加齢による視覚単純反応時間の変化*

村地 悌二 中西 孝雄 田坂 仁正**

7才から70才代に至る健康男子221例、女子406例について、視覚単純反応時間を測定した。

光源としては220Vネオンランプを用い、予告後1～2秒後に点灯し、あらかじめ数回練習してから10回測定を行ない、その平均値をもって被検者の反応時間を表すことにした。

- 1) 各年令層とも、平均値および標準偏差は、女が男より増大する傾向を示す。
- 2) 平均値、ならびに標準偏差は、男女とも、15～19才がもっとも少なく、それより若令の者、高令の者はいずれも増大の傾向を示す。
- 3) 高血圧者群で検査した成績は、同年令の前記健康者群と差を示さない。養老施設で生活する老年者では、反応時間の延長を認めた。

視覚単純反応時間—光を認めてから、ある行動をとるまでの時間—については古くから心理学、生理学、体育学、産業医学等の方面で多くの業績が発表されている。かつ反応時間が加齢により影響をうけているため、反応時間の測定が老人機能を知る1つの指標となりうることもすでに成書に記載されている¹⁾。しかし、わが国においては本反応の年令的变化に関する成績は橋本ら²⁾がわずかに触れているのみで、いまだ精細なる報告に接しない。著者らは本邦人の年令的機能変化を考究する一法として、7才から80才に至る各年令層の男女被検者計749例について、視覚単純反応時間を測定し、健康者における年令的变化を追及するとともに、高血圧の有無による測定値の差異およびとくに老年者について環境の影響を検討した。

測定法

原理 図1に示すごとく、検者が点灯すると同時に発

振器からの信号を受けてカウンターが始動し、被検者が光を認めて指で電鍵を押すと、発振器からの信号がゲートにおいて中断され、カウンターが止るようになっている。この機構により点灯してから被検者が電鍵を押すまでの時間を msec の単位で測定することができる。

図1. 測定法の原理

装置(図2) 光源としては220Vネオンランプ(直径2.5cm)を用い、点灯は通信機用電鍵で行なった。ネオンランプが点灯すると同時に、カウンターがR・C発振器からの1000cpsの信号を受けて始動し、msecの単位で時間を表示するが、被検者が通信機用電鍵を押すことによって、カウンターが発振器からの信号を受けなくなる。かくて本装置により、点灯してから被検者が電鍵を押すまでの時間が直読できる。R・Cの発振器はしばしば水晶発振器によってその精度を調整したが、その誤差は1.5%以内であった。

被検対象 一般健康者としては慶応義塾幼稚舎(小学校)、東大附属中学校および高等学校生徒、朝日生命保険会社従業員、東大病院中尾内科医師、杉並区老人クラブ白寿会々員および荒川区老人クラブ会員を被検者とし、下記の範囲の血圧を呈する高血圧者を除いた。すなわち上記対象群のうち、最高血圧160mmHg以上か最低血圧95mmHg以上のもので、臨床的に他の疾患を認めないものを高血圧者群として選び、これを一般健康者群と

* 本研究の一部は、第5回日本老年医学会総会にて発表した。

** T. Murati: 東京大学医学部老年病学教室(主任: 吉川政己教授): 東京都文京区本富士町1番地。

K. Nakanishi: 同上、現在中尾内科学教室。

Y. Tasaka: 東京大学医学部中尾内科学教室(主任: 中尾喜久教授)。

受付: 1964年12月4日。

L ネオンランプ
 K₁ 被検者が押す電鍵
 K₂ 点灯用电鍵
 C カウンター
 O R・C 発振器
 S 電 源

図 2. 測 定 装 置

比較した。生活環境の影響をしらべるためには社会福祉法人浴風園入園者中、一般寮に起居する老年者から無選に択的選んだ対象と、前記一般健康者群とを比較した。以上の全被検者はいずれも明らかな疾患を有せず、健康な日常生活を送っている人々である。

