

健常者における手指巧緻動作と認知機能の関連

ツボイ アキオ モシマ マサヒコ コウノ ユタカ ナカムラ ヨウイチ
 坪井 章雄*1 門間 正彦*2 河野 豊*3 中村 洋一*4
 アライ ミツオ ハヤシ タカシ オオスキ マナブ
 新井 光男*5 林 隆司*5 大貫 学*6

目的 認知機能に関する研究では、健常者と認知症患者の認知レベルの違いに関する検討は行われているが、健常者の認知機能やそれと関連する動作能力について、年齢別の詳細な報告はない。本研究は、健常者の手指巧緻動作と認知機能の関連について年齢別に比較検討した。

方法 自宅で暮らす上で介助を要さない自立者で上肢運動機能障害のない者を対象とした。手指巧緻動作の指標としてIPU巧緻動作検査（Ibaraki Prefectural University Finger Dexterity Test：IPUT）を、知的能力の指標として改訂長谷川式簡易知能評価スケール（HDS-R）を用いた。3～94歳の健常者2,247名（男性983名、女性1,264名）にはIPUTを測定し、その内18～94歳718名（男性272名、女性446名）にはHDS-Rも合わせて測定した。

結果 測定の結果、認知機能の指標としたHDS-Rは20歳代から50歳代まではほぼ変化がないが、その後加齢と共に徐々に低下することが示された。また、巧緻動作の指標となるIPUTでも同様に5歳より手指巧緻動作機能が向上した後は、ほぼ20歳代から50歳代までほぼ一定になり、その後加齢により低下する傾向が示された。一方、健常者に対するIPUT各サブテストの結果は、すべてで年齢群間に有意差がみられ、年齢とIPUT各サブテストはすべて有意な相関（0.445～0.583）を示した。また、年齢群ごとにIPUTとHDS-Rの相関を調べたところ、64歳以下の群に比べ65歳以上の高齢者群で有意な負の相関関係が多く示された。全年齢でみても、IPUT各サブテストとHDS-Rの相関はすべてで有意であった（-0.390～-0.488）。

結論 健常者でも高齢になると手指巧緻動作の低下と認知機能の低下に大きな相関を示すようになっていた。このことから、今後、動作性認知症スクリーニング検査として応用できる可能性が示された。

キーワード 健常者、認知機能、ペグボード、手指巧緻動作、加齢

I はじめに

認知機能は身体機能と同様に加齢に伴い低下し、日常生活に支障がおこるほど認知機能が低下すると認知症となる。現状では、認知症発症後の治療が困難であるとともに、認知症患者と生活する家族には多大な介護負担が生ずる。そ

のため健康なうちから日常生活の中で予防に努めることが必要である。これまでに米国、カナダ、イタリア、日本の疫学的研究において、習慣的な身体運動が認知症の発症リスクを低下させることが報告¹⁾⁷⁾されており、運動が認知機能低下予防に有用であることが示されてきた。また、様々の作業活動実施者と非実施者の認知

*1 茨城県立医療大学保健医療学部作業療法学科准教授（作業療法士）

*2 同放射線技術学科准教授（臨床放射線技師） *3 同医科学センター准教授（医師）

*4 同人間科学センター教授 *5 つくば国際大学医療保健学部理学療法学科教授（理学療法士）

*6 埼玉医科大学総合医療センター講師（医師）

機能に関する比較から、楽器演奏²⁾⁸⁾、手工芸⁹⁾などの活動を行う人の認知機能がよいことや、調理¹⁰⁾を行うと前頭葉前野の活動が活発化し機能が向上することが報告されている。

作業活動で用いられる手指巧緻動作能力は加齢に伴い低下することが知られており⁹⁾⁻²⁰⁾、手指巧緻動作能力は認知機能と密接な関係があることが報告²¹⁾⁻²⁹⁾されてきたが年齢面からの詳細な検討はみられない。認知機能と手指巧緻動作能力が加齢によってどのように変化するかを明確にすることは、手指巧緻動作を用いて認知機能を予防したり手指巧緻動作を用いた認知機能検査を開発したりする可能性を示すものと考えられる。本研究では、手指巧緻動作能力と認知機能の関連について、健常者を対象にして年齢群別に比較検討した。

