのが脳血管性認知症(まだら認知症)である。アルツハイマー型認知症の治療はアリセプトやレミニール、リバスチグミンなどの薬物療法がメインであるが、創造的活動を行う芸術療法や感情に働きかける回想法なども有効な方法と考えられている。

2) 軽度認知障害 (MCI: 認知症の前駆症状)

日常生活または職業遂行において知的に正常とはいえないが、認知症とも診断し得ない状態を認知症の前駆症状と呼び、MCIはその概念を表す代表的な用語として定着しつつある。本人や家族からもの忘れの訴えがあることや、後述の認知機能検査により年齢からみれば記憶障害が確認され

るが、基本的な日常生活は正常に行える場合にはMCIと判定される。地域行政における認知症予防事業(地域支援事業)は、この状態の高齢者に対して行われることが一般的である。

2. 認知症スクリーニング検査および認知機能検査

1) Mini-Mental State Examination (MMSE)<sup>2)</sup>

MMSE(表1)は、Folsteinら<sup>2)</sup>によって開発された認知症スクリーニングのための簡易検査法である。見当識、記憶、計算、注意力、言語能力、構成能力など総合的な認知機能の障害を把握する認知症のスクリーニング検査である。実施時間は10分程度と短く、個別面談形式で行うことから大がかりな設備等を必要とせず、コスト面に優れる。信頼性や妥当性が高く、世界中で使用されており、認知症を簡易にスクリーニングするテスト

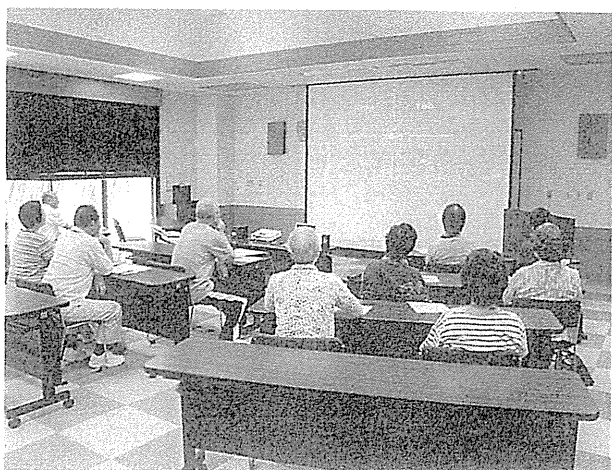


写真1 ファイブコグ検査

の gold standard と認められている。30 点満点で評価し、認知症の人とそうでない人のカットオフ値は 23/24 点である。ただし、テストに対する慣れが生じるため、再評価は 3 カ月～半年以上の期間を空けることが必要となる。また、天井効果がみられるため、軽微な認知機能障害の識別には適さない。

## 2) 日本人を対象とした認知機能検査

ファイブコグ検査(写真1)は矢富<sup>9)</sup>によって開発された日本人高齢者のための認知機能検査であり、5つの認知機能要素(注意、記憶、視空間認知、言語、思考)が含まれる。ファイブコグで評価された認知機能は、上述したMMSEとの有意な相関が認められており、わが国における地域在住高齢者を対象とした認知症予防プログラムの効果判定や、MCIのスクリーニング検査として頻繁に用いられる。また、検査後に算出されるスコア(5つの認知機能要素の合計点)は0~150点以上と幅広く、認知症のハイリスク群(MCI)だけでなく、認知機能が健常な者にも適用できるという利点がある。数十名以上の集団に対して一斉実施することが可能であるが、実施時間は45分程度を要することから、時間的負担はやや大きい。加えてテストに対する慣れが生じるため、再評価は3カ月～半年以上の期間を空けることが必要となる。

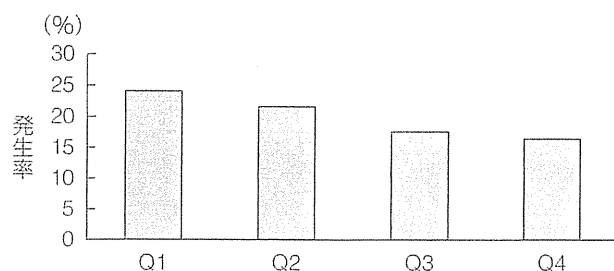


図2 身体活動量と軽度認知障害発生率との関係 (Yaffe K et al., 2001<sup>9)</sup> より作図)

Q1: 身体活動量が最も少なかったグループ、Q2: 身体活動量が2番目に少なかったグループ、Q3: 身体活動量が3番目に少なかったグループ、Q4: 身体活動量が最も多かったグループ

## 3. 食事による認知機能障害の予防・改善

食事による認知機能障害の予防や改善に関するエビデンスはいまだ少ないのが現状であるが、The Chicago Health and Aging Project (CHAP)<sup>10)</sup>によると、栄養摂取状況とアルツハイマー型認知症の発症との間には有意な関連性のあることが示されている。飽和脂肪酸はアルツハイマー病のリスクを高めるが、反対にドコサヘキサエン酸(DHA)に代表される長鎖多価不飽和脂肪酸(omega-3脂肪酸)やビタミンEのような抗酸化物質の摂取はリスクを低下させる。一般的な食材でいうと、青身の魚、オリーブオイル、ナッツ類、緑黄色野菜、カテキン、クルクミン(うこん)などが推奨される一方で、赤身の肉、バター、アイスクリーム、市販の焼き菓子などの摂取は控えめにすることが望ましい。

## 4. 運動・身体活動による認知機能障害の予防・改善

日常生活における身体活動量(歩行距離)の多いグループは、少ないグループと比べて6~8年後に軽度認知障害が発生する確率は少なくなる(図2)などが知られており、継続的な運動実践や長期的に高い身体活動量水準を維持することが認知機能レベルの保持につながり、認知症の発症リスクを低下させると考えられている。Larson



ら<sup>7)</sup>は、65歳以上の高齢者1,740人を平均6.2年間にわたり追跡したところ、追跡開始時点で週3回以上の運動(1日15分以上のウォーキング、ハイキング、サイクリング、体操、水泳、アクアビクス、ストレッチなど)を行っていた者の認知症発症率は13.0人/1,000人/年であったのに対し、週3回未満の者は19.7人/1,000人/年であり、週3回以上の運動の習慣化によって認知症発症率が0.62倍にまで低下することを報告している。ハワイの7年間にわたる日系男性の調査では、1日に0.25マイル(400m)以下の歩行群は、2マイル(3,200m)以上の群と比べて1.8倍アルツハイマー病に罹患しやすかったと報告している。以上の研究より、毎日30~60分間程度のエクササイズが認知症予防もしくは発症の遅延化に有効であると考えられる。さらに近年では、筋力トレーニングが高齢者の認知機能を改善するとの報告もみられる<sup>8,9)</sup>。

