Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 15, No. 2, 1996

한국성인의 연령대별 단순동작 및 선택반응의 수행도분석+

A Chronological Analysis of Simple Movement and Choice Reaction Performance for Korean Adults

이 동 춘* · 장 규 표**

ABSTRACT

This paper is concerned with a chronological analysis of the simple limb movement and the performance of a selective response for Korean adults. The cybernetical control number(C.C.No) tester is used to perform the experiment for 103 males and 96 females aged from 20s to above 60s. For the selective response experiment, judgement speed has decreased with age. The judgement speed was slowed down more rapidly with age for female than for male. Both the limb movement and the judgement speed showed significantly different trends according to age groups. Especially, it was shown that simple limb movement decreased beginning with 50s for male and 40s for female. It is expected that the results can be applied to the job design of aged people.

+ 본 연구는 동아대학교 '교수해외파견연구지원계획'에 의하여 수행되었음

* 동아대학교 산업공학과
** 창원전문대학 공업경영과

1. 서 론

한국보건사회연구원(1989)의 보고에 의하면 우리나라도 인구의 고령화 현상이 급속히 빨라지고 있어 2000년 경에는 전체인구의 7%, 2025년에는 14%가 65세 이상의 고령자가 차지할 것이라고 한다. 65세 이상의 노인 인구가 7%를 넘으면 고령화 사회, 14%를 넘으면 고령사회로 정의할 때, 우리나라는 수년내에 고령화 사회가 될 것으로 예측된다. 경제활동이 어려운 노인 인구의 급증은 상대적으로 경제손실을 초래 함으로써 사회적 문제를 안고 있으며, 실제 미국 등 선진국에서는 사회보장 수혜 연령을 높이고 직업생활 연령의 연장 등의 조처를 취하고 있다(Herzog et al. 1991 ; Sharit and Czaja, 1994). 우리나라도 1992년 7월부터 고령자 고용 촉진법을 제정하여 고령자의 재고용을 독려하고 있다.

그러나 가장 중요한 것은, 인간이 나이가 들어감에 따른 육체적, 근력적, 기능적, 정신적 특성의 변화와 능력한계가 먼저 파악되어야 하고, 이들을 바탕으로하여 노인에게 적합한 직무개발이 뒤따라야 한다. 여기에는 많은 분야의 전문가가 관심을 가져야 하지만 특히 인간공학자들의 노력과 관심이 필요한 영역이라 할 수 있다.

본 연구에서는 20대 청년과 노년층과의 동작의 민첩성과 판단의 기민성을 비교한 이동춘 · 장규표(1995)의 연구를 보완하여 20대에서부터 60대 이상에 이르기 까지의 연령대에 따른 횡단적 연구로 동작의 민첩성과 판단의 기민성을 연령대별로 비교 분석함으로써 고령자를 위한 직무설계의 기초자료로 제시하고자 한다.

2. 노령화에 따른 인간특성의 변화

나이에 따른 신체기능의 변화는 청년층과의 비교로 명확히 관찰할 수 있다. 齊藤一 · 遠藤幸男(1991)은 20대의 청년층(20~24세)과 장년층(55세~59세)의 각종 심신기능의 상대적 수준을 정신기능과 지능요소, 항병 및 회복력, 소화흡수, 감각기능과 평형기능, 관절가동도 및 혈액, 근력, 호흡 · 가스대사, 속도와 관계된 운동기능 및 동작조절기력 등으로 나누어 계량적으로 나타내고 있다.

정신기능과 지능요소에서는 전반적으로 연령증가에 따라 저하되나 학습 및 기억력은 특히 떨어지는 것으로 나타나 있다. 항병 및 회복력, 소화흡수, 감각기능과 평형력 등은 현저히 감소한다. 반면에 관절가동도 및 혈액순환관계는 크게 줄어들지는 않으며 호흡 및 가스대사, 속도와 관계된 운동기능 및 동작조절기력 등은 현격하게 줄어드는 것으로 보고되어 있다.

