■ 研究論文

Journal of the Human Engineering Society of Korea
Vol.11, No.1, 1992

手指反應에 의한 中高齡者의 勤勞適應能力 評價†

Evaluation of Labor Adaptation of Middle and Old Aged by Finger Reaction

서 승 록* · 이 상 도**

ABSTRACT

The population of aged people in industries has been increased remarkably due to the decline of birth rates and the increase of average life span. Also, the current automation trends makes aged people to work easy in industries since automation technologies help them to avoid physically hard tasks. Therefore the evaluation of aged workers' adaptability would be an important research topic.

In the study, the mean and standard deviation of the reaction time are calculated to see the differences with four lamps' types and ages. It is found that the mean reaction time and the standard deviation are increased with the the increase of age. This quantitative approach provides an important information to be used not only for the adaptability estimation of aged workers but also for the working capability qualification for re-employment.

Ⅰ. 서 론

최근 우리나라에서는 出産率이 저하하고, 平均壽命이 연장됨에 따라 65세이상의 高齡者가 2000년에는 6.8%(총인구에서 차지하는 비율)인 약 317만명으로 推定하여 점차 高齡化 사회로 접어들고 있다[1].

한편 생산현장에서는 産業人力難의 해소를 위하여 工場自動化에 주력하고 있으며 점차 機械·自動化가 됨에따라 육체가 관련되는 노동이 줄어들고, 中高齡者라도 할수 있는 작업이 많아지게 되었다.

Yokomizo는 MODAPTS법으로 障碍者를 위한 직업평가 test를 응용하여 高齡者의 노동능력을 연구하였으며,[2] 西村純一은 重心動搖計를 이용하여 신체기능의 연령 증가에 따른 변화를 조사

† 이 논문은 1991년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 지방대학육성과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.
* 대구대학교 산업공학과
** 동아대학교 산업공학과

하였다[3]. 그리고 辛은 中高齡 근로자에 많이 발생하는 顚倒, 轉落 등의 평가를 할 목적으로 평행기능중에서도 外亂(충격)을 주었을때 Balance 능력의 정도를 中心動搖計로서 평가하였다[4].

이들 연구에 의하면 高齡者는 青年層보다 신체의 기능과 근로능력이 떨어지는 경향이 있지만, 그러나 개인차가 크고 高齡者중에는 青年層의 기능과 비교하여 青年層의 기능을 그대로 유지하는 자가 많이 있다는 것을 나타내고 있다. 그러나 이들 연구는 어느 것이나 全身作業에 대한 調節機能評價를 한 것이고, 실제 작업에 필요한 손가락 동작의 연령층에 따른 변화에는 반드시 분명하지는 않았다.

손가락 동작의 硏究로는 Imrhan과 Loo가 高齡者를 대상으로 원형 용기뚜껑을 돌릴때 손목회전 운동에 관련된 생체역학적 모델을 제시한 것과[5] 또한 Imrhan이 高齡者의 筋力能力이 직무시스템을 설계하는데 요구되는 손가락 把持力을 분석하였다[6]. 국내에서는 徐가 성격유형에 따라 손가락 기능을 조절적기능과 동작적기능으로 구분하여 분석하였으며[7], 辛이 손가락의 반응시간을 듣는 손에 한하여 각 손가락별로 행한 것이 있으나[8], 실제의 작업에는 양손을 동시에 사용할 때가 많고 듣는손과 듣지않는손의 차이 등을 파악하여 양손의 작업분담을 할 필요가 있다.