運動トレーニングが認知機能を向上させるメカニズムとしては、循環器系機能の改善があげられる。認知機能は脳細胞内プロセスの影響を強く受けることが知られているが、循環器系機能の改善が脳細胞内プロセスに好影響を与えるとの報告がある<sup>10)</sup>。さらに、別の可能性としてインスリン様成長因子(IGF-1)や脳由来神経栄養因子(BDNF)などの神経成長因子がニューロン新生を促進し、結果としてシナプスの残存率や可塑性を高めた可能性も考えられる<sup>11)</sup>。一方、運動が脳機能に間接的に与える効果として、アルツハイマー病の危険因子とされる肥満の予防や脳血管障害の予防がある。継続的な運動は、高血圧発症の抑制、脂質代謝悪化の抑制(適正值化)、血小板凝集能の抑制、神経成長因子の増加、肥満の抑制につながり、その結果として、アルツハイマー病の予防や発症の遅延化をもたらすと考えられる。このような観点から、運動の習慣化は生活習慣病の予防・改善と認知症の予防というダブル効果を期待できる。生活習慣病と認知症を連続した病態と捉え、できる限り早期から運動を習慣化し、徹底した予防に備えることが理想である。

## 5. 最新の認知症予防運動プログラム

最近では、脳機能の賦活を意図した新たな運動プログラム(エクササイズ)がいくつか考案され、介護施設や医療施設、地域への普及の兆しがみえはじめている。シナプソロジー<sup>®</sup>やコグニサイズ、スクエアステップ<sup>®</sup>(square-stepping exercise:SSE)がその例としてあげられる。シナプソロジー<sup>®12)</sup>は、「じゃんけん」「ボール回し」といった基本的な動作を行いながら、感覚器を通して入る刺激を徐々に変化(スパイスアップ)させ続け、それに対して反応しようとすることで実践者の脳を活性化させようとするものであり、スポーツクラブの株式会社ルネサンスが開発した新しい運動プログラムである。週2回の頻度で2カ月間実施したところ、認知機能面では注意機能や判断力が、身体面では手先の器用さや反応性能力が、さらに心理面では爽快感などが向上したことが報告されている<sup>13)</sup>。コグニサイズ<sup>14)</sup>は、特にMCI高齢者を対象として国立長寿医療センター研究所で開発された運動と認知課題を包含するプログラムである。認知課題と運動課題の二重課題(dual task)を同時に行うことで脳と体の機能を効果的に向上させることをねらいとしている。

SSE(図3)は筆者が考案したエクササイズであり、25cm四方のマス目(スクエア)で区切られたマット上をさまざまなステップ・パターンを記憶した後で歩行動作(ステップ)を行う“脳トレ”運動である。特長としてはシナプソロジーやコグニサイズと同様に脳と体の両方に働きかけて刺激を与える点にある。SSEでは、マス目の中に正確に足を運ぶ必要があるために、身体機能としての調整力やバランス能力だけでなく、認知機能としての記憶力、注意力、集中力も必要とされる。高齢者がSSEを継続実践することにより、身体機能の向上だけでなく、認知機能の保持にも効果があることが確認されている。大藏ら<sup>15)</sup>は、上記のプログラムを週1回の頻度で3カ月間(全11回)行ったところ、ファイブコグ検査による注意(18.9点→21.5点)、記憶(14.7点→17.9

- 期待される効果
- 身体機能の向上
    - ✓ 転倒予防効果
  - 認知機能の低下防止
    - ✓ 認知症予防効果
  - 社会参加・活動の促進
    - ✓ QOL 改善
    - ✓ 活動量増加
    - ✓ 友人づくり
    - ✓ 閉じこもり防止



ステップパターン例

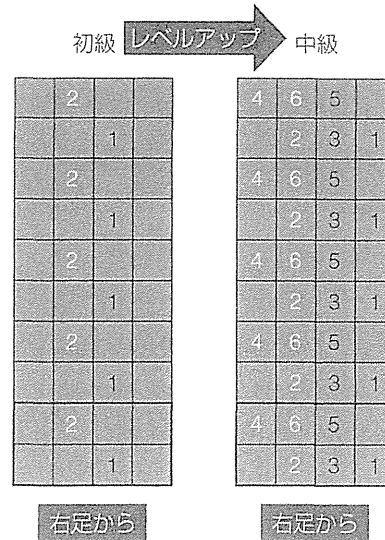


図3 スクエアステップとは

点), 思考能力 (10.1 点→11.1 点) および5つの認知機能要素の合計得点 (65.3 点→73.3 点) において有意な向上が認められたことを報告している。

### 6. 余暇活動や社会参加による認知機能障害の予防・改善

活発な余暇活動や社会参加がアルツハイマー病の発症率低下に関与することが報告されている。Wilson ら<sup>16)</sup> による4, 5年間の前向き研究では、新聞を読む、雑誌を読む、トランプやクロスワードパズルなどのゲームをする、博物館に行くなど7つの生活行動の頻度とアルツハイマー病の発症との間に有意な負の相関が見出されている。Verghese ら<sup>17)</sup> は、平均5.1年間の追跡調査から認知機能賦活をもたらす行動や活動は認知症の発症率を低下させると報告している<sup>11)</sup>。特に読書、楽器演奏、ボードゲームを頻繁に行う者はそうでない者に比べて認知症発症率がそれぞれ0.65倍、0.31倍、0.26倍にまで低下した。同時に有酸素性運動の有効性も確認しており、ウォーキングは0.67倍、ダンスは0.24倍まで低下させたとしている (図4)。

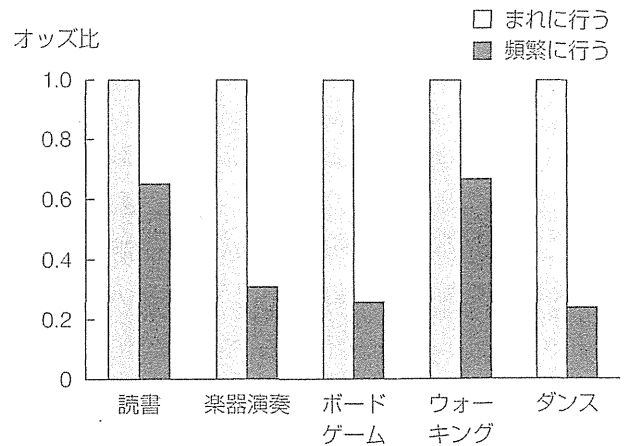


図4 生活行動や身体活動と認知症発症率との関係 (Verghese et al., 2003<sup>15)</sup> より作図)

一方、活発な身体活動が認知症予防に有効に働くことについては、単に生理学的観点からだけでは説明しきれないとの指摘がある。身体活動量 (歩行数など) の増加は、社会参加 (会合に出席する、友人と食事や趣味を行う、ボランティア活動を行うなど) の機会 (頻度や従事する時間数) の増加と関連が深い。社会参加の機会が多いということは、ある場所から別の場所へと移動する身体活動量 (歩行数) が増加するだけでなく、外部から受ける心理的・社会環境的刺激量が多くなることを意味する。つまり、身体活動量は単に運動

量を表しているだけでなく、同時に社会とのつながり（暴露量，時間）の多寡も表している可能性があり，身体活動と認知症予防との関連を考える上で，重要なポイントといえる。

[文 献]

