

연령대별 수족 동작 및 판단속도의 변화분석

(An Analysis of Limbs Movement and Judgement Speed with Age)

장 규 표*, 이 동 춘**, 이 상 도**

I. 서 론

우리 나라도 최근들어 소득수준 향상, 건강의식의 고조, 평균수명의 연장등으로 고령화 사회의 진전추세가 가속화되고 있다. 한국보건사회연구원(1987)의 조사에 의하면 국내 인구의 고령화 속도는 급속히 빨라져 65세 이상 노인 인구의 비가 전체 인구의 5.5%를 차지하고 있으며, 2,000년에는 노인이 전체 인구의 7%, 2,025년에는 14%에 달할 것이라고 하며, 이 속도는 프랑스 보다 4.6배, 미국에 비해서는 3배나 빠르다 한다. 인구 구성비에서 65세 이상의 노인 인구가 7%를 넘는 사회를 고령화 사회, 14%를 넘으면 고령사회로 정의를 하고 있는 유엔의 규정을 감안한다면 우리나라도 앞으로 수년내에 본격 고령화 사회로 접어들게 될 것이다.

이에 따라 복잡하고 고도화한 산업사회에서 고령층의 역할이 넓어질 것으로 기대된다. Herzog 등(1991)은 이와같은 노인 인구의 급증은 잠재적으로 심각한 사회문제와 막대한 경제적인 손실을 초래할 것이라고 지적하였고, 이에 따라 실제 미국에서는 사회보장 수혜연령을 높이고 직업생활연령의 연장등의 조치를 취하고 있다 (Sharit & Czaja, 1994). 우리나라도 고령자의 재고용을 촉진하기 위하여 1992년 7월부터 고령자 고용촉진법을 제정, 시행하고 있다. 이와 같은 고령자의 고용제도가 효과적으로 시행되기 위해서는 고령자의 신체적, 정신적, 심리적특성에 적합한 작업장의 재설계와 직무의 개발 등 여러가지 제도의 개선과 고령자의 노동력에 대한 연구개발로 고령자 노동력의 생산성 유지 및 향상, 안전성을 도모할 필요가 있다. Sharit & Czaja(1994)는 고령자의 노동력을 효과적으로 관리하기 위해서는 여러가지 직무수행도에서 연령에 관계된 영향을 이해하는 것이 필수적이라고 하였다. 비록 신체의 노화에 관한 지식은 상당히 밝혀져 있지만 생산 능률적인 측면에서 노화의 영향에 관하여 알려진 것은 거의 없다. 고령자의 인지적, 감각적, 신체적 능력에서 연령에 관계된 변화를 이해하는 것이 고령자의 노동력 관리에 대한 중대한 관심사이다.

* 창원전문대학 공업경영과

** 동아대학교 산업공학과

고령자의 나이에 따른 신체기능 및 정신기능의 변화는 청년층과의 비교로 명확히 관찰된다. 여러가지 문헌을 살펴보면 Plude and Hoyer(1985)는 연령의 증가는 복잡하거나 혼동스러운 자극을 처리하고 직무관련정보에 주의를 할당하는데 어려움이 있다고 하였으며, Welford(1980)는 연령이 증가함에 따라 새롭고 익숙하지 않은 정보의 인지영역에서, 그리고 복잡할 때 working memory의 부족으로 수행도가 감소하며, Salthouse(1985)는 정보처리 시간이 증가하여 여러 직무에서 수행도 결손을 초래한다고 하였다. 또한 인간은 일반적으로 고령화가 될수록 판단의 속도와 동작이 둔해지는 것이 일반적이다.

인간의 정신적 반응 속도는 연령층의 그룹에 따라 비교되어 왔으며, 고령층이 젊은층에 비하여 반응의 속도가 늦게 나타남을 보여주고 있다(Welford 1981 1984, Crossman & Szafran 1956, Rabbit 1980). Zomeran(1976)는 연령의 증가가 중추신경계의 기능을 저하시켜 신호에 대한 소음의 비율을 감소시키는 현상을 보이고 있다. 또한 인간은 연령의 증가에 따라 말초신경 섬유수의 감소와 근섬유경의 위축으로 인하여 반응시간의 연장과 동작의 원만화 등이 초래된다. 徳田哲男 등(1987)에 의하면 상지, 하지에 의한 단위시간당 동작 타점수, 선택 타점수에는 연대차가 나타나며 특히 상지 작업에서는 단순한 반복동작 보다 판단을 수반하는 동작에서 노화에 의한 영향이 더욱 현저하다고 한다.