Ⅱ 方 法

対象は、自宅で暮らす上で介助を要さない自立者で上肢運動機能障害のない者とした。手指巧緻動作能力の指標として、信頼性・妥当性が検討され健常者の基準値を基に標準化されたIPU巧緻動作検査(Ibaraki Prefectural University Finger Dexterity Test: 以下、IPUT (商品名))³⁰⁾⁻³²⁾を、知的能力の指標として改訂長谷川式簡易知能評価スケール(HDS-R)³³⁾を用い測定した。

IPUTは、茨城県立医療大学で開発され、酒

井医療(株)より2010年より販売されている手指巧緻動作検査である。IPUTは、手指の巧緻動作と多くの日常生活動作(Activities of Daily Living: 以下、ADL)との関連をみるために開発され、操作する物の大きさに対応させた「大・中・小」の3種類9本のペグを用いて、物の把握と視覚との協調性要素の高い「移し動作」と物の操作性との関連が高い「返し動作」の2種類を組み合わせた6つのサブテストで実施される。6つのサブテストそれぞれの実施時間は最大60秒間で、その間に9本のペグが実施できない場合は60秒間で実施できた本数により評価が可能である。これらを左右の手で行った合計12回の結果を用いた。結果の表では、(右・左、移・返、大・中・小)のいずれかの組み合わせのサブテストを示すために、「左移大」「右返小」などと略表記した。判定は、同年齢健常者(982名)の基準値を100%としたときの手指巧緻動作能力が%で表示される。

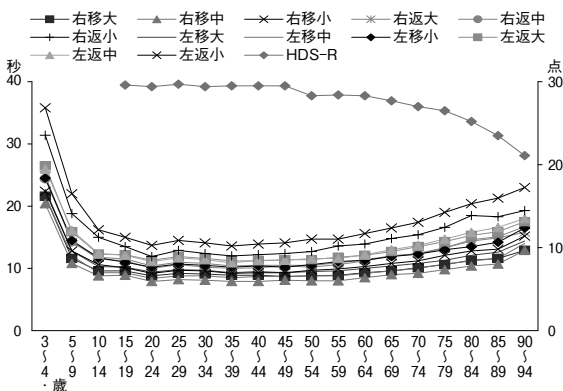
加齢と手指巧緻動作能力・認知機能の関連をみるために、15歳から94歳までの健常者について5歳ごとの年齢群別に比較を行った。各年齢群間のHDS-RとIPUTの平均値の比較には、Kruskal-Wallis検定を用いた。年齢と手指巧緻動作能力(IPUT)の相関にはPearsonの積率相関係数を用いた。また、年齢と認知機能(HDS-R)の相関およびIPUTとHDS-Rの相関には、Spearman順位相関係数を用いた。すべての検定の有意水準は0.05とし、統計ソフトはIBM SPSS for Windows, Version J19を用いた。

本研究は、茨城県立医療大学倫理委員会の承認を受け(No,348)、平成19年、平成20~22年、平成23~25年茨城県立医療大学プロジェクト研究助成により実施した。

Ⅲ 結 果

対象者の属性および基本的な結果を表1に示した。3~94歳の全対象者2,247名(男性983名、女性1,264名)にはIPUTを測定し、その内18~94歳718名(男性272名、