- 1) 厚生労働省：地域包括ケアシステム。（[http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi\\_kaigo/kaigo\\_koureisha/chiiki-houkatsu/](http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/chiiki-houkatsu/)）
- 2) Folstein MF et al: "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. J Psychiatr Res. 12: 189-198, 1975.
- 3) 森悦郎ほか：神神経疾患患者における日本語版 Mini-Mental State テストの有用性. 神経心理学, 1: 82-90, 1985.
- 4) 矢富直美：認知的アプローチによるアルツハイマー病の予防. Cognition Dementia. 2: 128-133, 2003.
- 5) Morris MC: The role of nutrition in Alzheimer's disease: epidemiological evidence. Eur J Neurol. 16: 1-7, 2009
- 6) Yaffe K et al: A prospective study of physical activity and cognitive decline in elderly women: women who walk. Arch Intern Med. 161: 1703-1708, 2001.
- 7) Larson EB et al: Exercise is associated with reduced risk for incident dementia among persons 65 years of age and older. Ann Intern Med. 144: 73-81, 2006.
- 8) Anderson-Hanley C et al: Cognitive health benefits of strengthening exercise for community-dwelling older adults. J Clin Exp Neuropsychol. 32: 996-1001, 2010.
- 9) 本山輝幸ほか：筋力トレーニングが高齢者の認知機能に与える影響. 臨床スポーツ医学. 29: 641-646, 2012.
- 10) Kramer AF et al: Exercise, cognition, and the aging brain. J Appl Physiol. 101: 1237-1242, 2006.
- 11) Borst SE et al: Effects of resistance training on insulin-like growth factor and its binding proteins in men and women aged 60 to 85. J Am Geriatr Soc. 50: 884-888, 2002.
- 12) シナプソロジー普及会。（<http://www.s-re.jp/renaissance/synapsology/>）
- 13) メディカルフィットネス研究会：メディカルフィットネス Q & A. pp172-173. 社会保険研究所, 2014.
- 14) 国立長寿医療研究センター：認知症予防に向けた運動—コグニサイズ—. ([http://www.ncgg.go.jp/department/cre/download/koguni\\_saisyuu.pdf](http://www.ncgg.go.jp/department/cre/download/koguni_saisyuu.pdf))
- 15) 大藏倫博ほか：新転倒・認知症予防プログラムが地域在住高齢者の認知・身体機能に及ぼす影響—脳機能賦活を意図した「スクエアステップ」エクササイズの検討—. 日本認知症ケア学会誌, 9: 519-530, 2010.
- 16) Wilson RS et al: Cognitive activity and cognitive decline in a biracial community population. Neurology. 61: 812-816, 2003.
- 17) Verghese J et al: Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. N Engl J Med. 348: 2508-2516, 2003.

## コメディカルのための 寝たきり予防筋力トレーニング

堀居 昭（日本体育大学教授）監修

● A5判・160頁／定価（本体 2,000円＋税）978-4-7644-1080-0

本書は，高齢者の健康・体力づくりに携わる健康運動指導士，健康運動実践指導者，保健師，看護師の方々を対象に，高齢者が運動を手軽に継続して行えるように運動指導の指針となる「筋力トレーニング」プログラムを数多く掲載しています。



(株) 杏林書院

## 原著論文

# 高齢者の認知機能を評価する新パフォーマンステスト “トレイルメイキングペグテスト”の提案

## A novel performance test for evaluating cognitive function in older adults: Trail making peg test

大藏 倫博<sup>1)</sup>・尹 智暎<sup>1)</sup>

Tomohiro OKURA<sup>1)</sup> and Ji Yeong YOON<sup>1)</sup>

### Abstract

Since early evaluation of mild cognitive decline in older adults is very important in the clinical settings of prevention for dementia, development of a convenient screening test for cognitive function is indispensable. The purpose of this study was to examine validity and reliability of a novel test for evaluating cognitive function “trail making peg test (TMPT)”. This study was conducted in three issues: 1) associations of the TMPT, the trail making test (TMT) and the pegboard test with cognitive functions, 2) age and gender difference in the associations between the TMPT and cognitive functions, 3) reliability of the TMPT. Subjects were community-dwelling older adults including both men and women, and numbers of subjects in each issue were 88, 540 and 23, respectively. Our data indicated that 1) the correlation coefficient of cognitive function was higher with the TMPT ( $r = -0.682, p < 0.001$ ) than with the TMT ( $r = -0.563, p < 0.001$ ) and the pegboard test ( $r = -0.524, p < 0.001$ ), 2) the correlations of the TMPT were significant independent of age and gender, and 3) the TMPT displayed a higher reliability (ICC = 0.78). These results suggest that the TMPT can be a convenient and useful tool for assessing cognitive function in older adults.

**Key words :** performance test, cognitive function, older adults

[Received November 8, 2014 ; Accepted December 4, 2014]

## 1. 緒言

高齢化に伴う社会問題の一つに認知症がある。認知症高齢者の更なる増加が危惧される中、最近では認知症の予防に注目が集まっている。認知機能訓練に関する Ball et al. (2002) の大規模な調査結果によると、訓練した機能に特異的な訓練効果が認められ、2年後もその効果は残存する。最近では、成人期以降も脳の一部の神経細胞は新生することがわかり (Eriksson et al., 1998)、脳機能には可塑性があると考えられている。つまり、潜在する認知症予備群をいち早く発見することができれば、認知トレーニングなどにより認知症への移行を防止できる可能性がある。このように考えると、できる限り早い段階で認知機能低下者を把握し、地域と医療、行政が一体となって認知症を予防あるいは早期に治療できるよう取り組むことが肝要である。

認知機能は注意、記憶、思考、言語等様々な要素を含

む概念であるが、中でも注意機能は、情報処理における第一段階であり、認知機能が適切に機能するためには注意機能の介在が重要である (加藤, 2009)。代表的な注意機能の検査法として trail making test (TMT) がある (図 1 A)。TMT は Reitan (1958) により開発された神経心理学テストであり、注意の持続と選択、視覚-運動の協調性、情報処理の迅速さ、干渉を伴う短期記憶といった機能・能力を要する課題である。やり方としては、図 1 A にあるように、1 から昇順に 2 → 3 → 4 → 5 → … と鉛筆などで線を引きながらたどり、25 に到達するまでの時間を測るというものである。TMT は軽度認知障害から認知症 (アルツハイマー病) への移行を予測するのに有用なツールの一つであるとの報告もある (Chapman et al., 2011; Rozzini et al., 2007a)。一方、筆者らは高齢者を対象に認知機能と身体能力 (パフォーマンス) の関連性を総合的に検討した結果、認知機能と最も強く関連する身体能力は巧緻性 (ペグ移動テスト: 図

1) 筑波大学体育系 Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

1 B) であることを見出した(尹ら, 2010)。ペグ移動テストは、上肢機能の総合的評価指標であり、遠位盤にある48本のペグ(小さな木の棒)を近位盤に移し替える作業を伴うことから手腕作業検査とも呼ばれ(石田, 2004)、従来リハビリテーション分野で頻繁に用いられている。

以上のことから、筆者らは注意機能の評価法であるTMTと、巧緻性の評価法であるペグ移動テストを掛け合わせることで新たな評価テストができるのではないかとの仮説を立てた。「trail making peg test (TMPテスト)」と名付けられたこの新テスト(図1C)は、目で数字を探し、手でペグを動かすという2つの反応パターンを交互に切り替えつつ、両方の遂行過程の情報を保持しながら適切に遂行することが求められる。ペグ移動テスト以上に目と手の協応性や正しい方向に動かす集中力・注意力が求められるため、これまでにない「注意力+実行機能」の総合的評価方法になることが期待される。また、TMPテストはパフォーマンステストであることから、体力測定の一環として実施することが可能である。加えて、パイロット研究でおこなわれた高齢者への意見聴取では、ゲーム感覚で楽しいとの好意的な感想が多かった。