본 연구에서는 인간의 행동이 머리의 판단과 수족의 동작으로 이루어 지므로 동작 및 판단속도의 연령대별, 성별 수행성취도 차이를 비교 분석하여 그 특성을 고찰하고 그 결과로 고령자의 고용에 필요한 근로능력의 평가, 고령자의 근로적용을 위한 직무나 작업장의 설계, 더 나아가서는 노인의 복지향상을 위한 복지시설의 설계시 이용할 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 실험 방법

1. 피험자

피험자의 인원수와 연령의 평균 및 표준편차를 나타내면 Table-1과 같다. 여기서 피험자는 부산, 경남지역의 주민 전체 199명으로 20대는 대학생, 60대 이상은 노인정의 고령자로 나머지 연령의 남자는 직업인, 여자는 주부를 대상으로 하였다.

Table-1. The Number of subject with Age & Sex.

N=199 (male : 103, female : 96)

Age.	Sex	Subject No.	Ave. age	S.D.
20	male	36	22.1	2.53
	female	28	21.6	1.55
30	male	18	35.8	2.53
	female	16	34.0	2.83
40	male	11	45.3	3.17
	female	16	45.3	2.47
50	male	15	53.2	2.57
	female	13	53.2	2.77
60~	male	23	71.6	6.29
	female	23	71.3	6.01

2. 실험방법

본 연구에 사용한 실험 기기는 일본 稻葉 人間工學研究所에서 제작한 C.C.No. (Cybernetical Control Number) Tester(행동특성 측정기)를 이용하였으며, 이 C.C.No.란 인간의 행동은 무엇인가를 목적으로 행동하기 때문에 그 응답이 성공하기 위해서는 눈앞의 상황을 판단하고 최선의 대응책을 취하게 되는 것이다. 이러한 점에서 인간의 행동=의지적행동=적용행동 등이라 불리워 지고, 이것들은 머리의 판단과 수족의 동작으로 이루어 지기 때문에 적용행동=머리작용+손발의 작용=판단+동작을 적절히 연결시켜 능률을 높이고 실패없이 빠르게 대응하는 것이 인간의 행동인 것이다. 이와같이 적용행동도 뚜렷한 개인차가 있고 그것을 구체적으로 나타내는 판단의 속도와 동작의 속도를 측정하여 행동타입(적용능력)을 나타내는 구체적인 숫자로 정해지는 것이다.

(1) 동작(민첩성) 실험

민첩성은 체구의 방향전환속도를 나타내고 지적인 판단은 그다지 중시하지 않고 단순히 체구를 움직이는 운동신경과 신경에 의한 근운동 발현의 속도를 나타내는 것이다. 이러한 민첩성은 C.C.No. 테스트기에 좌로 부터 1번, 2번, 3번의 3개의 키가 있어 손가락 한 개로 1번과 3번 키를 번갈아 10초동안 할 수 있는 한 빨리 두드린 수 n'를 피험자 손의 민첩성으로 하고 발동작도 손동작과 같은 방법으로 발 측정기를 이용해 측정하였다.

(2) 판단(기민성) 실험

기민성은 지적인 상황판단에 중점을 둔 대응속도 즉, 상황판단이 빨라서 정확한 응답동작의 빠르기인 것이다. 그리고 상황판단은 주로 사람이나 사물의 지각이 기초로 되며 사물의 지각은 의미를 갖춘 정보 즉, 제2신호계로 불리우는 정보(자극) 판단이다. 사물은 형태로 지각되고 형태는 의미를 갖는 정보인 것이다. C.C.No. 테스트기의 전광판에 10초동안 나타나는 ○△□ 모양을 보면서 바로 그 모양에 정해진 키(○ : 1번, △ : 2번, □ : 3번)를 두드리도록 하여 10초간에 두드린 정답수를 n, 오답수를 X라 하면 n-X를 기민성의 측정치로 하였다. 발의 판단 실험에서도 손의 판단 실험과 같은 방법으로 측정하였다.

이상의 두가지 변수에서 동작과 판단의 소요시간에 대해 검토해 보면 판단실험에 있어서는 10초간의 응답치를 n으로 하면 1회 응답하는데 평균시간 T는 10/n초이다. 이 시간 T는 도형을 보고 어느 키를 두드려야 하는가를 판단하는데 필요한 시간 T₁과 다음 손을 움직여 키를 두드리는 소요시간 T₂와의 합으로 나타난다.