測定の実際 被検者を坐位または腰掛けさせ、その眼前約 30 cm の眼の高さのところにネオンランプをおき、これを注視せしめ、点灯を認めた瞬間、素早く電鍵を押さしめた。周囲の明るさは測定の都合上昼間の普通の室内の明るさのままとした。また測定の時刻は午前 9 時から午後 5 時までとし、季節は春から秋にかけて行ない、寒い時期はさけた。ネオンランプの点灯は被検者に予告してから約 1～2 秒後に不定の間隔をおいて行ない、初め数回練習して測定値がほぼ一定してから本試験を行なった。測定回数は 10 回とし、その平均値をもって反応時間とした。測定中被検者が不注意のため電鍵を押すのが遅れ測定値が延長した場合とか、点灯を確認しないうちに予告に合せて電鍵を押し測定値が極端に短縮した場合には、被検者に以上の事実の有無をたずね、疑わしい場合の測定値は除外した。

測定結果

1) 性別による変化 性別、年令層別による被検者対

象の数およびそれらの平均値、標準偏差は表 1 に示すごとくである。平均値について各年令層別に男女を比較すると、各年令層とも、女は男に比べ反応時間が延長している。5～9 才、10～14 才、50 才代の各年令層群は推計学的に $p < 0.01$ の危険率でその差は有意であり、40 才代では $p < 0.02$ の危険率で、30 才代では $p < 0.05$ の危険率でその差が有意であった。次に標準偏差について男女の値を比較すると 70 才代以外は各年令層とも男は女に比べ標準偏差が小さいが、5～9 才、30 才代の各年令層群は推計学的にも $p < 0.01$ の危険率でその差は有意であった(図 3)。

図 3. 各年令層の平均値ならびに標準偏差

表 1. 被検対象の年令層別平均値と標準偏差

	Healthy men			Healthy women			Healthy old men in the institution			Healthy old women in the institution			Women with hypertension		
	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD
		m sec			m sec			m sec			m sec			m sec	
5 ~ 9	40	295	26	41	337	52									
10 ~ 14	32	210	27	36	240	34									
15 ~ 19	23	202	15	27	210	19									
20 ~ 29	24	205	24	36	217	28									
30 ~ 39	38	206	26	21	224	43									
40 ~ 49	15	225	33	113	251	39							15	243	42
50 ~ 59	28	227	36	88	260	45							18	246	40
60 ~ 69	13	272	57	25	296	73	19	326	79	13	324	68			
70 ~ 79	8	337	101	19	355	83	22	387	117	35	390	129			
計	221			406											

2) 年令層別による変化 平均値について各年令層を比較すると、男女とも 15~19 才の年令層を最低として、それより若令のものおよび高令のものは、いずれも反応時間が延長しているが(表 1, 図 3), 男では 5~9 才, 10~14 才の間, 50 才代, 60 才代の間で $p<0.01$ の危険率で推計学的に有意の差を認め, 30 才代, 40 才代の間でも $p<0.05$ の危険率で有意の差を認めた. また女でも, 5~9 才, 10~14 才の間, 10~14 才, 15~19 才の間, 30 才代, 40 才代の間, 50 才代, 60 才代の間で $p<0.01$ の危険率で有意の差を認め, 60 才代, 70 才代の間でも $p<0.02$ の危険率で平均値の間に有意の差を認めた. 一方標準偏差についても男女とも 15~19 才の年令層群を最低として, それより若令のものおよび高令のものはいずれもその値が増大する傾向を示した. 推計学的にも, 男では 10~14 才, 15~19 才の間, 15~19 才, 20 才代の間, 50 才代, 60 才代の間, 60 才代, 70 才代の間で $p<0.05$ の危険率で有意の差を認め, 女では 5~9 才, 10~14 才の間, 50 才代, 60 才代の間で $p<0.05$ の危険率で有意の差を認めた.

3) 生活環境による影響 一般社会の老人クラブ会員と同年令層の浴風園入園者を比較したが, 表 1 に示すごとく, 平均値については浴風園入園者のほうが, 老人クラブ会員に比べ, 反応時間が延長する傾向を示したが, 表記の例数では, 推計学的に $p<0.05$ の危険率で有意差があるといえるのは, 男 60 才代の年令層群のみであった. また標準偏差についても, 浴風園入園者のほう

が, その値が増大する傾向を示したが, 推計学的には, 女 70 才代の年令層群について $p<0.05$ の危険率で有意の差があるといえるのみであった.

4) 高血圧による影響 同年令層で比較的被検対象数の多かった女 40 才代, 50 才代の年令層群について, 高血圧群と, 一般健康者群とを比較すると, 表 1 に示すごとく平均値についても, 標準偏差についても推計学的に有意の差を認めえなかった.