本研究の目的は、高齢者の介護予防現場における認知機能の新評価テスト“TMPテスト”の妥当性と信頼性を検討することである。具体的には3つの検討課題を設定して検討を進める。まず、TMPテストと従来型テスト(ペグ移動テストおよびTMT)の認知機能との関連性の強さの比較をおこなう(検討課題1)。そして、性・年齢別にTMPテストと認知機能との関連性を明らかに

する(検討課題2)。最後にTMPテストの信頼性を検討することとした(検討課題3)。

## 2. 方法

### 2.1. 対象者

検討課題1では、茨城県笠間市の住民基本台帳から系統的抽出法により抽出した65歳から85歳の地域在住高齢者388名のうち、平成24年8月に開催された健康度調査会(かさま長寿健診)に参加し、分析に必要な項目をすべて実施した88名を最終分析対象者とした。検討課題2では、平成21年から平成23年に同市の住民基本台帳から系統的抽出法により抽出した65歳から85歳の地域在住高齢者計3,000名(平成21年1,200名、平成22年900名、平成23年900名)のうち、その年の8月に開催された健康度調査会に参加し、分析に必要な項目をすべて実施した540名(平成21年188名、平成22年180名、平成23年172名)を最終分析対象者とした。検討課題3では、平成23年1月から3月(週1回、全11回)に開催された運動を中心とした要介護化予防教室に参加した、同市に在住する65歳から83歳の高齢者23名を対象とした。本教室への参加募集は自治体の広報誌および職員によっておこなわれた。全対象者の身体的特徴を表1に示した。全ての調査は筑波大学体育系研究倫理委員会の承認を受けておこなわれた。研究実施に先立って、全対象者に研究の目的および測定に関する説明を十分におこない、書面にインフォームドコンセントを得た。

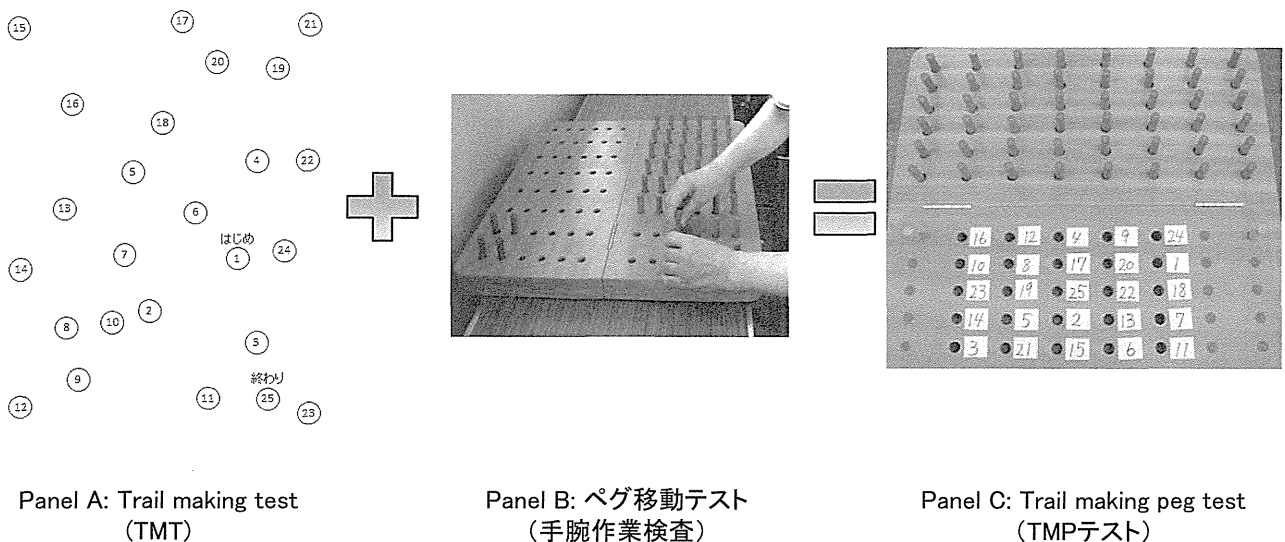


図1. Trail making test (TMT) とペグ移動テストの掛け合わせによる trail making peg test (TMPテスト) の作成

表 1. 全対象者の身体的特徴

	検討課題1の対象者 (n = 88)			検討課題2の対象者 (n = 540)			検討課題3の対象者 (n = 23)			グループ間 有意差
	Mean ± SD	Min	Max	Mean ± SD	Min	Max	Mean ± SD	Min	Max	
年齢(歳)	73.7 ± 5.2	66	84	73.7 ± 5.2	65	85	71.9 ± 6.0	65	83	NS
男女別人数(割合)										
男性(%)	45 (51.1%)			246 (45.6%)			6 (26.1%)			
女性(%)	43 (48.9%)			294 (54.4%)			17 (73.9%)			
形態										
身長(cm)	155.6 ± 9.2	132.0	176.2	154.9 ± 8.7	130.0	181.2	154.6 ± 6.9	145.1	168.2	NS
体重(kg)	55.8 ± 9.3	34.8	77.5	55.6 ± 9.4	30.8	87.1	57.9 ± 9.9	41.1	75.6	NS
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.0 ± 3.2	15.9	33.8	23.1 ± 3.1	14.4	38.1	24.1 ± 2.8	18.4	29.3	NS
収縮期血圧(mmHg)	145 ± 18	111	193	140 ± 20	86	217	142 ± 18	116	180	NS
拡張期血圧(mmHg)	80 ± 11	44	104	76 ± 11	46	106	78 ± 10	61	96	NS
教育年数(年)	11.4 ± 2.3	6	17	11.4 ± 2.5	6	22	11.4 ± 2.5	6	22	NS

SD: standard deviation

NS: no significant difference between groups

## 2.2. 測定項目

### (ア) 形態

身長、体重、安静時血圧を測定し、身長と体重より体格指数 (body mass index: BMI) を算出した。BMI (kg/m<sup>2</sup>) は体重 (kg) を身長 (m) の2乗で除して算出した。

### (イ) 教育年数

小学校以上の学校や専門学校などに通学した年数を調査した。例えば、高校卒業の場合は12年となる。

### (ウ) トレイルメイキングテスト (TMT) (Reitan, 1958)

A4サイズの紙面上に直径約1cmの円に1から25までの数字がランダムに配置された用紙を用いる。対象者は座位となり、利き手で鉛筆を持つ。検者の合図で1から25まで昇順に線で結び、その時間を100分の1秒単位で測定した。なお、本来TMTにはpart A (紙面にランダムに配置された1～25の数字を昇順に線で結ぶ課題) と part B (紙面にランダムに配置された1～13の数字と「あ～し」の平仮名を、1→あ→2→い→…のように数字と平仮名を交互に線で結ぶ課題) があるが、本研究では part A のみを採用した。これは、高齢者にとって part B は負担が大きい可能性があること、一人あたりにかかる時間が長いことを考慮したためである。なお、対象者が誤った数字に線を引いた場合は正しく昇順となる数字に線を引き直すよう即座に指示し、その間も計測は止めないこととした。