다음으로 동작 실험에서 10초간에 두드린 수를 n'라 하면 1회 두드리는 평균 소요시간은 10/n'초이다. 이 시간을 T₂에 해당하는 것으로 하고 이들 관계를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$T = T_1 + T_2 \text{ ----- (1)}$$

$$T = \frac{10}{n} \text{ ----- (2)}$$

$$T_2 = \frac{10}{n'} \text{ ----- (3)}$$

$$T_1 = T - T_2 = 10\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n'}\right) \text{ ----- (4)}$$

피험자는 실험장치의 정면에 있는 의자에 편안한 자세로 앉게 하고 손의 실험은 사용하기에 편안한 손가락을 사용하여 키를 두드리기에 편안한 위치에서 키를 두드리도록 하였고 발의 실험은 의자에 앉은 자세에서 일상적으로 사용하는 발로 편안한 자세로 키를 두드리도록 하였다. 기민성과 민첩성 실험 모두 각 피험자마다 실험 방법을 익히기 위해 2회씩 예비실험 하였으며 실험의 결과는 2회 본실험을 실시하여 성적이 좋은 값을 사용하였다.

III. 실험결과 및 고찰

Table-2는 연령대별, 성별, 수족 동작 및 판단의 평균과 표준편차를 나타낸 것이다.

Table-2. The Mean & S.D. of Limbs Movement and Judgement with Age.

(unit : times/10sec.)

Age.	Sex	Hand-Move.		Leg-Move.		Hand-Judg.		Leg-Judg.	
		Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.
20	male	52.9	5.39	42.8	8.17	17.3	2.03	15.3	1.95
	female	54.0	6.32	37.1	7.29	17.6	2.10	16.0	1.48
30	male	58.3	12.15	42.3	8.85	16.2	2.07	14.9	2.70
	female	52.8	5.72	40.8	7.57	16.9	3.04	15.9	2.32
40	male	56.2	10.55	47.2	10.05	14.3	3.50	12.4	2.20
	female	43.3	5.86	33.5	8.21	12.4	3.40	11.8	3.10
50	male	48.3	5.51	41.1	2.62	10.2	1.66	8.5	1.30
	female	38.1	7.08	28.5	7.39	10.6	3.80	8.9	4.07
60~	male	36.1	7.63	28.7	11.29	8.6	3.37	7.9	2.43
	female	30.4	7.81	21.8	5.70	7.1	3.36	6.5	2.76

1. 동작(민첩성)속도 분석

각 연령대별로 성별 수족동작 속도의 평균치 차이를 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 T-검정한 결과는 Table-3과 같다.

Table-3에서 보면 20대와 30대의 수족 동작속도의 성별 차이는 없으나 40대 이후부터 연령의 증가에 따라 수족 동작속도는 모두 성별 차이가 나타남을 알 수 있다. 또한 수족 동작속도 모두는 거의 연령의 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내고 있으나 남자 수족 동작속도의 경우는 20대, 30대, 40대의 경우는 비슷하게 나타났으며 50대부터 감소폭이 크고, 여자 동작속도는 연령의 증가에 따라 감소하다 40대부터 감소폭이 큰것으로 나타났고 발동작은 20대보다 30대에서 증가하다가 40대부터 감소폭이 큰것으로 나타나 남자와 여자의 수족동작을 비교할 때 여자의 수족 동작속도 저하 연령이 남자보다 빠르게 나타남을 보였다.

Table-3. The Result of T-test by Limbs Movement with Age

Age.	Limbs	Sex	Ave.	S.D.	p-value
20	Hand	male	52.9	5.39	0.44
		female	54.0	6.32	
	Leg	male	42.8	8.17	0.053
		female	37.1	7.29	
30	Hand	male	58.3	12.2	0.097
		female	52.8	5.72	
	Leg	male	42.6	8.85	0.54
		female	40.8	7.57	
40	Hand	male	56.2	10.6	0.0024*
		female	43.3	5.86	
	Leg	male	47.2	10.0	0.0015*
		female	33.5	8.21	
50	Hand	male	48.3	5.51	0.0003*
		female	38.1	7.08	
	Leg	male	33.2	5.57	0.000*
		female	28.5	7.39	
60~	Hand	male	36.1	7.63	0.016*
		female	30.4	7.81	
	Leg	male	28.7	11.3	0.013*
		female	21.8	5.70	

한편 연령대별 동작속도의 차이를 검증하기 위하여 분산분석한 결과가 Table-4와 같다.