이동춘 · 장규표(1995)의 연구에서도 손동작의 민첩성은 20대에 비하여 62.4%, 발동작은 59.7% 였으며, 판단능력을 요구하는 손발의 기민성 시험에서 손은 44.4%, 발은 43.8%로 나타나 있다. 이는 齊藤一 · 遠藤幸男(1991)의 연구와 같이 나이가 들수록 현격하게 줄어듬을 보이고 있다. 또한 인간의 정신적 반응 속도는 고령층이 젊은 층에 비하여 늦게 나타난다(Welford 1981, 1984; Crossman & Szafran, 1956 : Rabbit 1908). Zomeren 과 Deelman(1976)은 연령의 증가가 중추신경계의 기능을 저하시켜 신호대 소음의 비율을 감소시키는 현상을 보이며, 말초신경 섬유수의 감소와 근섬유경의 위축으로 인하여 반응시간의 지연과 동작의 원만화등이 초래된다고 하였다. 德田哲男 등(1987)에 의하면 상지, 하지에 의한 단위시간당 동작 타점수, 선택 타점수에는 연령차가 나타나며 특히 상지 작업에서는 단순한 반복동작 보다 판단을 수반하는 동작에서 노화에 의한 영향이 더욱 현저한 것으로 알려져 있다.

연령증가와 더불어 가장 두드러지게 저하하는 것은 지능과 감각관련 기능이다. Plude & Hoyer(1985)는 연령이 증가함에 따라 복잡하거나 혼돈스러운 자극을 처리하는 능력이 저하하고 특히 직무관련정보에 주의를 할당하는데 어려움을 느낀다고 하였다. 또 Welford(1980)는 연령의 증가에 따라 정보 인지능력이 저하되며, 복잡한 상황을 만나면 Working memory의 부족으로 수행도가 감소한다고 하였다. 뿐만 아니라 Salthouse(1985)는 고령자는 정보처리시간이 길어져서 직무수행에 결손을 초래한다고 보고하고 있다.

3. 실험방법

3.1 피험자

연령대별 남·여 피험자는 표 1과 같으며, 남자 103명, 여자 96명등 총 199명을 대상으로 하였다. 이들은 모두 부산·경남지방 거주자들로서, 20대는 주로 대학생, 30대에서 50대 까지는 직장인과 가정주부, 그리고 60대 이상의 노령자는 퇴임후 특별한 직업을 갖고 있지 않은 분들을 대상으로 하였다.

표 1. 연령대별 피험자수

전체=199 (남자 : 103, 여자 : 96)

연령대	성 별	피험자수	평균연령	표준편차
20대	남자	36	22.1	2.53
	여자	28	21.6	1.55
30대	남자	18	35.8	2.53
	여자	16	34.0	2.83
40대	남자	11	45.3	3.17
	여자	16	45.3	2.47
50대	남자	15	53.2	2.57
	여자	13	53.2	2.77
60대 이상	남자	23	71.6	6.29
	여자	23	71.6	6.01

3.2 실험기기 및 실험방법

본 연구에서의 단순동작의 민첩성과 선택반응의 기민성 실험에는 C.C.No. (Cybernetical Control Number)Tester를 이용하였다. 이는 일종의 인간행동특성 측정기로써 인간의 행동은 의지적 행동이며 머리의 판단과 손발의 동작으로 연결되는 적응행동으로 보고, 그것을 구체적으로 나타내는 판단과 동작의 속도를 측정하여 행동타입 즉 적응능력을 숫자로 나타낸다. 그림 1은 실험내용을 나타낸 Block diagram이다.