図1 HDS-R, IPUTの年齢群別平均値



注 IPUT (秒), n=2,247名, HDS-R (点), n=718名

表1 対象者の属性とHDS-R

	IPUT (人)			HDS-R (人)			HDS-R (点)	平均年齢 (歳)				
	合計	男	女	合計	男	女			右移大	右移中	右移小	右返大
3~4歳	55	29	26	-	-	-		3.5±0.5	21.6±8.0	20.4±7.7	22.4±7.1	24.9±7.2
5~9	112	50	62	-	-	-		7.0±1.4	11.6±2.9	10.8±2.7	12.8±3.3	14.2±3.2
10~14	121	57	64	-	-	-		11.9±1.5	9.6±1.2	8.8±1.4	10.6±1.7	11.8±1.5
15~19	68	26	42	14	2	12	29.6±0.6	17.7±1.8	9.6±1.2	8.9±1.2	10.1±1.6	11.5±1.7
20~24	162	46	116	18	3	15	29.4±0.9	21.6±1.5	8.8±1.3	7.9±1.2	9.2±1.4	10.4±1.5
25~29	141	74	67	29	15	14	29.7±0.5	26.8±1.4	9.2±1.3	8.2±1.3	9.7±1.4	11.0±1.6
30~34	96	44	52	21	12	9	29.4±0.7	32.1±1.3	9.1±1.4	8.1±1.1	9.6±1.6	10.8±1.7
35~39	101	56	45	18	12	6	29.5±0.8	36.7±1.3	8.9±1.3	7.9±1.1	9.2±1.2	10.4±1.3
40~44	183	92	91	45	22	23	29.5±0.6	42.1±1.5	8.9±1.3	7.9±1.1	9.3±1.3	10.5±1.4
45~49	100	51	49	25	14	11	29.5±0.6	47.0±1.4	8.7±1.1	8.1±1.0	9.3±1.3	10.5±1.4
50~54	94	47	47	21	10	11	28.3±1.5	52.2±1.2	8.8±1.2	8.0±1.1	9.7±1.6	10.5±1.5
55~59	81	34	47	21	6	15	28.4±1.7	56.9±1.4	8.9±1.1	8.0±0.9	9.9±1.6	10.9±1.6
60~64	104	43	61	38	14	24	28.3±1.8	62.2±1.4	9.3±1.2	8.5±1.1	10.3±1.5	11.4±1.8
65~69	156	67	89	83	28	55	27.7±2.2	67.0±1.4	9.6±1.1	9.0±1.2	10.8±1.8	12.0±1.7
70~74	195	68	127	103	31	72	27.0±3.1	72.2±1.4	10.1±1.6	9.2±1.3	11.2±2.1	12.4±1.8
75~79	226	106	120	129	50	79	26.5±3.1	77.0±1.5	10.6±1.6	9.8±1.5	12.1±2.4	13.3±2.3
80~84	177	71	106	107	41	66	25.2±3.2	81.5±1.3	11.3±1.8	10.4±1.7	12.8±2.3	14.4±2.5
85~89	61	20	41	35	11	24	23.5±4.2	86.6±1.3	11.6±1.9	10.7±1.8	13.1±3.3	14.9±2.9
90~94	14	2	12	11	1	10	21.1±2.8	91.7±1.4	12.9±1.9	12.9±1.9	15.2±2.5	15.8±1.8
年齢群間の比較 (K-W検定)							***		***	***	***	***
年齢 相関係数 (50~94歳)							-0.644**		0.509**	0.512**	0.545**	0.570**

注 1) 数値は平均値±標準偏差。HDS-R：改訂版長谷川式簡易知能評価スケール。
 2) IPUTの12のサブテストとの年齢群間の比較はKruskal-Wallis検定：***：p<0.001
 3) 年齢 (50~94歳) とHDS-Rとの相関はPearsonの相関係数。年齢 (50~94歳) とIPUTの相関はSpearmanの順位相関係数。**：p<0.01