Table-4. The ANOVA table of Movement Speed with Age($\alpha=0.05$)

	SOURCE	ϕ	SS	MS	F	p
Hand	age	4	14261.5	3565.4	53.81	0.000*
	error	194	12854.4	66.3		
	total	198	27115.9			
Leg	age	4	8518.2	2129.5	27.47	0.000*
	error	194	15041.7	77.5		
	total	198	23559.8			

Table-4에서 수족 동작속도는 연령대별로 $\alpha=0.05$ 에서 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났고, 각 연령대별 손동작 속도와 발동작 속도도 $\alpha=0.05$ 에서 유의적인 차이가 있는 것으로 발 동작 속도가 손 동작 속도보다 느리게 나타났다.

2. 판단(기민성)속도 분석

각 연령대별로 성별 수족 판단속도의 평균치 차이를 T-검정한 결과는 Table-5와 같다. Table-5에서는 연령대별 수족 판단속도의 성별 차이는 없는 것으로 나타났고, 수족동작 속도와 마찬가지로 연령의 증가에 따라 성별로 수족 판단속도도 감소하는 경향을 나타내고 있으며 50대 남자 발 판단속도에서 약간의 증가를 보이고 있다. 남자 수족 판단속도의 경우는 들다 60대 이상에서 큰 감소폭을 보이고 여자 수족 판단속도의 경우는 들다 40대에서 큰 감소폭을 보여 수족 판단 속도의 저하연령도 수족 동작속도의 경우와 마찬가지로 여자의 경우가 빠르게 나타남을 보였다.

Table-5. The Result of T-test of Limb Judgement with Age

Age.		Sex	Ave.	S.D.	p-value
20	Hand	male	17.3	2.03	0.5
		female	17.6	2.10	
	Leg	male	15.3	1.95	0.13
		female	16.0	1.48	
30	Hand	male	16.2	2.07	0.4
		female	16.9	3.04	
	Leg	male	14.9	2.70	0.23
		female	15.9	2.32	
40	Hand	male	14.3	3.50	0.18
		female	12.4	3.40	
	Leg	male	12.4	2.20	0.59
		female	11.8	3.10	
50	Hand	male	13.3	2.69	0.72
		female	10.6	3.80	
	Leg	male	13.3	2.23	0.70
		female	8.9	4.07	
60~	Hand	male	8.6	3.37	0.14
		female	7.1	3.36	
	Leg	male	7.9	2.43	0.068
		female	6.5	2.76	

동작속도와 판단속도에서의 이러한 경향은 남자 피험자들은 직업인으로서 사회, 경제적인 활동을 하고 있으며 여자 피험자들은 거의 대부분이 주부로서 경제적, 사회적 활동을 하지 않는 데서 비롯된 빠른 동작 및 속도의 저하라고 생각된다.

한편 연령대별 판단 속도의 차이를 검증하기 위하여 분산분석한 결과가 Table-6과 같다.

Table-6. The ANOVA table of Judgement Speed with Age.($\alpha=0.05$)

	SOURCE	ϕ	SS	MS	F	p
Hand	age	4	2824.21	706.05	83.17	0.000*
	error	194	1646.89	8.49		
	total	198	4471.10			
Leg	age	4	2225.57	556.39	80.80	0.000*
	error	194	1335.97	6.89		
	total	198	3561.54			

Table-6에서 수족 판단속도는 연령대별로 $\alpha=0.05$ 에서 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났고, 각 연령대별 손 판단속도와 발 판단속도는 모두 $\alpha=0.05$ 에서 유의적인 차이가 있는 것으로 발 판단속도가 손 판단속도보다 느리게 나타났다.

3. 동작 및 판단의 소요시간 분석

연령대별 수족동작과 판단의 1회 평균 소요시간의 차이를 분석하기 위하여 성별 구분없이 앞의 식(1) ~ (4)를 이용하여 각 평균치를 계산하면 20대를 기준으로한 연령의 증가에 따른 소요시간의 변화치가 Table-7과 같다.

Table-7. The Value of Variability & Time for a Limbs Movement. & Judement with Age

	Age.	n	n'	Judg-T ₁	value of Var.(%)	Move-T ₂	Value of Var.(%)
Hand	20	17.4	53.4	0.381	0	0.187	0
	30	16.5	55.7	0.425	9.9	0.180	-4.1
	40	13.1	48.5	0.554	43.2	0.206	10.0
	50	10.4	43.6	0.733	89.2	0.230	22.5
	60~	7.8	33.2	0.977	152.3	0.301	60.6
Leg	20	15.6	40.3	0.393	0.	0.248	0
	30	15.4	41.7	0.411	4.4	0.240	-3.4
	40	12.0	39.1	0.575	46.2	0.256	3.1
	50	8.7	35.3	0.869	121.0	0.283	14.2
	60~	7.2	25.3	0.990	151.8	0.396	59.5

Table-7에서 보면 30대의 수족 동작의 1회 소요시간(T_2)은 20대보다 짧으나 수족 판단의 1회 소요시간(T_1)은 20대보다 길게 나타났고 연령의 증가에 따라 수족동작 및 판단의 1회 소요시간은 길어짐을 알 수 있다.