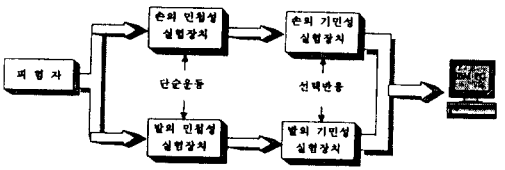

그림 1. 실험 Block diagram

3.2.1 단순동작의 민첩성 실험

민첩성은 체구의 방향전환속도를 나타내고, 지적인 판단은 그다지 중시하지 않고, 단순히 체구를 움직이는 운동신경에 의한 근운동 발현의 속도를 나타내는 것이다. 이러한 민첩성은 C.C.No. 테스트기에서 좌로 부터 1번, 2번, 3번의 3개의 키가 있어 손가락 한 개로 1번과 3번의 키를 번갈아 가며 10초 동안 가능한 한 빨리 두드린 수(N)를 피험자 손의 민첩성으로 하고 발동작도 손동작과 같은 방법으로 발 측정기를 이용해 측정하였다.

3.2.2 선택반응의 기민성 실험

기민성은 지적인 상황판단에 중점을 둔 대응속도 즉, 상황판단과 정확한 응답동작의 빠르기이다. 그리고 상황판단은 주로 사람이나 사물의 지각이 기초가 되며 사

물의 지각은 의미를 갖춘 정보 즉, 제2신호계로 불리우는 정보(자극)판단이다. 사물은 형태로 지각되고 형태는 의미를 갖는 정보인 것이다. C.C.No.테스트기의 전광판에 10초 동안 나타나는 ○ △ □모양을 보면서 바로 그 모양에 정해진 키(○ : 1번, △ : 2번, □ : 3번)를 10초간에 두드리게 하고 그 응답수를 N, 오답수를 X라 하여 N-X를 기민성의 측도로 하였다. 발의 판단 실험에서도 손의 판단 실험과 같은 방법으로 측정하였다.

동작 및 판단실험 모두 피험자는 실험장치의 정면에 있는 의자에 편안한 자세로 앉아 일상적으로 사용하는 손발을 이용하여 자연스러운 자세로 키를 두드리도록 하였다. 기민성과 민첩성 실험 모두 각 피험자마다 실험 방법을 익히기 위해 2회씩 예비실험을 하였고 실험의 결과는 2회 본실험을 실시하여 성적이 좋은 값을 사용하였다.

4. 실험결과 및 고찰

실험에서 얻어진 데이터를 연령대별, 성별로 정리한 결과는 표 2와 같다.

표 2에서 손동작은 남자는 30대, 여자는 20대가 빠르다. 발동작은 남자는 40대, 여자는 30대가 빠르다. 판단속도는 남녀 모두 20대에서 제일 빠르고 연령의 증가에 따라 감소함을 보이고 있다. 동작과 판단은 손이 발보다 빠르게 나타남을 알 수 있다.

4.1 단순동작의 민첩성 분석

연령대별 동작속도의 차이를 검정하기 위하여 분산분석한 결과는 표 3과 같다.

표 3. 연령대별 동작속도차이 검정을 위한 분산분석표

	Source	ϕ	SS	MS	F	P
손	Age	4	14261.5	3565.4	53.81	0.0001*
	Error	194	12854.4	66.3		
	Total	198	27115.9			
발	Age	4	8518.2	2129.5	27.47	0.0001*
	Error	194	15041.7	77.5		
	Total	198	23559.9			

표 2. 단순동작의 민첩성 및 선택반응의 기민성 실험결과 (단위 : 회/10초)

연령대별	성 별	동작의 민첩성				선택반응의 기민성			
		손 동 작		발 동 작		손 판 단		발 판 단	
		평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
20대	남 자	52.9	5.39	42.8	8.17	17.3	2.03	15.3	1.95
	여 자	54.0	6.32	37.1	7.29	17.6	2.10	16.0	1.48
30대	남 자	58.3	12.15	42.3	8.85	16.2	2.07	14.9	2.70
	여 자	52.8	5.72	40.8	7.57	16.9	3.04	15.9	2.32
40대	남 자	56.2	10.55	47.2	10.05	14.3	3.50	12.4	2.20
	여 자	43.3	5.86	33.5	8.21	12.4	3.40	11.8	3.10
50대	남 자	48.3	5.51	41.1	2.62	10.2	1.66	8.5	1.30
	여 자	38.1	7.08	28.5	7.39	10.6	3.80	8.9	4.07
60대이상	남 자	36.1	7.63	28.7	11.29	8.6	3.37	7.9	2.43
	여 자	30.4	7.81	21.8	5.70	7.1	3.36	6.5	2.76