表2 HDS-RとIPUTサブテスト

	人数	右移大	右移中	右移小	右返大	右返中	右返小	左移大	左移中
全年齢	718	-0.390**	-0.457**	-0.443**	-0.463**	-0.475**	-0.454**	-0.414**	-0.422**
15~19歳	14	0.179	0.222	-0.452	-0.176	-0.003	0.055	0.128	-0.162
20~24	18	0.284	0.100	-0.016	0.391*	0.196	0.293	0.099	0.008
25~29	29	-0.009	-0.072	-0.028	-0.168	-0.116	0.011	0.078	0.033
30~34	21	0.030	-0.019	0.322*	0.052	-0.020	0.076	-0.015	-0.173
35~39	18	-0.040	-0.169	-0.334	-0.157	-0.227	-0.152	-0.116	-0.079
40~44	45	0.190	0.052	-0.098	-0.077	-0.224	-0.244	0.082	0.172
45~49	25	-0.148	-0.219	-0.158	-0.203	-0.202	0.006	-0.329*	-0.202
50~54	21	-0.229	-0.286	-0.370*	-0.168	-0.258	-0.119	-0.139	-0.344*
55~59	21	-0.250	0.071	-0.353*	-0.299	-0.217	-0.519**	-0.273	-0.040
60~64	38	-0.155	-0.166	0.020	-0.017	-0.166	-0.128	0.051	0.068
65~69	83	0.011	-0.143	-0.063	-0.077	-0.159*	-0.067	-0.159*	-0.143
70~74	103	-0.268**	-0.305**	-0.240**	-0.236**	-0.177*	-0.161*	-0.165*	-0.165*
75~79	129	-0.147*	-0.209**	-0.140*	-0.229**	-0.151*	-0.237**	-0.111	-0.062
80~84	107	-0.209**	-0.138*	-0.183*	-0.203**	-0.155*	-0.151*	-0.266**	-0.160*
85~89	35	-0.368**	-0.323**	-0.466**	-0.377**	-0.312**	-0.467**	-0.425**	-0.367**
90~94	11	-0.419**	-0.407**	-0.320**	-0.320**	-0.649**	-0.070	-0.028	-0.112

注 全年齢・各年齢群とIPUTサブテスト間の相関はSpearmanの順位相関係数 (両側)：*：p<0.05, **：p<0.01

女性446名)にはHDS-Rも測定した。HDS-RおよびIPUTの年齢群平均値をグラフ化したものが図1である。認知機能の指標としたHDS-Rは20歳代から50歳代まではほぼ変化がなく、その後加齢と共に徐々に低下することが示された。また、手指巧緻動作能力の指標となるIPUTのサブテストでも同様に、5歳より手指巧緻動作能力が向上し、20歳代から50歳代まではほぼ一定になり、その後加齢により低下する (図では秒

数が増加する) 曲線が示された。一方、左右の手で行った12のIPUTサブテストすべてについて年齢群間で有意差がみられ (Kruskal-Wallis検定)、年齢とIPUT各サブテストの相関係数は (0.445~0.583) ですべて有意であった (表1)。15~94歳までの5歳階級年齢群別にみた、それぞれの群内のIPUTとHDS-Rの相関は、64歳以下の群に比べ65歳以上の高齢者群で有意な負の相関関係が多く示され、全年齢ではIPUT