勤勞適應能力은 학습, 경험, 동기부여, 의식등 高次中樞機能의 관여가 큰 것은 이미 잘 알려져 있으며[9], 직무에 따라 요구되는 바가 다르고, 勞動强度에 있어서도 기능과 숙련을 달리하고 있다. 그러므로 中高齡者에게 적합한 직무를 조사하여 어떤 작업에 적합·부적합한가를 판단하는 것이 중요한 과제라고 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 여러가지 勤勞適應能力 평가 가운데 기본적인 평가가 될 수 있는 손의 巧緻性에 관한 연구를 수행하기 위하여, 青年層과 中高齡層에 있어 각 개인의 兩手의 손가락 반응시간을 측정하여 年齡層間의 차이를 計量化 하므로서 中高齡者의 손가락 반응에 따른 勤勞適應能力과 高齡者의 재취업시 근로능력을 평가할 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2-1. 연구범위

인간이 感覺受容器에 의하여 어떤 암시신호를 받았을때, 주어진 정보와 의도하는 행동 사이에는 선택 결정이 따르게 된다. 손가락 반응경로는 Fig 1과 같이 손가락으로 집는다는 것의 정보가 知覺傳道路를 통하여 大腦에서 정보처리가 이루어지고 다시 運動指令이 運動傳道路를 경유하여 손으로 보내지는 일련의 과정을 이룬다[10].

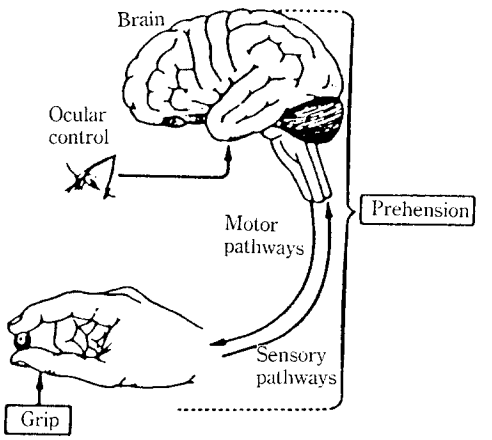

Fig. 1. Relation of Prehension and Grip

인간이 Lamp가 켜진 것을 보고 Button을 누르는 동작을 하기 위해서는 生體 Feedback이 필요하다. 따라서 Feedback을 포함한 神經回路를 통과하는데 소요되는 시간과 손가락을 움직이기 위한 시간을 합한 것을 反應時間으로 생각한다.

그래서 본 실험에서는 제작된 실험장치의 Button 상단에 Random하게 켜지는 Lamp를 보고, 對應하는 손가락으로 Lamp를 左·右手, 兩手에 따라 Button을 눌러서 끄는 동작을 施行하도록 하는 것이다. 손가락은 자신이 생각한 바와 같이 움직일때까지의 시간 즉, 刺戟에 대한 遲滯時間(delay time)을 측정하였다.

2-2. 실험장치

손가락반응시간을 측정하는 실험장치의 構成圖는 Fig.2와 같다. 兩手反應器(Hands Reaction

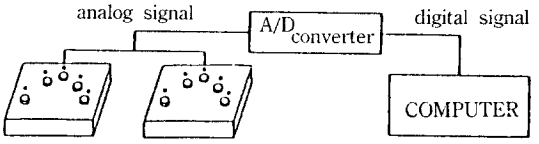

Fig. 2. Both Hands Instrument

Instrument)는 각각에 5개씩 Button과 赤色 LED의 Lamp가 있고 A/D변환기와 함께 Computer에 연결된다. Computer는 입력된 Program에 따라 Lamp의 위치에 대응할 신호를 兩手反應器로 전송하면 해당 Lamp가 켜지고, 피실험자가 Button을 누르면 반응에 따른 신호를 받아 遲滯時間(Lamp가 켜진후 Button을 누를때까지의 시간)을 계산하여 저장한다.

Lamp가 켜지는 위치는 실험방법별로 모든 경우가 한번씩 발생되며 그 순서는 Random하게 정해진다. 켜진 Lamp수에 따라 대응하는 Button을 모두 동시에 누르면 Lamp가 꺼진다. 그러나 켜진 Lamp 이외의 어떤 다른 Button을 누르고, 켜진 Lamp를 함께 눌러도 Lamp는 꺼지지 않는다. Lamp가 꺼지면 다음 Lamp는 0.1초후에 켜지며 反應程度는 0.001초이다.