손발의 동작속도는 표 3에서와 같이 연령대별로 유의차가 있는 것으로 나타났다 ($p<0.0001$).

또한 표 4는 각 연령대별로 단순동작 속도의 평균치 차이를 T-검정한 결과이다.

표 4. 성별 손발 동작속도의 차이검정 결과

연령대	구분	성별	평 균	표준편차	P-값
20대	손	남자	52.9	5.39	0.44
		여자	54.0	6.32	
	발	남자	42.8	8.17	0.053
		여자	37.1	7.29	
30대	손	남자	58.3	12.2	0.097
		여자	52.8	5.72	
	발	남자	42.6	8.85	0.54
		여자	40.8	7.57	
40대	손	남자	56.2	10.6	0.0024*
		여자	43.3	5.86	
	발	남자	47.2	10.0	0.0015*
		여자	33.5	8.21	
50대	손	남자	48.3	5.51	0.0003*
		여자	38.1	7.08	
	발	남자	33.2	5.57	0.0001*
		여자	28.5	7.39	
60대 이상	손	남자	36.1	7.63	0.016*
		여자	30.4	7.81	
	발	남자	28.7	11.3	0.0013*
		여자	21.8	5.70	

표 4에서 보면 20대와 30대 손발의 단순동작의 민첩성에서 성별 차이는 없으나 40대 이후부터 연령의 증가에 따라 성별 차이가 나타남을 알 수 있다($p<0.01$). 또한 손발 동작속도는 그림 2와 같이 연령 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내고 있다.

그림 2에서 남자 손발 동작속도의 경우는 20대, 30대, 40대의 경우는 비슷하게 나타났으며 50대부터 감소폭이 크다. 여자 동작속도는 연령 증가에 따라 감소하다 40대 부터 감소폭이 큰 것으로 나타났다. 발동작은 30대까지 증가하다가 40대 부터 감소폭이 큰 것으로 나타났다. 남자와 여자의 손발동작을 비교 할 때 여자의 손발 동작속도 저하 연령이 남자보다 빠르게 나타남을 보였다.

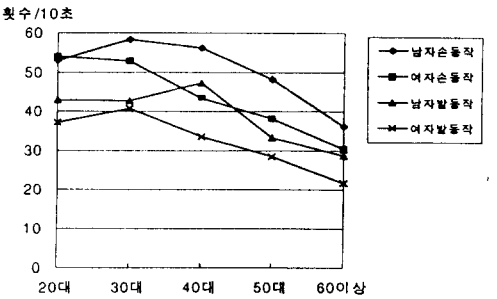

그림 2. 단순동작의 민첩성

4.2 선택반응의 기민성 분석

연령대별 선택반응의 기민성 차이를 검정하기 위하여 분산분석한 결과는 표 5와 같다.

표 5. 연령대별 선택반응의 기민성 차이 검정을 위한 분산분석표

	Source	ϕ	SS	MS	F	p
손	Age	4	2824.21	706.05	83.17	0.0001*
	Error	194	1646.89	8.49		
	Total	198	4471.10			
발	Age	4	2225.57	556.39	80.80	0.0001*
	Error	194	1335.97	6.89		
	Total	198	3561.54			

판단속도는 표 5에서와 같이 연령대별로 유의차가 있는 것으로 나타났다($p<0.0001$).

또한 선택반응 기민성 평가를 위한 평균

치 차이를 T-검정한 결과는 표 6과 같다.