およびIPUTの平均値

IPUT (秒)							
右返中	右返小	左移大	左移中	左移小	左返大	左返中	左返小
24.4±6.9	31.4±8.0	22.7±8.6	21.7±8.2	24.5±8.7	26.5±7.2	26.0±7.1	35.8±10.0
14.3±3.7	18.8±4.2	12.8±2.8	12.0±3.0	14.5±3.7	15.9±3.8	16.1±4.1	22.0± 5.7
11.5±1.7	15.0±2.7	10.3±1.2	9.3±1.3	11.7±2.0	12.3±1.5	12.4±1.8	16.2± 3.0
11.2±1.7	13.5±2.4	10.2±1.1	9.3±1.1	11.0±1.7	12.2±1.6	12.1±1.7	15.0± 2.8
10.0±1.5	11.9±1.9	9.4±1.3	8.4±1.2	10.2±1.6	11.3±1.8	11.1±1.9	13.7± 2.6
10.6±1.8	12.9±2.1	9.8±1.3	8.8±1.3	10.7±1.8	11.9±1.8	11.7±2.0	14.5± 2.7
10.2±1.6	12.4±2.4	9.7±1.2	8.8±1.0	10.5±1.5	11.6±1.6	11.4±1.5	14.1± 2.4
10.0±1.3	12.0±1.8	9.3±1.3	8.5±1.1	10.2±1.4	11.2±1.5	10.9±1.7	13.6± 2.5
10.1±1.5	12.2±1.9	9.5±1.2	8.7±1.1	10.4±1.3	11.2±1.7	11.3±2.0	13.9± 2.6
10.4±1.9	12.4±2.1	9.3±1.2	8.7±1.1	10.2±1.5	11.4±1.5	11.3±1.8	14.1± 2.0
10.2±1.6	12.7±2.0	9.5±1.6	8.8±1.3	10.6±1.6	11.4±2.0	11.6±2.2	14.7± 3.2
10.6±1.2	13.6±2.2	9.6±1.1	8.8±1.1	11.1±1.8	11.8±1.8	11.6±1.5	14.7± 2.3
11.2±1.7	13.9±2.7	10.0±1.2	9.2±1.1	11.3±1.7	12.1±1.7	12.2±1.8	15.6± 2.7
12.0±1.8	14.8±2.9	10.4±1.4	9.6±1.3	11.9±2.1	12.7±1.8	13.0±2.4	16.5± 3.2
12.3±2.3	15.4±3.0	10.8±1.5	10.0±1.3	12.3±2.1	13.5±2.0	13.7±2.4	17.4± 3.7
13.3±2.3	16.6±3.7	11.3±1.6	10.7±1.6	13.0±2.2	14.3±2.3	14.7±2.7	19.0± 4.2
14.6±3.0	18.5±4.1	12.1±2.1	11.2±2.0	13.5±2.8	15.3±2.5	15.8±3.1	20.4± 4.7
15.1±2.6	18.3±4.0	12.6±2.0	11.6±1.8	14.2±2.6	15.9±2.6	16.6±2.8	21.3± 5.3
16.7±1.7	19.3±3.2	14.4±2.1	14.0±1.7	16.5±2.5	17.5±2.7	18.0±2.9	23.0± 3.9
*** 0.573**	*** 0.583**	*** 0.524**	*** 0.507**	*** 0.445**	*** 0.560**	*** 0.517**	*** 0.539**

間の相関 (年齢群別)

左移小	左返大	左返中	左返小
-0.399*	-0.488**	-0.488**	-0.472**
-0.336	-0.034	-0.205	-0.228
0.128	0.192	0.102	-0.090
-0.125	-0.070	-0.046	0.060
-0.025	0.009	-0.206	-0.053
-0.195	-0.333	-0.260	-0.134
0.125	-0.152	-0.149	-0.099
-0.122	-0.053	0.149	0.279
-0.248	-0.281	-0.421**	-0.311
-0.341**	-0.243	-0.070	-0.299
-0.017	0.160	-0.085	-0.004
-0.124	-0.305**	-0.239**	-0.217**
-0.117	-0.290**	-0.165*	-0.194**
-0.093	-0.113	-0.130*	-0.114
-0.083	-0.271**	-0.264**	-0.169*
-0.462**	-0.667**	-0.569**	-0.586**
-0.336*	-0.486**	-0.407**	-0.495**

各サブテストとHDS-Rの相関係数はすべて負の値を示し(-0.390~-0.488), すべて有意であった(表2)。

IV 考 察

(1) 加齢と手指巧緻動作能力

健常者の手指巧緻動作能力の指標としたIPUTの6つのサブテストは、左右いずれの手

でも同様に、3歳より向上し、ほぼ20~50歳までピークになり、その後加齢により低下する曲線を描いた。年齢と手指巧緻動作能力の関係をみるために50~90歳代のIPUTの12のサブテストと年齢との相関係数をみると、0.445~0.583の相関を示した。

乳幼児を対象とした発達検査(標準値を有する定量的評価法)では、手指巧緻動作能力が年齢と共に発達することが示されている¹¹⁾⁻¹³⁾。橋爪ら¹⁴⁾は、3~12歳の465名の児童を対象として上肢運動機能評価システムを用いて、幼・小児期の視標追跡等速描円運動能力の発達を定量的に検討し、筆圧安定性が7~8歳までに発達することを示した。今回IPUTを用いた調査では、10~14歳まで手指巧緻動作能力が発達していた。橋爪らが行った描円運動の模倣などの簡単な上肢機能は割合早い年齢で成熟し、IPUTで行うようなバグを用いた手指巧緻動作能力などの細かな動作では、10~14歳と中学生ぐらいまで発達していくことが考えられる。