2-3. 피실험자의 구성

피실험자의 中高齡者(60대와 70대)를 기준으로 하고, 그 對照群으로서 青年層(20대와 30대)를 두었으며, 연령대별 남여 평균연령과 표준편차는 Table 1과 같다.

20대는 대구대학교 남여 대학생 및 사무직원, 30대는 사무직원과 산업정보대학원생, 그리고 60대 및 70대는 대구대학교 부설 노인대학과 경로당에서 임의 선발하였다.

Table 1. Chronological Characteristics of Subjects N=209 (Male : 92, Female : 117)

년령대	20		30		60		70	
성 별	남	여	남	여	남	여	남	여
피험자수	35	37	29	24	12	43	16	13
평균연령	24.6	23.7	34.2	34.5	66.5	63.8	74.5	72.1
표준편차	± 1.7	± 2.8	± 3.1	± 3.4	± 2.4	± 2.5	± 3.2	± 2.6

2-4. 실험방법

피실험자에게 姓名, 年齡, 職種, 特技 등을 資料調査表에 기입하게 한후, 책상위에 놓인 실험장치의 정면 의자에 편안한 자세로 앉게 하고 손은 Button을 누르기 쉬운 위치에 자연스럽게 올려놓게 하였다. 上體는 Lamp를 보기쉬운 위치로 정하고 손끝으로 가능한 빠르게 누르게 하였다.

각 施行마다 操作은 독립되어 있고 예측이 불가능하며, 실제 반응시간을 측정하기에 앞서 피실험자에게 예비실험을 시켰다. 즉, 右手로서는 Lamp가 1회에 2개 켜질때 대응하는 두 손가락으로 경우의 수(10회) 만큼 누르게 하고, 다음에 左手로서 1개의 Lamp가 켜질때 손가락별로 각각 1회씩 연습을 시행하였다.

예비실험이 끝난후 Computer의 信號音에 따라 兩手로서 Lamp가 1개일때와 2개일때 그리고 양쪽 동시일때의 순으로 자극에 대한 반응을 하도록 하였다. 즉,

① B1은 左·右側反應器에 Random하게 Lamp가 1개씩 켜질때, 對應하는 손가락으로 누르는 동작.

② B2는 左·右側反應器에 Random하게 Lamp가 2개씩 켜질때, 對應하는 손가락으로 누르는 동작.

③ S1은 左·右側反應器의 동일한 위치에 각각

1개의 Lamp가 동시에 켜질때, 對應하는 양손가락으로 누르는 동작.

④ AS는 左·右側反應器의 서로 다른 위치에서 각각 1개의 Lamp가 동시에 켜질때, 對應하는 양손가락으로 누르는 동작.

3. 결과 및 고찰

3-1. 그룹별 兩手反應時間 분석

금번 실험에서 兩手反應의 선택조건에 따라 그 차이의 조사는 刺戟數와 難易度에 따라 4가지 실험조건에서 시행하였다. 선택조건에 따른 자극에 대한 반응시간의 平均과 標準偏差를 그림으로 나타내면 Fig. 3과 같다. 그리고 남여 연령별 平均과 標準偏差는 Fig. 4와 같다.

측정자료들을 性別, 年齡別, 兩手反應의 選擇條件別로 分散分析한 결과 Table 2와 같다. 그 결과 반응시간은 성별, 연령별, 兩手反應의 선택조건에 따라서 有意 差가 있음을 알 수 있다.

Duncan방법에 의한 事後檢定(Multiple comparison test)을 실시해본 결과는 Table 3과 같다. 여기서 여성이 남성보다 사후검정에서 반응시간이 느리며, 또한 연령대가 높을수록 반응시간이 늦다는 것을 알 수 있다. 中高齡層의 兩手反應時間이 青年層에 비하여 더 늦게 나타나고 個人差로 인한 標準偏差가 커지는 것은 연령이 증가함에 따라 신체의 구조와 기능이 쇠퇴하여 가기 때문이며, 標準偏差가 큰 이유는 일상생활의 환경과 정신 및 운동 능력에서 초래된다고 본다.