각 연령대별로 수족동작 소요시간의 감소변화폭 보다 수족판단 소요시간의 감소 변화폭이 훨씬 커고 연령의 증가에 따른 변화폭도 판단의 경우가 훨씬 큼을 알 수 있다.

손 판단의 경우는 40대 이후부터 거의 두배에 가까운 빠른 속도로 판단의 저하가 나타나며 발 판단의 경우는 40대 이후부터 빠른 감소폭을 보여 주었으며 손 판단보다는 발 판단의 차이가 50대에서 두드러지게 나타났다.

손 동작의 경우는 60대에서의 감소폭의 변화가 제일 크며 발 동작의 경우도 60대에서의 감소폭의 변화가 제일 큰 것으로 나타났다.

IV. 결론

본 연구에서는 연령대별로 수족동작 및 판단속도의 변화를 비교,분석하여 그 감소폭의 정도를 정량화하고자 하였으며 성별차이의 검증도 하여 연령증가에 따르는 성별 수족동작 및 판단속도에 따른 고령자의 수행 성취도를 분석하였다. 분석 결과로 부터 결론을 요약하면 다음과 같다.

1. 수족 동작속도는 모두 연령의 증가에 따른 유의차가 있으며 특히 40대 이후에서는 수족동작의 성별차이가 뚜렷이 나타나 여자의 경우가 남자보다 느렸다. 또한 여자는 40대 부터 남자는 50대 부터 수족동작 속도의 저하폭이 크게 나타났다.

2. 수족 판단의 속도는 연령의 증가에 따른 유의차가 있었으며 수족 동작속도의 경우와는 달리 성별 차이는 없는 것으로 나타났다. 남자의 수족 판단속도는 60대 이상에서 여자의 수족 판단속도는 40대 이상에서 큰 감소폭을 보여 동작속도와 비교할 때 남자는 높은 연령층에서 여자는 동일한 연령층에서 감소가 있는 것으로 나타났다.

3. 연령대별 수족동작 및 판단의 1회 소요시간으로 분석한 결과는 동작의 경우는 60대 이상의 고연령층에서 판단의 경우는 40대 이상의 고연령층에서 빠른 감소폭을 나타내어 판단의 저하가 동작의 저하보다 빠르다는 것을 알 수 있다.

20대에 비하여 60대 이상의 손동작은 60.6%, 발동작은 59.5%의 감소를 보였으며 손판단은 152.3%, 발판단은 151.8%의 감소를 보였으므로 고령층의 직무는 판단을 요하는 것보다 단순한 동작을 요하는 직무가 바람직 하다고 하겠다.

결론적으로 본 연구는 여러가지 연령별, 성별 특성 가운데 수족의 동작속도와 판단속도를 비교, 분석하여 궁극적으로는 고령자의 근로적응력과 직무설계를 위한 참고자료가 될 수 있으리라 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 한국보건사회 연구원, 지역별 인구추계, 1989
- [2] 徳田哲男ほか, 高齢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
- [3] Herzog, A.R., House, J.S. and Morgan, J.N., "Relations of Work and Retirement to Health and Well-being in Older Age", *Psychology and Aging*, 6 : 202-211, 1991.
- [4] 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.
- [5] 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 Nostrand Reinhold, New York, 1985.
- [6] Sharit, J. and Czaja, S.T., "Aging, Computer-based Task Performance and Stress : Issues and Challenges", *Ergonomics*, 37(4) : 559~577, 1994.
- [7] 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.
- [8] Welford, A. T., "Signal, noise, performance, and age", *Human Factors*, Vol.23, pp.97-109, 1981.
- [9] Welford, A. T., "Between bodily changes and performance: Some possible reason for slowing with age", *Experimental Aging reaserch*, Vol.10, pp.97-109,(1984)
- [10] Crossman, E. R. F. W. and Szafram, J., "Changes with age in the speed of information intage and discrimination." , *Experientia Supplementum*, Vol.4, pp.28-135(1956).
- [11] 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)