### (エ) ベグ移動テスト (手腕作業検査)

手腕作業検査器 (竹井機器工業社製) を対象者にとって遠位盤に48本のベグをさした状態で用意する。対象者は検査器の正面に立ち、検者の合図とともに左右それぞれの手にベグを1本ずつ持ち、両手同じタイミングで近位盤の同じ位置に移していく。48本全てのベグを近位盤に移動させるまでの時間を100分の1秒単位で測定

した。対象者が誤った場所にベグを入れたり、落としたりした場合は正しい位置に入れるよう即座に指示し、その間も計測は止めないこととした。次の(オ) TMP テストについても同様の対応とした。

### (オ) TMP テスト

手腕作業検査器 (竹井機器工業社製) の大きさに合わせたプラスチック板の中央部に直径1.5cmの穴を25個あけて、穴の横に1から25までの数字をランダムに割り振る (以下、このプラスチック板を測定用シートと呼ぶ)。測定用シートを対象者の近位盤に設置して、遠位盤には48本のベグをさした状態にする。対象者は検査器の正面に立ち、検者の合図とともに利き手のみを使ってできる限り速くベグ (48本の中からどれを使ってもよい) を近位盤に設置した測定用シートにさしていく。その際1から25へと昇順となることとし、25個すべての穴が埋まるまでの時間を100分の1秒単位で測定する。

なお、検討課題3では信頼性の検討をおこなうため、数字の配置が異なる測定用シートを3枚 (A, B, C) 作成した。各対象者は1回に1種類ずつ1週間おきに、計3回の測定をおこなった。また、実施順序の影響を除外するため、A-B-C, B-C-A, C-A-Bのいずれかの順で実施するようランダムに割り付けた。

### (カ) 認知機能の評価

本研究では、ファイブ・コグ検査 (矢富, 2003) によって高齢者の認知機能を評価した。ファイブ・コグ検査は日本人高齢者を対象として開発された認知機能検査であり、5つの認知機能要素 (注意、記憶、視空間認知、言語、思考) をスコア化することができる。ファイブ・コグ検査専用のDVDメディアを使用して、液晶プロジェクターでスクリーンに投影し20名程度の対象者に対して一斉に検査を実施した。DVDから出される指示 (映像と音声) に従って検査 (以下に示す①～⑤の5つの認知

機能評価)をおこなった。所要時間は約45分であった。

- ①文字位置照合課題(注意)
- ②カテゴリー手がかり再生課題(記憶)
- ③時計描画課題(視空間認知)
- ④言語流暢性課題(言語)
- ⑤類似課題(思考)

### 2.3. 統計解析

各項目の測定結果は平均値±標準偏差で示した。3群間の測定値の差の検定には一要因分散分析を実施した。2変数間の関連性の検討にはPearsonの積率相関分析および偏相関分析(性,年齢,教育年数を共変量として投入)をおこなった。信頼性の検討には,TMPテストの1回目,2回目,3回目の測定値の平均値の差の検討および級内相関係数(intraclass correlation coefficients: ICC)を求めた。SPSS Statistics 18.0 for Windowsを用い,統計的有意水準は5%とした。

## 3. 結果

表2にファイブ・コグ検査により評価された認知機能(5要素および合計スコア)と,3つのパフォーマンステスト(TMPテスト,TMT,ペグ移動テスト)の平均値±標準偏差を示した。表3に認知機能の合計スコアおよび各要素スコアと3つのパフォーマンステストタイムと

の相関関係を示した。2変数間の相関関係は,TMTと視空間スコアの組合せを除く全ての組合せで有意であった。一方,性,年齢,教育年数を調整変数とした偏相関係数で見ると,全てのパフォーマンステストと視空間スコアとの間で有意性がなくなったものの,それ以外の認知機能要素との関連性は依然全てにおいて有意であった。しかし,係数( $\beta$ )は小さくなる傾向がみられた(以上,検討課題1)。

表4に認知機能(5要素および合計スコア)とTMPテストタイムを全対象者および性(男・女)と年齢(前期高齢者:65-74歳・後期高齢者:75歳以上)で分けた4群(男性・前期高齢者,男性・後期高齢者,女性・前期高齢者,女性・後期高齢者)の平均値および標準偏差を示した。男女ともに前期高齢者の方が後期高齢者に比して認知機能が高く,TMPテストタイムは速い傾向が見られた。表5に全対象者におけるTMPテストタイムと認知機能との相関関係を示した。TMPテストはすべての認知機能要素と有意な相関関係を示した。図2には,4群の認知機能(合計スコア)とTMPテストタイムの関係を表す散布図を示した(以上,検討課題2)。

測定用シート(A,B,C)の平均タイムと標準偏差は,それぞれ71.1±16.5秒,71.6±15.9秒,74.3±22.6秒であり,一要因分散分析の結果,シート間に有意な差は認められなかった( $P=0.42$ )。TMPテストを同一被験者が1週間おきに計3回おこなったところ,1回目75.6±19.2秒,2回目71.9±15.9秒,3回目69.5±22.6秒とな

表2. 認知機能スコアと3つのパフォーマンステストタイム(検討課題1, n=88)

	Mean	±	SD	Min	Max
認知機能スコア(点)					
注意スコア	21.0	±	7.2	3	36
記憶スコア	14.7	±	5.8	4	31
視空間スコア	6.7	±	0.7	3	7
思考スコア	15.8	±	4.5	7	35
言語スコア	9.6	±	3.8	0	16
5要素合計スコア	67.7	±	17.3	26	110
パフォーマンステスト(秒)					
TMPテスト	76.2	±	18.4	43.8	126.3
TMT	47.2	±	20.8	18.0	129.6
ペグ移動テスト	38.0	±	4.8	28.8	54.0

TMP: trail making peg

TMT: trail making test

表3. 認知機能スコアと3つのパフォーマンステストタイムとの相関係数 (検討課題1, n = 88)

パフォーマンステスト		注意スコア	記憶スコア	視空間スコア	言語スコア	思考スコア	5要素合計スコア
TMPテスト	r	-0.621***	-0.484***	-0.250*	-0.501***	-0.551***	-0.682***
	β	-0.469***	-0.334**	-0.090 NS	-0.359**	-0.336**	-0.531***
TMT	r	-0.536***	-0.427***	-0.195 NS	-0.379***	-0.408***	-0.563***
	β	-0.430***	-0.257*	-0.118 NS	-0.259*	-0.254*	-0.437***
ペグ移動テスト	r	-0.500***	-0.412***	-0.231*	-0.340**	-0.360**	-0.524***
	β	-0.477***	-0.251*	-0.152 NS	-0.295**	-0.285**	-0.475***

r: 相関係数

β: 偏相関係数(共変量に投入した変数: 性, 年齢, 教育年数)

TMP: trail making peg

TMT: trail making test

NS: no significant differences between coefficients in each performance test

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ 

表4. 認知機能スコアとTMPテストタイム (検討課題2)