考 察

視覚単純反応時間を測定する場合, まず問題となるのは測定条件である. Johnson⁴⁾ は光源の明るさが強いほど反応時間が短縮すると報告し, Ferree ら⁵⁾ は光源の大きさを問題としている. また越川⁶⁾ は白熱光より瞬発光のほうが反応時間が 30~40 m sec 短縮するという: 本装置に用いた光源は, 瞬発光に属するネオンランプで, 光源の面積も十分大きい, 明るさがやや不足する傾向を有する. しかし瞬発光で音のしない光源を選んだので, 明るさは多少犠牲にせざるをえなかった. 浅川⁶⁾, Pierson ら⁷⁾ もネオンランプを使用している. 測定条件のうち次に問題となるのは予告から点灯までの時間である. 土橋⁸⁾ は, 予告後 1~2 秒の時間において点灯した場合反応時間が最小となると述べているが, Pierson ら⁷⁾, は予告後 2 秒後に点灯している. 著者は予告後 1~2 秒の不足の間隔で点灯したが, 最小の反応時間を測定しようとする場合には, ほぼ妥当な間隔であろう. 上記の

他に反応時間に影響を及ぼす測定条件としては、被検者の姿勢、電鍵を押す指が右であるか左であるかということ、気温、練習の回数等がある。著者らはほとんど全例を腰をかけさせた状態で行ない、指は被検者の利き手の側を用いさせ、比較的暖かい季節を選び、練習を数回行なわした後に検査した。したがって本研究における測定値は、各個人におけるほぼ最小の反応時間を表わしているといえるであろう。

測定器ならびに測定条件に対する国際的規約がないため、著者らがえた測定値をすでに発表された異なった測定条件による測定値と、直ちに比較することはできないが、著者らの測定法によってえられた反応時間の絶対値ならびにその年令的变化のしかたは、橋本ら²⁾、Hodgkins⁹⁾、Pierson ら⁷⁾ が報告した成績とはほぼ一致している。橋本ら²⁾ の本邦人についての測定では、20才が200 m sec でもっとも短く、年令とともに漸次延長し、40才では210 m sec、50才では230 m sec、65～70才では290 m sec になるというが、その報告からは、測定法、被検対象等を詳かにしえない。著者らは男女別、年令別におのおの平均値および標準偏差を検討した結果、女が男より反応時間が平均して延長しており、またその標準偏差も女のほうが男より増大する傾向を有することを認めた。また年令的には男女とも15～19才の年令層を最小とし、これより若令のものおよび高令のものはいずれもその平均値ならびに標準偏差が増大する傾向を示した。なかんずく反応時間の平均値は男女とも10才ごろから著明に短縮し、15～19才で最小となり、40才および60才から段階的に著明に延長する傾向を示した。Hodgkins⁹⁾ は女について、またPierson ら⁷⁾ は男について同様の傾向を認めている。なお山田¹⁰⁾ は同一児童を年次的に観察した結果7～11才にかけて反応時間が急速に短縮すると述べている。

スポーツ選手の場合、反応時間が短縮することはすでに知られたことであるが¹¹⁾、一般社会で生活する老年者と、養老施設で生活する老年者を比較した場合、いずれも臨床的に疾患の認められないいわゆる健康老年者であるにかかわらず、養老施設で生活する老年者のほうが反応時間が平均して延長し、またその標準偏差が増大の傾向を示していたのは興味深い。

なお高血圧者群と同年令層の非高血圧者群とを比較した場合、平均値ならびに標準偏差とも有意の差を示さなかった。本反応は網膜から視神経を経て大脳皮質視覚領に至り、さらに運動領を経て運動神経を下降するという

経路によって成立するので、以上の経路に影響が及ばないかぎり、単に高血圧の有無によって本測定に差異が認められないことは、むしろ当然と考えられる。

要 約

7才から70才代に至る一般健康者男221例、女406例について視覚単純反応時間を測定し、加齢および性別による変化を検討するとともに、それに対する環境および高血圧の影響を観察した。

1) 性別による変化 各年令層とも平均値ならびに標準偏差は、女が男より増大する傾向を示した。

2) 加齢による変化 平均値ならびに標準偏差は男女とも15～19才がもっとも少なく、それより若令のものおよび高令のものは、いずれも増大の傾向を示した。平均値はとくに10才ごろから減少の傾向が著明となり、15～19才で最低となった後は、40才および60才を境として増大の傾向が顕著となる。