표 6. 성별 선택반응의 차이검정 결과

연령대	구분	성 별	평 균	표준편차	P-값
20대	손	남자	17.3	2.03	0.5
		여자	17.6	2.10	
	발	남자	15.3	1.95	0.13
		여자	16.0	1.48	
30대	손	남자	16.2	2.07	0.4
		여자	16.9	3.04	
	발	남자	14.9	2.70	0.23
		여자	15.9	2.32	
40대	손	남자	14.3	3.50	0.18
		여자	12.4	3.40	
	발	남자	12.4	2.20	0.59
		여자	11.8	3.10	
50대	손	남자	13.3	2.69	0.72
		여자	10.6	3.80	
	발	남자	13.3	2.23	0.70
		여자	8.9	4.07	
60대 이상	손	남자	8.6	3.37	0.14
		여자	7.1	3.36	
	발	남자	7.9	2.43	0.068
		여자	6.5	2.76	

표 6에서 연령대별 선택반응 수행도의 성별 차이는 없는 것으로 나타났다. 또 그림 3에서와 같이 연령의 증가에 따라 선택반응의 속도도 감소하는 경향을 나타내고 있다.

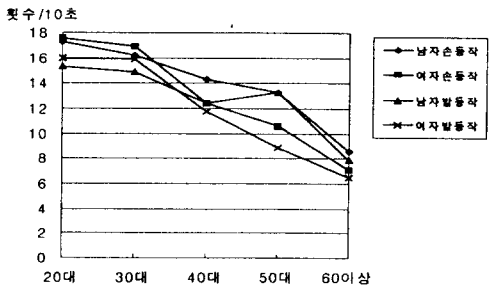

그림 3. 연령대별 선택반응의 수행도

그림 3에서 남자 발의 선택반응의 경우 40대 보다는 50대가 높게 나타났으나, 남녀 모두 일반적으로 연령 증가에 따라 감소하는 경향을 보이고 있다. 남자의 경우는 손발 모두 60대 이상에서 큰 감소폭을 보이고 있다. 여자의 경우는 둘 다 40대에서 큰 감소폭을 보여, 반응 속도의 저하연령도 여자의 경우가 빠르게 나타남을 보였다.

5. 결론 및 토의

본 연구에서는 연령대별 손발동작 및 판단속도의 변화를 비교 분석하여 단순 손발동작의 민첩성과 선택반응의 기민성을 알고자 하였으며 성별차이를 검정 하여 연령증가에 따르는 변화를 분석하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 손발의 단순동작속도는 모두 연령의 증가에 따라 유의차가 있어 연령의 증가에 따라 동작속도가 줄어듬을 알 수 있다. 20대를 기준으로 50대와 60대 이상의 감소폭을 살펴보면 남자 손동작은 각각 8.7%, 31.8%의 감소를, 여자 손동작은 각각 29.4%, 43.7%의 감소를 보였다. 남자 발동작은 각각 22.4%, 32.9%의 감소를, 여자 발동작은 23.2%, 41.2%의 감소를 보였다. 이러한 현상은 Zomeren and Deelman (1976)이 제시한 연령의 증가에 따라 말초신경수의 감소와 근섬유경의 위축으로 동작의 원만화가 초래된다는 결과와 일치한다.

특히 동작의 성별차이가 뚜렷이 나타나고, 여자의 경우가 남자보다 느렸다. 이러한 현상은 남자의 근섬유수가 많고 또 발달되어 있기 때문이라고 판단된다.