	対象者数	注意スコア	記憶スコア	視空間スコア	言語スコア	思考スコア	5要素合計スコア	TMPテストタイム(秒)
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
全対象者	540	18.6 ± 8.0	12.9 ± 5.4	6.4 ± 1.2	14.8 ± 4.5	9.2 ± 4.2	61.9 ± 18.5	81.3 ± 22.5
男性								
前期高齢者	139	20.4 ± 7.2	14.0 ± 4.5	6.5 ± 1.0	16.0 ± 4.2	10.5 ± 3.9	67.4 ± 15.5	74.8 ± 16.8
後期高齢者	107	15.2 ± 7.2 **	10.1 ± 5.4 **	6.1 ± 1.4 *	13.1 ± 4.2 **	7.7 ± 4.4 **	52.2 ± 18.2 **	93.4 ± 24.8 **
女性								
前期高齢者	186	21.1 ± 7.6	14.8 ± 5.2	6.6 ± 0.9	15.7 ± 4.8	9.9 ± 3.7	68.2 ± 17.8	74.0 ± 20.0
後期高齢者	108	15.4 ± 7.9 **	11.0 ± 4.8 **	6.1 ± 1.4 *	13.3 ± 3.7 **	7.7 ± 4.3 **	53.5 ± 16.2 **	90.3 ± 22.6 **

TMP: trail making peg

前期高齢者と後期高齢者を比較して有意差あり: \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ 

表5. 認知機能スコアとTMPテストタイムとの相関係数 (検討課題2, n = 540)

	注意スコア	記憶スコア	視空間スコア	言語スコア	思考スコア	5要素合計スコア
r	-0.590**	-0.491**	-0.354**	-0.464**	-0.503**	-0.645**
β	-0.422**	-0.306**	-0.287**	-0.306*	-0.351**	-0.495**

r: 相関係数

β: 偏相関係数(共変量に投入した変数: 性, 年齢, 教育年数)

TMP: trail making peg

\*  $P < 0.01$ , \*\*  $P < 0.001$



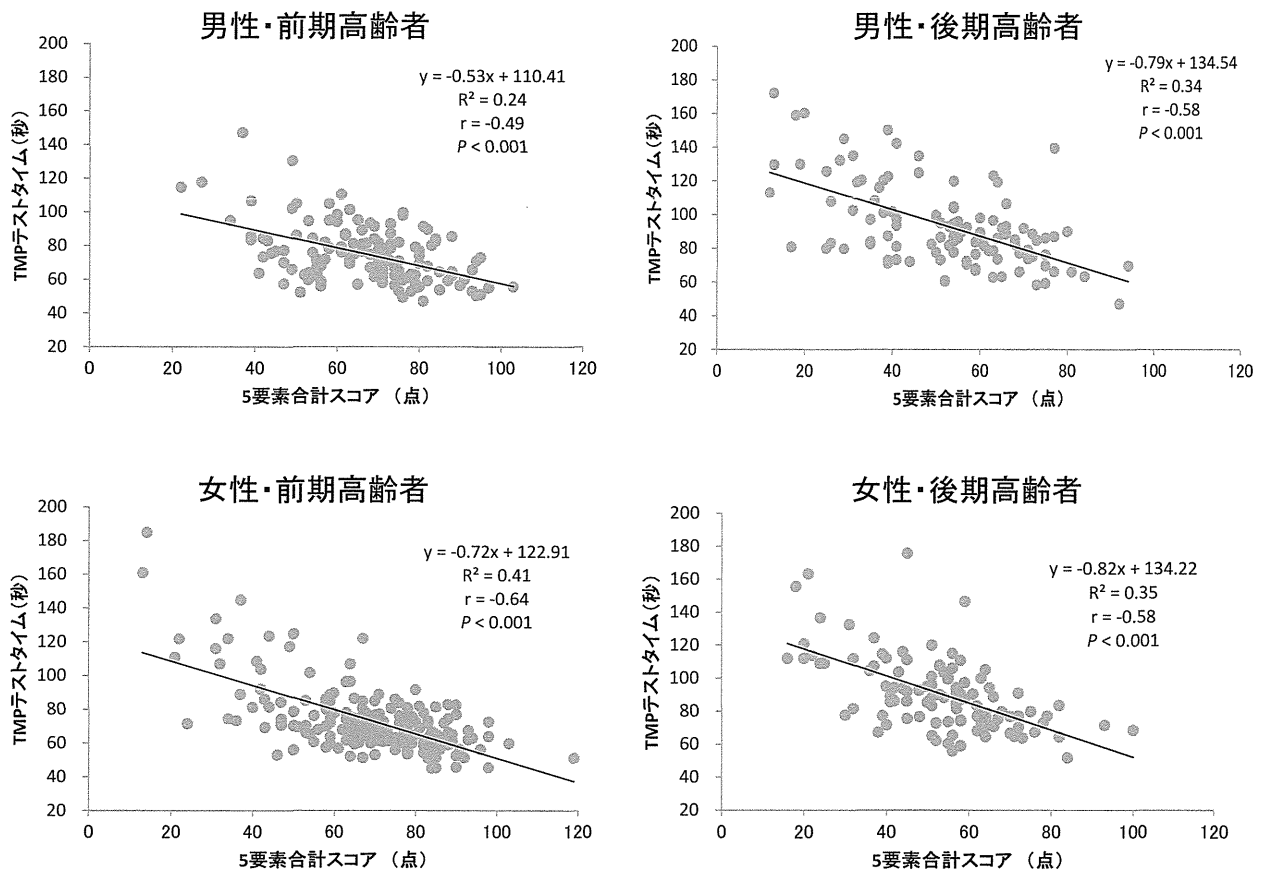


図2. 性・年齢別の認知機能スコアと TMP テストタイムの散布図

TMP: Trail making peg

り測定回之間に有意差はみられなかった ( $p = 0.052$ )。ICC は 0.78 であった (以上, 検討課題 3)。

## 4. 考察

### 4.1. TMP テストと従来型テストの認知機能との関連性の強さの比較 (検討課題 1)

認知機能は加齢と共に低下すること (安藤ら, 2010; Ragonese et al., 2011), 教育年数が短いことは認知症のリスク因子になること (Katzman, 1993; Stern et al., 1994), 認知機能の低下には性差が存在する可能性があること (Zunzunegui et al., 2009; Petersen et al., 2010) などが知られており, 認知機能の低下を判断するときには年齢や性, 教育年数を考慮すべきと言われている (下中, 1992; 矢富, 2010)。そこで, 本研究では性, 年齢, 教育年数を共変量とした偏相関分析をおこなうことで, 交絡因子の影響を取り除いた後も有意性を維持するかについての確認をおこなった。なお, 本研究で実施した 3 つのパフォーマンステスト (TMP テスト, TMT, ペグ

移動テスト) はいずれも神経系機能を含む筋骨格系機能や視機能の影響を受けると考えられることから, このような機能の影響を除外した検討が必要であるが, 本研究では当該機能に関するデータ収集をおこなっていないため, 今後の課題としたい。分析の結果, 表 3 で示したように偏相関係数は Pearson の積率相関係数と比べると 0.15-0.2 ほど低下したが, 3 つのパフォーマンステストは依然として認知機能要素 (視空間を除く注意, 記憶, 言語, 思考の 4 要素) と有意に関連することがわかった。視空間スコアと各テストとの関連性が弱かった理由としては, 本研究の対象者にとって視空間スコアを導く時計描画課題 (11 時 10 分を描く) が他の課題と比べるとかなり易しかったためにデータの分散が小さくなり, 有意性が導出されにくかった可能性が挙げられる。また, TMP テストと他の 2 つのパフォーマンステストを比較した場合, 係数の値としては 0.05 ~ 0.1 程度ではあるが TMP テストが他の 2 つのパフォーマンステストと比べて上回る数値を示したことから, TMP テストは従来法と比べて同等, もしくはやや優れるテストであることが示唆された。TMP テストが TMT やペグ移動テストと