兩手反應의 選擇條件에서 자극 B1일때가 가장 빠르며, 자극수가 증가하고 또한 難易度가 높을

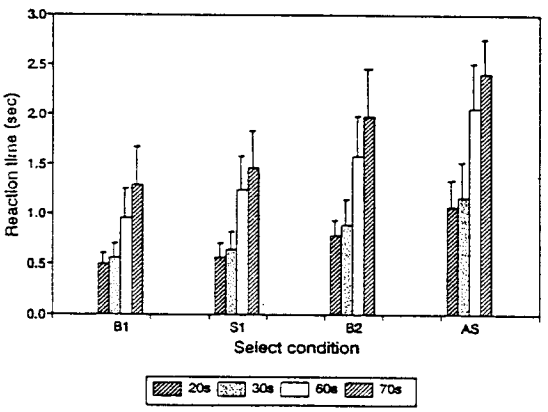

Fig. 3. Reaction Time by Select Condition

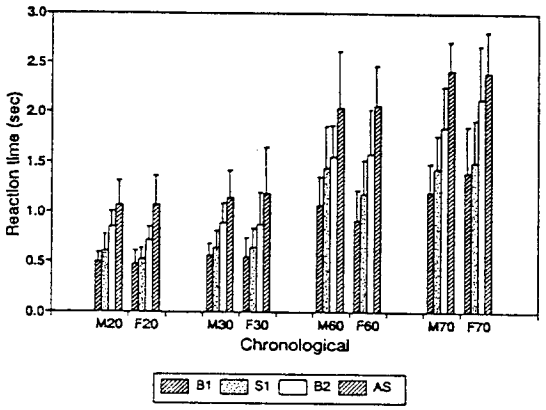

Fig. 4. Reaction Time by Chronological

Table 2. Analysis of Variance (** : α = 0.01)

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	217.157	31.022	339.75	0.0001**
SEX(Male, Female)	1	1.683	1.683	18.44	0.0001**
AGE(20s, 30s, 60s, 70s)	3	137.715	45.905	502.75	0.0001**
BLOCK (B1, S1, B2, AS)	3	77.758	25.919	283.86	0.0001**
ERROR	820	74.873	0.091		
CORRECTED TOTAL	827	292.030			

Table 3. Duncan's Multiple Comparison Test for Reaction Times (α=0.05)

Grouping	Mean	N	Sex	Grouping	Mean	N	Age	Grouping	Mean	N	BLOCK
A	1.132	456	Female	A	1.783	116	70s	A	1.545	207	AS
B	1.041	372	Male	B	1.455	220	60s	B	1.186	207	B2
				C	0.811	212	30s	C	0.889	207	S1
				D	0.731	280	20s	D	0.745	207	B1

Table 4. Correlation Coefficients / Prob > | R | under Ho : $\rho = 0$

Select condition	B1	S1	B2	AS
B1	1.00000 0.0000	0.64646 0.0001	0.70648 0.0001	0.66417 0.0001
S1	0.64646 0.0001	1.00000 0.0000	0.71102 0.0001	0.72958 0.0001
B2	0.70648 0.0001	0.71102 0.0001	1.00000 0.0000	0.68025 0.0001
AS	0.66417 0.0001	0.72958 0.0001	0.68025 0.0001	1.00000 0.0000

수록 반응시간이 늦게 나타남을 알 수 있다. 이러한 현상은 인간이 복잡한 자극에서는 보다 정확한 반응을 결정해야 하므로 大腦에서 처리해야하는 시간이 遲滯되기 때문이다.

兩手反應의 선택조건별 相關係數値는 Table 4와 같으며, 이들중 左·右 어느 한쪽에 Random하게 불이 켜지는 B1과 B2의 相關係數는 0.707이고, 양쪽 동시에 불이 켜지는 S1과 AS의 相關係數는 0.726으로서 높은 상관이 있다. 그러므로 兩手反應에 의한 勤勞適應力의 평가시는 4가지 실험방법중 보다 짧은 시간에 檢査할 수 있는 B1과 S1에 의하여도 가능하다.