(2) 선택반응의 경우도 연령증가에 따라 유의차가 있어 연령의 증가에 따라 판단속도가 줄어듬을 알 수 있었다. 20대를 기준으로 50대와 60대 이상의 감소폭을 살

펴보면, 남자 손의 경우는 각각 23.2%, 50.3%의 감소를, 여자의 손은 각각, 39.8%, 59.7%의 감소를 보였다. 남자 발반응은 각각 13.1%, 48.4%의 감소를, 여자 발반응은 각각 44.4%, 59.4%의 감소를 보였다. 이러한 현상은 Welford(1980)가 제시한 연령의 증가에 따라 정보인지 능력이 저하되고, 복잡한 상황에서 Working memory의 부족으로 수행도가 감소한다는 결과와 일치한다. 동작속도의 경우와는 달리 성별 차이는 없는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 동작속도의 경우 남자가 근섬유의 발달 등으로 동작은 빠를수 있지만 정보를 감지하여 중추신경에서 처리하기 까지의 시간차이는 남녀간에 없음을 알 수 있다. 남자의 판단속도는 60대 이상에서, 여자의 판단속도는 40대 이상에서 큰 감소폭을 보여 동작속도와 비교할 때 남자는 높은 연령층에서, 여자는 동일한 연령층에서 감소가 있는 것으로 나타났다.

결론적으로 고령자에게 어떤직무가 최적이라고 판단하기는 어려우나, 자극에 대한 반응의 정도를 측정하여 근로적응능력을 평가할 때, 청년층에 비하여 전체적인 동작속도와 판단속도가 느리게 나타남을 고려하여야 할 것이다. 한편 고령자는 단순 동작속도보다는 선택반응속도의 저하폭이 크게 나타난다. 즉 연령의 증가에 따라 신체의 근력적특성의 변화폭 보다는 정신적, 인지적특성의 변화폭이 크게 나타나므로 고령자의 직무설계는 이러한데 초점을 맞추어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 이동춘 · 장규표, 고령자의 손, 발동작 및 판단속도의 비교 분석, 한국공업경영학회지, 제18권 35집, pp. 71-78, 1995.

[2] 한국공업표준협회 譯, 圖解 에르고노믹스, 한국공업표준협회, p.324, 1991.

[3] 한국보건사회연구원, 지역별 인구추계, 1989.

[4] 德田哲男ほか, 高齡者の階段昇降動作とそれに關連する身體機能について, Geriatric Medicine, 25(8) : 1207, 1987.

[5] Crossman, E.R.F.W. and Szafran, J., "Change with age in the speed of information intage and discrimination.", Experientia Supplimentum, Vol.4, pp.28-135, 1956.

[6] Herzog, A.R., House, J.S. and Morgan, J.N., "Relations of Work and Retirement to Health and Well-being in Older Age", Psyhchology and Aging, 6 : 202-211, 1991.

[7] Plude, D.J. and Hoyer, W.J., " Attention and Performance : Identifying and Localizing Age Deficits" In N. Charness (Ed.), Aging and Human performance, John Wiley, New York, 1985.

[8] Rabbit, P., "A. H. Van and Deelman, B.G., "Differential effects of simple and choice reation after closed head injury.", Clinical Neurology and Neurosurgery, Vol.79, pp.81-90, 1976.

[9] Salthouse, T.A., "Speed of Behavior and Its Implications for Cognition", In J.E. Birren and K.W. Schaie (Ed.), Handbook of Psychology and Aging, Van Norstrand Reinhold, New York, 1985.

[10] Sharit, J. and Czaja, S.T., "Aging, Computer-based Task Performance and Stress : Issue and Challenger", Ergonomics, 37(4) : 559-577, 1994.

[11] Welford, A.T., "Sensory, Perceptual, and Motor Processes in Older Adults", In J.E. Birren and R.B. Sloane (Ed.), Handbook of Mental Health and Aging, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1980.

[12] Welford, A.T., "Signal, noise, peformance, and age", Human Factors, Vol.23, pp. 97 -109, 1981.

[13] Welford, A.T., "Between bodily changes and peformance : Some possible reason for slowing with age", Experimental Aging Research, Vol.10, pp. 97-109, 1984.

[14] Zomeren, A. H. Van and Deelman, B. G., "Differential effects of simple and choice reaction after closed head injury", Clinical Neurology and Neurosurgery, Vol.79, pp. 81-90, 1976.