一方、高齢者では、加齢により手指巧緻動作能力が低下することが知られている。高齢者に

におけるPurdue Pegboardを用いた手指巧緻動作能力と加齢との関係に関して、江藤ら¹⁵⁾は健常者90名(平均年齢56.9歳)を対象とし、八田ら¹⁶⁾は、健常高齢者401名(平均年齢71歳)を対象とした研究を行い、そのすべてで加齢に伴う手指巧緻動作能力の低下が報告されている。同様に、Manual Function Test (MFT)を用いた道又ら¹¹⁾も、20~90歳までの333人の健常者を対象として、手指巧緻動作能力が加齢によって機能低下することを示している。また、上肢機能検査や手指巧緻動作検査として、年齢に応じた標準値を有する定量的評価法として、金子らの開発した、Simple Test for Evaluating Hand Function¹⁸⁾¹⁹⁾やTiffinらが開発したThe Purdue pegboard Test²⁰⁾があり、これらの標準値でも15歳前後までに上肢機能や手指巧緻動作能力が向上し、60歳頃より低下することが示されている。本研究はこれらと同様の結果を示しており、手指巧緻動作能力は、成長や老化に伴う変化として、幼児より成長に伴い発達した後ほぼ15~24歳から50歳までピークになり、その後加齢により低下することが示唆された。

(2) 加齢と認知機能

加齢と認知機能についてみると、認知機能の指標としたHDS-Rと年齢との相関は本研究において-0.644と高い負の相関を示し、20歳代から50歳代まではほぼ変化がないが、60歳以降加齢と共に徐々に低下することが示された。太田ら³⁴⁾は、10~87歳の健康者142名のSER, P300, CNVを用いて年齢と大脳機能や精神機能との関連を検討し、刺激に対する大脳の反応性は60歳代から著しく低下することを、また認知・情報処理能力は15~39歳までは加齢変化はなく40歳代から低下を示し始めその両機能の間には密接な関連があることを示した。また、八田³⁵⁾は19~91歳の成人716名に実施した前頭葉関連の認知機能診断検査において、60歳頃を境にして成績低下が顕著であることを示している。認知機能については、HDS-Rを用いた本研究結果と同様であり、成人以降ほぼ変化がないが60歳頃から低下することが示唆される。

(3) 認知機能と手指巧緻動作能力

認知機能と手指巧緻動作能力の関係についても多くの研究がなされている。健常高齢者を対象とした研究として小倉ら²¹⁾は、60~89歳の男女153名に対してペグボードを用いた巧緻動作と浜松式高次脳スケールの「かなひろいテスト」を実施し、ペグボードを用いた手指巧緻動作の速さと浜松式高次脳スケールの「かなひろいテスト」による注意の持続性や正確性との相関を報告している。また、江藤ら²²⁾は高次脳機能障害者を対象とした研究で、手指巧緻動作能力と高次脳機能・自発想起課題との有意な相関性を報告している。認知機能に関係する手指巧緻動作能力の内容について尹ら³⁶⁾はファイブ・コグ検査と4つの上肢機能検査(手動作検査、豆運び、ペグ移し動作、握力)について検討を行い、「ペグ移し動作」が最も強い関連性を示すことを報告している。山田ら³⁷⁾は、fNIRSを用いて、手指動作による物体の弁別課題を行った場合と、弁別課題を行わずに物体を握った場合の脳血流量の比較を行い、弁別課題時に左前連合野背側部および左運動前野の血流量が増加したことを示した。同じ運動の手指動作であっても決められた課題を行う際に前頭前野機能の血流が増加することは、弁別課題において判断や注意・集中力などの前頭前野機能の活動が増加したものと考えられる。IPUTで行う「ペグ移し動作」や「ペグ返し動作」では手指の運動やタイミングなどを高度に調整するとともに効率よく行うための計画性などが瞬時に求められる。IPUTでは、判断や注意・集中力、運動コントロールなどの中枢である前頭前野機能の活動性が必要とされるために、認知機能との関係が高くなったと考えられる。健常者年齢群ごとのIPUTとHDS-Rの相関が、65歳以上でより強くなっていたことから、認知症発症のリスクの高い高齢者において、認知機能と手指巧緻動作能力に密接な関係があることが示される。このことは、手指巧緻動作を用いた動作性認知症スクーリング検査の開発にあたって一つの根拠を与えるものと考えられる。今後、動作性認知症スクーリング検査の開発を行う上で認知症者に