또한 상관성이 높은 B1과 B2, S1과 AS간의 相關關係를 그림으로 나타내면 Fig. 5, Fig. 6과 같다. 그림의 굵은 실선은 兩手反應의 선택조건에 따른 青年層 및 中高齡層 전체에 대한 回歸直線으로서, B1과 B2의 推定 回歸式은 $Y = 0.589\,X + 0.224$ 이며, S1과 AS의 推定 回歸式은 $Y = 0.633\,X + 0.204$이다.

또한 선택조건에 따라 연령대별 百分位數를 나타낸 것이 Table 5이다.

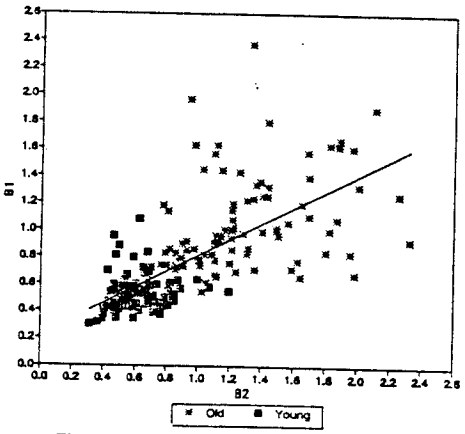

Fig. 5. Correlation of B1 and B2

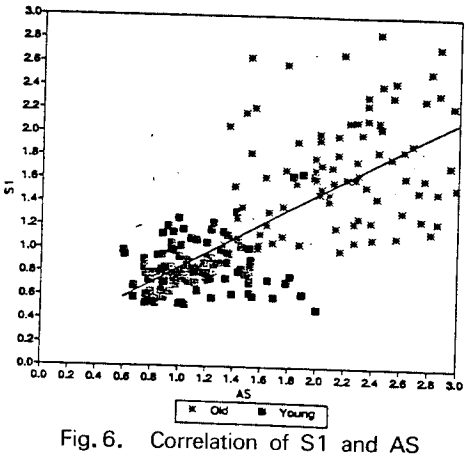

Fig. 6. Correlation of S1 and AS

中高齡層 가운데 반응시간이 빠른 下位 百分位數 5%는 青年層의 반응시간이 늦은 上位 白分位數 90%의 수준에 해당된다. 이것은 中高齡層 가운데 5%는 青年層의 兩手反應 수준에 근접해 있음을 알 수 있다.

中高齡層의 반응시간은 青年層에 비하여 전체

Table 5. Percentile of Chronological by Select Condition (unit : sec)

	Old Aged Group				Youth Group			
	B1	S1	B2	AS	B1	S1	B2	AS
99%	2.373	2.326	2.860	2.988	0.955	1.100	1.630	1.894
95%	1.666	1.978	2.588	2.860	0.798	0.869	1.163	1.689
90%	1.620	1.875	2.350	2.802	0.665	0.806	1.085	1.511
10%	0.708	0.852	1.114	1.570	0.397	0.448	0.580	0.790
5%	0.665*	0.798*	1.050*	1.470*	0.371	0.400	0.540	0.745
1%	0.540	0.760	0.998	1.351	0.316	0.360	0.520	0.596

(* : 5% of Old Aged Group, ——— : 90% of Youth Group)

적으로 늦게 나타나고 있으나, 中高齡者 가운데 일부는 青年層과 같은 기능을 유지하고 있다. 따라서 기민한 동작을 요하지 않는 일반 적업의 경우에는 양수반응 검사를 통한 中高齡者의 고용이 가능하리라 본다.

3-2. 中高齡者의 兩手反應時間 분석

資料調査表에 기입된 中高齡者의 兩手反應時間의 자료들을 性別, 年齡代別, 평소의 가벼운 運動有無, 成長環境別로 구분하여 分散分析한 결과는 Table 6과 같다. 여기서 성별과 운동유무에서는 有意水準 5%에서 有意差가 있으며, 성장환경과 兩手反應의 선택조건에서는 有意水準 1%에서 有意差가 있음을 알 수 있다.
運動有無와 成長環境別에 따른 平均과 標準偏差를 그림으로 나타내면 Fig.7, Fig.8과 같다.