3) 養老施設で生活する老年者は、一般社会で生活する同年令層の一般健康者群に比べ、反応時間の平均値が延長し、標準偏差が増大する傾向を示した。

4) 高血圧者群と、同年令層の一般健康者群との間では、反応時間の平均値、標準偏差とも推計学的に有意の差が認められなかった。

謝 辞

ご校閲いただいた浴風会尼子富士郎博士、東大中尾喜久教授、吉川政己教授に深く謝意を表す。測定器の製作にさいし、種々ご教示いただいた東大生理学教室若林勲名誉教授、東大文学部心理学教室今村護郎博士、東大工学部電子工学科葛西晴雄学士に対し深謝するとともに、検査の実施に当り、多くのご援助とご好意をいただいた浴風会関増爾博士、東大中尾内科三上理一郎博士、朝日生命成人病研究所長谷嶋辰男博士、同本社診療所長後藤重弥博士、慶応義塾幼稚舎2学年担任林佐一、中山理、吉田利博諸先生、白寿会々長浜田保三博士、荒川区老人クラブ連合会田村喜一郎会長に対し厚く謝意を表す。なお検査に快くご協力いただいた被検者諸氏に深謝する。また測定にあたり助手として協力された数藤加津子、飛田静子の両氏に感謝する。

本研究には文部省科学研究費、朝日生命成人病研究所研究助成金の援助を受けた。

文 献

- 1) レオン・ビネ著、萬年徹訳：老年学と老年病学、

- 白水社, 東京, p. 81, 1962.
- 2) 橋本邦衛, 白石信尚ほか: 生体機能の年令変化, (2) 単一反応時値と複雑反応時値, 産業医学, **3**: 184, 1961.
 - 3) Teichner, W.H.: Recent studies of simple reaction time, Psychobiology Bull., **51**: 128, 1954.
 - 4) Johnson, H.M.: The influence of the distribution of brightnesses over the visual field on the time required for discriminative responses to visual stimuli, Psychobiol., **1**: 459, 1918 (文献 3 より引用).
 - 5) Ferree, C.E. & Rand, G.: Intensity of light and speed of vision studied with special reference to industrial situations, Trans. illum. engng. Soc., **22**: 79, 1929 (文献 3 より引用).
 - 6) 越川裕正: 新しい反応時間測定装置について, 体力科学, **7**: 593, 1958.
 - 7) Pierson, W.R. & Montoye, H.J.: Movement time, reaction time, and age, J. Geront., **13**: 418, 1958.
 - 8) 土橋義雄: 体力に関する研究, 単純反応時測定の基礎的条件について, 日本生理誌, **7**: 432, 1942.
 - 9) Hodgkins, J.: Influence of age on the speed of reaction and movement in females, J. Geront., **17**: 385, 1962.
 - 10) 山田久恒: 同一児童生徒の年次類進的に観たる身体諸機能の発達, (1) 単純反応時間, 体育学研究, **6**: 290, 1961.
 - 11) 川井昂: Sports 選手の反応時間に関する実験的研究, 体育の科学, **12**: 439, 1962.

* * *

Abstract

Influence of Age on the Simple Reaction Time to Light

Teiji Murati*, Takao Nakanishi*§ & Yoshimasa Tasaka**

Simple reaction time to light was determined in 627 healthy subjects between the ages of 7 to 80 (221 males, 406 females). Mean and standard deviation in each sex and age group was compared.

1) The mean reaction time and its standard deviation in the subjects of both sexes decreased with age up to the 15-19 age group and then increased with age.

2) The mean reaction time and its standard deviation were greater in female than in male.

3) The mean reaction time and its standard deviation were smaller in the aged subjects living in normal society than in that in the institution.

4) There was no significant difference in the mean reaction time and its standard deviation between normal subjects and patients with hypertension.

* Department of Geriatrics (Director: Professor Masaki Yoshikawa), Faculty of Medicine, University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan.

** The 3rd Department of Internal Medicine, (Director: Professor Kiku Nakao), Faculty of Medicine, University of Tokyo.

§ Present adress: The 3rd Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, University of Tokyo.