対しても同様の検査を実施し、認知機能と手指巧緻動作の関係や健常者と認知症者の年齢別の手指巧緻動作の差など多角的検討を加える必要があろう。

文 献

- 1) Laurin D, Verreault R, Lindsay J, et al. Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly person. *Arch Neurol* 2001; 58 (3) : 498-504.
- 2) Verghese J, Lipton RB, Katz MJ, et al. Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. *N Engl J Med* 2003; 348 : 2508-16.
- 3) Lytle ME, Vander Bilt J, Pandav RS, et al. Exercise level and cognitive decline. *The Movies project. Alzheimer Dis Assoc Disord* 2004; 18 (2) : 57-64.
- 4) Rovio S, Kareholt I, Helkato E, et al. Leisure-time physical activity at midlife and the risk of dementia and Alzheimer's disease. *Lancet Neurol* 2005; 4 : 705-11.
- 5) 八田武志, 永原直子, 伊藤恵美, 他. 中高年の運動習慣と認知機能の関連について. *人間環境学研究* 2006; 4 (1) : 17-22.
- 6) Ravaglia G, Forti P, Lucicesare A, et al. Physical activity and dementia risk in the elderly. *Neurology* 2008; 70 : 1786-94.
- 7) Richards M, Hardy R, Wadsworth EJ. Dose active leisure protect cognition Evidence from a national birth cohort. *Social Science and Medicine* 2003; 56 : 785-92.
- 8) 伊藤恵美, 八田武志, 伊藤保弘, 他. レジャー活動への参加は認知機能に影響をあたえるか. *人間環境学研究* 2004; 1 (2) : 15-20.
- 9) 山下満智子, 川島隆太, 岩田一樹, 也. 調理による脳の活性化 (第1報) - 近赤外線計測装置による調理中の脳の活性化計測実験 -. *日本食生活学会誌* 2006; 17 (2) : 39-43.
- 10) 山下満智子, 川島隆太, 三原幸枝, 他. 調理による脳の活性化 (第2報) - 調理習慣導入による前頭前野機能向上の実証実験 -. *日本食生活学会誌* 2007; 18 (2) : 134-9.
- 11) 津守真, 磯部景子. 乳幼児精神発達診断法 - 3才 ~ 7才まで -. *大日本図書*, 東京, 1965 : 18-26.
- 12) 田中昌人, 田中杉恵. 子供の発達と診断 (幼児期 I). *大月書店*, 東京, 1981 : 45-63.
- 13) Anne Henderson, Charlane Pehoski, 園田徹・岩城哲 監訳. 子どもの手の機能と発達 原著第2版 治療的介入の基礎. *医歯薬出版*, 東京, 2010 : 139-57.
- 14) 橋爪一治, 伊賀崎伴彦, 村山伸樹, 他. 幼・小児期における上肢運動機能の定量化 : 視標追跡等速描円運動能力の発達に関して. *電子情報通信学会技術研究報告 (MEとバイオサイバネティクス)* 2007; 106 : 21-4.
- 15) 江藤文夫, 原沢道美, 平井俊策. 手指巧緻動作における加齢の影響. *日本老年医学会雑誌* 1983; 20 : 405-9.
- 16) 八田美鳥, 大友英一, 吉田尚志, 他. 高齢者における握力・ピンチ力と手指巧緻性の検討 年齢, 性ならびに体格因子とその関連について. *総合リハビリテーション* 1993; 21 : 489-92.
- 17) Michimata A, Kondo T, Suzukamo Y, et al. The manual function test. norms for 20-to 90-year-olds and effects of age, gender, and hand dominance on dexterity. *The Tohoku journal of experimental medicine* 2008; 214 : 257-67.
- 18) 金子翼. 上肢機能開発と標準化に関する研究. *神戸大学医療技術短期大学部紀要* 1985; 1 : 37-42.
- 19) 金子翼, 平尾一幸, 栗山洋子, 他. 簡易上肢機能検査にみられる動作速度の加齢による影響 - 年齢階級別得点の追加と改訂 -. *作業療法* 1986; 5, 114-5.
- 20) Tiffin J, Asher EJ. The Purdue pegboard : norms and studies of reliability and validity. *The Journal of applied psychology* 1948; 32 : 234-47.
- 21) 小倉珠栄子, 木下律子, 小倉範子, 他. 手指機能とその関連についての一考察 (第一報). *作業療法* 1990; 9 : 231.
- 22) 江藤文夫, 渡辺美穂子, 安藤久恵, 他. 中枢性神経疾患のリハビリテーション機器の臨床応用に関する研究 高次脳機能障害の回復とADL 高次脳機能評価と手指機能. *厚生労働省精神・神経疾患研究委託費による14年度研究報告集* 2003; 140-1.