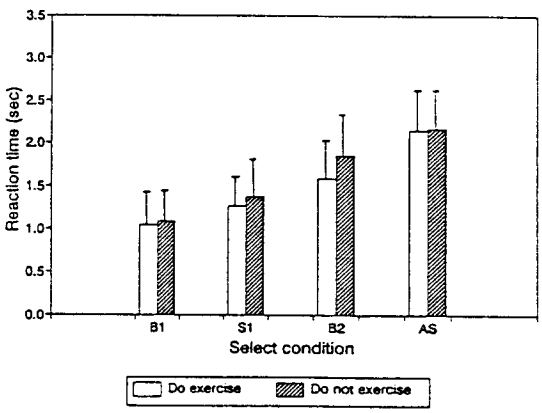

Fig. 7. Reaction Time by Excercise

Table 6. Analysis of Variance (* : α = 0.05, ** : α = 0.01)

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	71.803	10.257	75,00	0.0001**
SEX(Female, Male)	1	0.834	0.834	6,10	0.0140**
AGE (60s, 70s)	1	8.206	8.206	60,00	0.0001**
EXERCISE(Yes, No)	1	0.889	0.889	6,50	0.0112**
ENVIRONMENT (Urban, Rural)	1	1.768	1.768	12,93	0.0004**
BLOCK (B1, S1, B2, AS)	3	60.104	20.034	146,49	0.0001**
ERROR	328	44.860	0.136		
CORRECTED TOTAL	827	292.030			

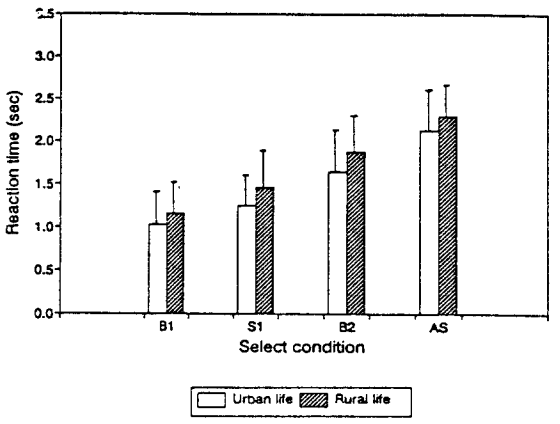

Fig. 8. Reaction Time by Environment

Table 7의 事後檢定(Multiple comparison test)에서 남성보다 여성이 자극에 대한 兩手反應時間이 빠르다. 이는 여성이 어릴적부터 뜨개질이나 가정에서 손가락의 활동이 많은 가사일에 계속 참여하여 왔기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 손가락의 기능을 향상시키고 유지하기 위해서는 어릴적부터 손, 특히 손가락으로서 할 수 있는 作業에 많은 관심을 갖게해는 것이 필요하리라 본다.

中高齡者의 運動有無에서 가벼운 운동을 하고 있다는 그룹이 兩手反應時間이 빠르다. 가벼운 운동은 매일 1~2시간씩 산책 또는 등산을 하거나, 老人大學에서는 간단한 운동경기를 하고 있기 때문이었다. 따라서 日常生活의 樣式에 따라 자극에 대한 兩手反應의 속도가 변하게 됨을 알 수 있으므로 再就業이나 건강의 유지를 위해서도 매일 가벼운 운동을 持續的으로 해야할 필요가 있다고 본다.

그리고 成長環境면에서 볼때, 도시와 농촌의 비교는 도시의 住居環境에서 생활한 사람이 빠르게 나타나고 있다. 이는 어떤 정하여진 職場에서 筆記具의 사용이나 組立作業 같은 손가락의 사용이 많이 있어 왔기 때문이라고 생각된다.

따라서 中高齡者의 경우에는 과거의 職業이나 生活環境에서, 손 특히 손가락 사용의 정도 및 中高齡者일때의 健康狀態에 따라 손가락 기능의 退化에 差異가 있음을 알 수 있다.