同等かそれ以上に認知機能を反映しうる理由としては、TMP テストが両者の特徴を併せ持つことが考えられる。すなわち TMP テストでは、測定用シートの数字に注意を向けながらペグを遠位盤から近位盤へ移動させるという二重課題 (dual task) をおこなうだけでなく、さらに次の番号を探すという課題も同時に遂行されているからである。このような TMP テストは注意機能をつかさどる前頭前野 (Moll et al., 2002; Shibuya-Tayoshi et al., 2007; Kubo et al., 2007) と巧緻性動作をつかさどる運動前野 (Harrington et al., 2000) を含む広範な脳領域を動員するテストと考えられるであろう。

#### 4.2. 性・年齢別にみた TMP テストと認知機能との関連性 (検討課題 2)

認知機能は加齢や性の影響を受けると言われる。加齢に関しては、流動性知能は結晶性知能に比べて年齢と伴に顕著に低下することが知られている (Kaufman, 2001; 安藤ら, 2010)。流動性知能とは変化する課題に対応するために、与えられた情報を操作する能力 (推理・問題解決能力) のことであり、結晶性知能とは経験や学習によって蓄積された知識・情報に基づき課題に対処する能力のことである (西川, 2005a)。本研究で評価された認知機能は注意、記憶、視空間認知、言語、思考の 5 要素から成り、流動性知能に近いことから加齢の影響を受けやすいと言える。また、女性は言語能力に、男性は視空間能力に優れると言われており (辰巳, 1992)、性差に関する検討は重要である。そこで、検討課題 2 では対象を 540 名に増やし、TMP テストと認知機能との関連性を性・年齢の観点から詳細に検討した。

全対象者 540 名の TMP テストと認知機能 (5 要素および合計スコア) の間に中程度の有意な相関関係が認められた。この結果は異なる対象を扱った検討課題 1 と同様である。性・年齢別に 4 群に分けて分析したところ、全ての群で低～中程度の有意な相関関係が認められた。したがって、TMP テストは認知機能を評価するパフォーマンステストとして、高齢者の属性に関わらず適用が可能であると言える。なお、認知機能評価 (軽度認知障害や認知症診断) の gold standard と言われる Mini-Mental State Examination (MMSE) (Folstein et al., 1975) に基づけば性・年齢に関わらず認知症のカットオフは 23/24 点であり、軽度認知障害 (mild cognitive impairment: MCI) のカットオフは 26/27 点である。一方、本研究で使用したファイブ・コグ検査では、得られた素点 (スコア) に年齢を加味した上で MCI や認知症を判

定することになっている (矢富, 2003)。本研究では、認知機能評価は性や年齢を加味することが望ましいとの立場の下、ファイブ・コグ検査を妥当基準としてデータ分析をおこなった結果、図 2 に示すような男女別・年齢別の散布図および方程式を作成することができた。しかしながら、MCI や認知症の診断基準 (カットオフ値) の作成については、今後、MCI や認知症高齢者を含む大規模な集団を対象とすることで、男女別・年齢別のさらなる検討が必要である。

認知機能の各要素に着目すると、対象者の属性に関わらず「注意」との相関係数が他に比して 0.1～0.2 程度高値を示す傾向が見られた。TMP テストは注意機能を最も反映しうると考えられる。その理由を TMP テストの基となった TMT とペグ移動テストの特徴から考察する。TMT は注意の持続と選択、視覚-運動の協調性、情報処理の迅速さ、干渉を伴う短期記憶などを要する課題であり、検査・研究フィールドでは主に注意機能や実行機能などの前頭葉機能検査として用いられている。また、ペグ移動テストで評価できる巧緻性も注意機能と関連があるとの報告がある (Ott et al., 1995; Ashendorf et al., 2009)。TMT およびペグ移動テストが注意機能を反映するテストであることから、TMP テストが注意機能と最も強く関連したことは妥当と言えよう。注意機能のみならず他の認知機能要素とも関連した理由については、注意機能の特性から説明できるかもしれない。注意機能はあらゆる精神活動の基盤であり、注意機能が障害されると思考、行為、言語、記憶などに何らかの影響を及ぼすとされている (浜田, 2004)。つまり、注意機能は他の認知機能要素との関連性が密接である。したがって、主に注意機能を評価すると考えられる TMP テストが他の認知機能要素とも有意な関連性を示したことは妥当な結果と言えるだろう。実際、TMT (Chen et al., 2000; Rozzini et al., 2007a; Molinuevo et al., 2011) や巧緻性 (尹ら, 2010; Ashendorf et al., 2009) も注意機能以外の認知機能要素と強く関連することが示唆されている。以上より、TMP テストは高齢者の性や年齢にかかわらず適用が可能であり、認知機能全般を反映しうるテスト法であると言えよう。今後は事象関連電位 (P300) による神経科学的検討、および近赤外分光法 (NIRS) や機能的 MRI (fMRI) など空間解像度に優れ、脳機能の働きや部位ごとの活動も観察できる方法を併せて測定することで、TMP テスト遂行時の脳活動を詳細に検証することが必要と考えられる。

### 4.3. TMP テストの信頼性 (検討課題3)

検討課題3では多人数を対象としたフィールド調査での使用を想定して、数字の配置が異なる3枚の測定用シート(A, B, C)を作成し、シート間の測定タイムの一致性を検討した。分析の結果、シート間の測定タイムに有意差は認められなかったため、3枚のシートの難易度は同程度であったと考えられる。しかし、タイムを詳細に見ると、シートAとシートBのタイムはほぼ同じであるが、シートCが他の2枚に比べて延長する傾向にあった。つまりシートA・Bに比べると、シートCの難度がやや高いことを示すものかもしれない。今後は、数字の配置とシートの難易度との関係性についてさらに詳細に検討する必要がある。

測定回数間でTMPテストタイムに有意差は認められず、ICCは0.78であった。ICCは0.75以上で良好とされていることから(Fleiss, 1981)、TMPテストの試行回数間信頼性は良好であった。しかし、測定回数を重ねるにつれてタイムは速まる傾向がみられたため、練習効果や慣れの効果があった可能性を否定できない。アルツハイマー病による認知症や軽度認知障害の高齢者では練習効果は起きづらいとされている(Helkala et al., 2002; Duff et al., 2008)が、健常高齢者については練習効果が認められやすいという報告もある(Darby et al., 2002; Krenk et al., 2012)。また、再テストまでの間隔が短いほど、練習効果は現れやすいとも言われている(Dikmen et al., 1999)。TMPテスト実施に際しては、統一された事前練習を十分におこなった後に本番テストをおこなうなど、安定した測定値が得られるための工夫が必要である。