- 23) Mueller G, Weisbrod S, Kingberg F. Finger tapping frequency and accuracy are decreased in early stage primary degenerative dementia. *Dementia* 1991; 169-72.
- 24) Ott BR, Ellias SA, Lannon MC. Quantitative assessment of movement in Alzheimer's disease. *J Geriatr Psychiatry Neurol* 1995; 8: 71-5.
- 25) 山田大豪, 山田京子, 山口三千夫. 健常高齢者とアルツハイマー型老年痴呆者の簡易上肢機能検査における下位項目の検討. *保健の科学* 2003; 45 (12): 921-7.
- 26) 坂本美香, 菊池恵美子, 繁田雅弘. アルツハイマー型痴呆女性高齢者の利き手の優位性に関する研究 作業量の検討を通して. *作業療法* 2005; 24 (3), 245-52.
- 27) 坂本美香, 菊池恵美子, 繁田雅弘. アルツハイマー病の重症度と手指機能に関する研究 簡易上肢機能検査による下位項目の検討を通して. *日本老年医学会雑誌* 2006; 43 (5), 616-21.
- 28) 坂本美香, 菊池恵美子, 繁田雅弘. アルツハイマー病の重症度と手指巧緻動作との関連性 動作の速さからみた利き手の優位性の変化. *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine* 2007; 44 (7), 391-7.
- 29) 高見美貴, 千田富義. 軽度から中等度のアルツハイマー型認知症における上肢運動機能障害の特徴 認知症重症度, 課題難易度との関連性. *総合リハビリテーション* 2010; 38 (3), 263-9.
- 30) 坪井章雄, 村木敏明, 岩崎信明, 他. IPU巧緻動作検査の信頼性の検討. *作業療法* 2009; 28: 80-90.
- 31) 坪井章雄, 岩崎信明. IPU巧緻動作検査における妥当性の検討 - Simple Test for Evaluating Hand Function, O'Connor Finger Dexterity Test, Purdue Peg board Testとの比較において -. *OTジャーナル* 2010; 44: 975-83.
- 32) 坪井章雄 (発明者) 茨城県 (出願人): 「手指の巧緻動作能力を検査するシステム, 方法及びプログラム」特許第4431729 2010年1月8日.
- 33) 加藤伸司. 改訂版長谷川式簡易知能スケール (HDS-R) の作成. *老年精神医学会誌* 1991; 2: 1339-47.
- 34) 太田義隆, 藤本修, 花谷隆志. 健康者の脳機能の加齢による変化SERとERP (P300, CNV) との関連. *大阪府立公衆衛生研究所研究報告* 1993; 31: 7-20.
- 35) 八田武志. 住民検診データからみた加齢と認知機能について. *老年期痴呆研究会誌* 2007; 14: 127-30.
- 36) 尹智暎, 大藏倫博, 角田憲治, 他. 高齢者における認知機能と身体機能の関連性の検討. *体力科学* 2010; 59 (3): 313-21.
- 37) 山田実, 森岡周, 杉村修平. 手指運動による弁別課題が脳血流量に及ぼす影響 - fNIRSを用いて -. *理学療法科学* 2008; 23 (2): 261-5.