Table 7. Duncan's Multiple Comparison Test for Reaction Times (α = 0.05)

Grouping	Mean	N	Sex	Grouping	Mean	N	Age	Grouping	Mean	N	BLOCK
A	1.639	112	Male	A	1.783	116	70s	A	2.183	84	AS
B	1.533	224	Female	B	1.455	220	60s	B	1.712	84	B2
Grouping	Mean	N	Exercise	Grouping	Mean	N	Envi.	C	1.312	84	S1
A	1.621	164	No	A	1.683	96	Rural	D	1.066	84	B1
B	1.518	172	Yes	B	1.522	240	Urban				

4. 결 론

작업에 대한 어려움은 그 業務에 주어지는 負擔率로서, 작업에 요구되는 能力과 개인의 最大能力을 비교하여 勤勞適應能力을 평가할 수 있다. 이를 측정하는데는 여러가지 방법이 있겠으나 자극에 대한 인간의 大腦處理 遲滯時間의 정도, 즉 반응을 측정하는 것도 勤勞適應能力 평가 방법 중의 한 수단이 될 수 있다.

中高齡者에게 어떠한 직무가 最適이라고 판단하기는 어려우나, 자극에 대한 반응의 정도를 측정하여 勤勞適應能力을 평가하여 볼때, 青年層에 비하여 전체적인 반응시간이 늦게 나타나고 있으나 中高齡者 가운데 5%가 青年層과 같은 기능을 유지하고 있었다. 이와같은 현상은 兩手反應의 巧緻性에 대한 勤勞適應能力에는 주거환경이나 가벼운 운동 등 일상생활에 의한 개인차이에 의한 것으로 볼 수 있다.

따라서 産業體의 입장에서는 人力難의 해소를 위하여 작업의 難易度와 業務의 特性에 따라 요구되는 능력에 대한 평가가 필요하며, 국가적으로 中高齡者의 雇傭擴大와 海外 人力의 流入에 의한 문제점을 극복하기 위하여 中高齡者에 대한 訓練과 産業體에 필요한 人力의 선발을 위한 노력이 있어야 할 것이다. 本 研究에서 수행한 手指反應에 의한 勤勞適應能力 評價는 中高齡者의 훈련과 선발을 위한 하나의 方法으로 사용될 수 있으리라 기대한다.

向後 中高齡者의 能力向上에 있어서, 性格別 反應에 대한 作業順應度의 변화를 측정하고 분석하여 보다 구체적인 再就業의 기회가 될 수 있는 研究가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] 경제기획원 조사통계국, "한국의 사회지표", p.70, 1990.

[2] Y. Yokomizo, "Measurement of Ability of Older Workers", Ergonomics, Vol.28, No.6, p.843-854, 1985.

[3] 西村純一, 直位時の身體動搖の加齡變化, 雇用職業総合研究所, No.21, 1984.

[4] 辛承憲, "年齡 增加에 따른 身體動搖의 變化에 대하여", 대한인간공학회지, Vol.5, No.1, p.3-9, 1986.

[5] Imrhan, S.N., and Loo, C., "Modelling Wrist-Twisting Strength of the Elderly", Ergonomics, Vol.12, No.12, p.1807-1819, 1988.

[6] Imrhan, "An Analysis of Finger Pinch Strength in the Elderly", Trends in Ergonomics/Human Factors IV, p.611-616, 1987.

[7] 徐承祿, "人間의 性格類型이 手指機能에 미치는 影響", 대구대학교 산업기술연구, 6輯, p.205-213, 1988.

[8] 辛承憲, "中高齡 勤勞者의 勤勞適應能力의 評價", 대한인간공학회지, Vol.5, No.2, p.17-25, 1986.

[9] 久保田 競, 手と脳, 紀伊國屋書店, 1982.

[10] 内田 謙, "言語(動作用語)と手のき", The Japanese J. of Ergonomics, Vol.26, No.3, p.134-138, 1990.