### 4.4. 研究の限界

本研究の対象者は運動教室や健康度調査会への参加者であるため、自ら参加しようという意思があり比較的活動的な高齢者が多かった。健康度調査会に関しては住民基本台帳より系統的抽出法により抽出された高齢者に対し参加依頼をおこなっているが、実際に調査に参加したのは依頼総数の約20%である。そのため、一般高齢者の中でも認知機能や身体機能が高い集団となっている可能性(サンプリングバイアスの混入)を否定できない。また、本研究では認知機能を評価する妥当基準としてファイブ・コグ検査を用いたが、認知機能は包括的な概念であるため多くの評価尺度や定義が報告されており、定義上の限界や妥当基準の設定に関する限界を伴う。

## 5. 結語

本研究では、65歳から85歳の地域在住高齢者を対象として、認知機能の新評価テストである“TMPテスト”を提案し、その妥当性と信頼性を検討した。検討により、TMPテストは性や年齢にかかわらず高齢者の認知機能を評価する新たなテスト法になりうる可能性が示唆された。

### 謝辞

本研究にご協力戴きました笠間市の住民の皆様および市職員・スタッフに厚くお礼を申し上げます。なお、本研究は、文部科学省科学研究費補助金挑戦的萌芽研究「体力と認知機能との関連性に着目した認知症予防運動プログラム開発に関する挑戦的研究」(課題番号24650437、研究代表者：大藏倫博)の研究助成を受けて実施しましたことをここに記し、感謝申し上げます。

## 文献

- 安藤富士子, 西田裕紀子, 下方浩史 (2010) 認知機能の加齢変化—国立長寿医療センター研究所・老化に関する長期縦断疫学研究 (NILS-LSA) より. アンチ・エイジング医学 6: 16-22.
- Ashendorf, L., Vanderslice-Barr, JL., McCaffrey, RJ (2009) Motor Tests and Cognition in Healthy Older Adults. *Applied Neuropsychology* 16: 171-176.
- Ball, K., Berch, DB., Helmers, KF., Jobe, JB., Leveck, MD., Marsiske, M., Morris, JN., Rebok, GW., Smith, DM., Tennstedt, SL., Unverzagt, FW., Willis, SL (2002) Effects of cognitive training interventions with older adults a randomized controlled trial. *The Journal of the American Medical Association* 288: 2271-2281.
- Chapman, RM., Mapstone, M., McCrary, JW., Gardner, MN., Porsteinsson, A., Sandoval, TC., Guillily, MD., DeGrush, E., Reilly, LA (2011) Predicting conversion from mild cognitive impairment to Alzheimer's disease using neuropsychological tests and multivariate methods. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 33: 187-199.
- Chen, P., Ratcliff, G., Belle, SH., Cauley, JA., DeKosky, ST., Gaguli, M (2000) Cognitive tests that best discriminate between presymptomatic AD and

- those who remain nondemented. *Neurology* 55: 1847-1853.
- Darby, D., Maruff, P., Collie, A., McStephen, M (2002) Mild cognitive impairment can be detected by multiple assessments in a single day. *Neurology* 59: 1042-1046.
- Dikmen, SS., Heaton, RK., Grant, I., Temkin, NR (1999) Test-retest reliability and practice effects of Expanded Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery. *Journal of the International Neuropsychological Society* 5: 346-356.
- Duff, K., Beglinger, LJ., Van Der Heiden, S., Moser, DJ., Arndt, S., Schultz, SK., Paulsen, JS (2008) Short-term practice effects in amnesic mild cognitive impairment: implications for diagnosis and treatment. *International Psychogeriatrics* 20: 986-999.
- Eriksson, PS., Perfilieva, E., Bjork-Eriksson, T., Alborn, AM., Nordborg, C., Peterson, DA., Gage, FH (1998) Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nature Medicine* 4: 1313-1317.
- Fleiss, JL (1981) The case of two raters. *Statistical Method for Rates and Proportions* (pp. 212-225), Second edition, John Wiley & Sons, New York.
- Folstein, MF., Folstein, SE (1975) "Mini-Mental State" ; a practical method for grading the cognitive state for clinician. *Journal of Psychiatric Research* 12: 189-198.
- 浜田博文 (2004) 注意障害の評価. 田川皓一 (編), 神経心理学評価ハンドブック (pp. 99-110), 西村書店, 東京.
- Helkala, EL., Kivipelto, M., Hallikainen, M., Alhainen, K., Heinonen, H., Tuomilehto, J., Soininen, H., Nissinen, A (2002) Usefulness of repeated presentation of Mini-Mental State Examination as a diagnostic procedure-a population-based study. *Acta neurologica Scandinavica* 106: 341-346.
- 石田暉 (2004) 巧緻性訓練. 千野直一 (編), 現代リハビリテーション医学 (pp. 227-229), 第2版, 医歯薬出版, 東京.
- 加藤元一郎 (2009) 全般性注意とその障害について. 加藤元一郎, 鹿島晴雄 (編), 注意障害 (pp. 2-11), 中山書店, 東京.
- Katzman, R (1993) Education and the prevalence of dementia and Alzheimer's disease. *Neurology* 43: 13-20.
- Kaufman, AS (2001) WAIS-III IQ' s, Horn's theory, and generational changes from young adulthood to old age. *Intelligence* 29: 131-167.
- Krenk, L., Rasmussen, LS., Siersma, VD., Kehlet, H (2012) Short-term practice effects and variability in cognitive testing in a healthy elderly population. *Experimental Gerontology* 47: 432-436.
- Kubo, M., Shoshi, C., Kitawaki, T., Takemoto, R., Kinugasa, K., Yoshida, H., Honda, C., Okamoto, M (2007) Increase in Prefrontal cortex blood flow during the computer version Trail Making Test. *Neuropsychobiology* 58: 200-210.
- Molinuevo, JL., Gomez-Anson, B., Monte, GC., Bosch, B., Sanchez-Valle, R., Rami, L (2011) Neuropsychological profile of prodromal Alzheimer's disease (Prd-AD) and their radiological correlates. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 52: 190-196.
- Moll, J., Oliveira-Souza, R., Moll, FT., Bramati, IE., Andreiuolo, PA (2002) The cerebral correlates of set-shifting: an fMRI study of the trail making test. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria* 60: 900-905.
- 西川隆 (2005) 知能. 武田雅俊 (編), 現代老年精神医療 (pp. 19-22), 永井書店, 大阪.
- Ott, BR., Ellias, SA., Lannon, MC (1995) Quantitative assessment of movement in Alzheimer's disease. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology* 8: 71-75.
- Petersen, RC., Roberts, RO., Knopman, DS., Geda, YE., Cha, RH., Pankratz, VS., Boeve, BF., Tangalos, EG., Ivnik, RJ., Rocca, WA (2010) Prevalence of mild cognitive impairment is higher in men. *The Mayo Clinic Study of Aging. Neurology* 75: 889-897.
- Ragonese, P., Aridon, P., D' Amelio, M., Aiello, F., Antonietta Mazzola, M., Realmuto, S., Salemi, G., Savettieri, GA (2011) Population-based survey of cognitive performance in a Sicilian elderly community. *Neuroepidemiology* 36: 169-176.
- Reitan, RM (1958) Validity of the trail making test as an indication of organic brain damage. *Perceptual and Motor Skills* 8: 271-276.
- Rozzini, L., Chilovi, BV., Conti, M., Bertolotti, E., Delrio, I., Trabucchi, M., Padovani, A (2007) Conversion of amnesic Mild Cognitive Impairment to Dementia