

## 손가락 운동계열형태와 타자재료의 길이에 따른 운동효율성 연구 - 숫자타자 운동을 중심으로 -

이 만 영 · 김 선 주 · 최 인 현

고려대학교 부설 행동과학연구소

본 연구에서는 타자행동의 시간적 구조에 미치는 손가락 운동패턴과 타자해야 할 재료의 길이의 영향을 살펴 보았다. 먼저 손가락 운동패턴 결과는, 한 손가락을 반복해서 연속적으로 사용하는 경우가 손가락을 번갈아서 사용하도록 하는 경우보다 타자가 더 효율적이었다. 그러나 동일한 손가락을 사용하지만 위치가 다른 숫자를 연속적으로 타자하게 되는 경우는 손가락의 부담으로 인해 오히려 타자시간이 길게 걸렸다. 손가락을 번갈아 사용하는 경우에도, 집게손가락에서 시작하여 순행방향으로 타자가 이루어지는 경우는 한 손가락을 반복해서 사용하는 것만큼 타자가 용이했다. 아울러 가능한 숫자조합의 갯수에 비례하여 숫자조합의 평균타자시간이 증가함이 관찰되었다. 다음으로 타자할 숫자배열의 길이와 관련해서, 첫번째 타자가 이루어지기까지의 반응지연시간은 숫자의 자리수에 무관하게 약 400msec정도로 관찰되었다. 첫타자시간 이후의 타자시간은 타자할 숫자가 3,4,5자리수인 경우는 고른 타자시간을 보인 반면, 6자리수인 경우는 4번째 숫자에서 급격한 타자시간의 지연이 관찰되었다. 이 결과가 군집화의 개념과 관련해서 논의되었다. 마지막으로 타자할 자료를 한줄 혹은 두줄씩 제시하는 것은 타자시간에 별 영향을 주지 못했다.

타자하기(typewriting), 악기연주하기, 말하기, 및 춤추기 등은 복잡한 운동기술(motor skill)과 그것에 연합된 상징체계(symbol scheme)를 포함한다. 연구자들은 이러한 능력에 관심을 가져 왔는데 그 이유는 그것이 운동행동의 구조와 그 구조와 연합된 형식체계의 조직 간의 관계 혹은 표상에 대한 연구가 될 수 있기 때문이다. 그중에서 특히 타자행동은 널리 행해질 뿐만 아니라 손가락과 손의 복잡한 운동을 요구하고 그 수행을 수량화할 수 있기 때문에 많은 관심의 대상이 되었다. 아래는 타자행동을 계획하고 실행하는 동안의 정보의 흐름(information flow)에 관한 일반적인 모형을 제시한 것이다.

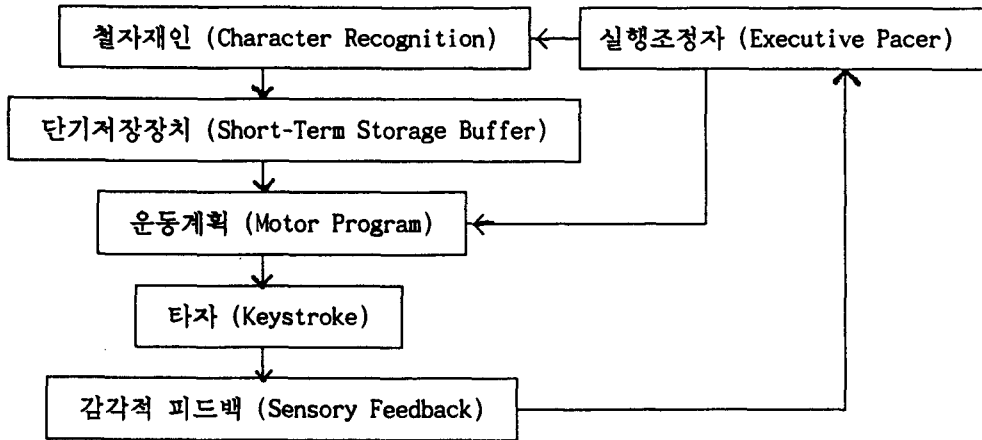


그림 1. 타자행동의 주요단계에 대한 일반적 모형

타자수(typist)는 텍스트로부터 철자들을 지각하는데, 항상 현재 타자하고 있는 철자보다 몇글자 앞서서 읽어가기 때문에 지각했지만 아직 타자가 이루어지지 못한 철자들에 관한 정보를 단기저장장치에 유지시키게 된다. (단, 이 단기저장장치는 용량과 내용인출에 있어서 제한적이다.) 일단 단기저장장치에 보유된 철자들에 대해서는 운동계획이 세워지게 되는데, 운동계획에는 손가락과 손의 근육에 대한 수많은 운동명령이 포함된다. 그리고 이 계획에 따라 타자가 수행되는데, 이때 타자행동에 수반되는 여러 가지 시각적, 청각적인 감각자료가 피드백으로 주어짐과 아울러 텍스트의 성질 등을 고려하여 실행조정자가 전반적인 과정을 조정하게 된다 (Cooper, 1983).

이러한 타자행동을 통해 인지적 혹은 운동적 조직을 연구하기 위해서는 먼저 타자행동의 시간적 구조(temporal structure)에 영향을 줄 수 있는 요인들을 파악하는 것이 필요하다 (Ostry, 1980; 1983). Ostry (1983)는 그러한 요인으로서 손의 움직임, 타자해야 할 단어의 길이 등을 제안하였다. 연속적 타자에서 양손을 번갈아 가면서 사용하는 경우(hand alternation)가 한손을 두번 이상 반복해서 사용하는 경우(hand repetition)보다 타자간 간격(interkey interval)이 짧았다 (Harding, 1933; Lahy, 1924; Shaffer, 1978; Terzuolo & Viviani, 1980) 단어의 길이의 영향은 체계적이지 않았고 대신에 전반적인 단어내 철자의 위치가 거꾸로된 'U'자 곡선(inverted U-shaped curve) 형태로 타자간 간격에 영향을 주었다. 즉 첫번째와 두번째 철자 간 타자간격이 짧았고 그 다음부터 네번째 철자를 타자하기 까지 타자간 간격이 점차로 증가하는 경향이 있었으나 그 이후로는 다시 타자간 간격이 짧아졌다 (Shaffer & Hardwick, 1970; Sternberg, Monsell, Knoll, & Wright, 1978). 이러한 결과는 한 단어만을 타자하거나 혹은 그 단어를 문장안에서 타자하거나에 관계없이 동일했고 타자수들이 단어가 제시되자마자 타자하거나 혹은 단어가 제시되고 몇초간 지연하였다가 타자하거나에 관계없이 동일했다.

이외에도 많은 변인들이 타자행동의 시간적 구조에 영향을 줄 수 있다고 생각되나 본 연구에서는 이러한 변인들 중에서 세가지 변인을 고려하고자 한다. 즉 손가락의 운동패턴, 타자해야 할 재료의 길이, 및 재료의 제시방식이 타자시간에 주는 영향을 살펴 보고자 한다. 이를 위해서 타자해야 할 재료로 단어가 아닌 숫자를 사용하였다. 타자시간에 미치는 손가락 운동패턴의 효과를 보기 위해서 엄지손가락을 제외한 나머지 네 손가락 중 세 손가락의 모든 가능한 조합에 해당하는 숫자조합을 타자하게 하였다. 타자해야 할 재료의 길이효과를 보기 위해서는 3, 4, 5, 6, 및 7자리수의 숫자를 타자재료로 이용하였다. 마지막으로 위의 3, 4, 5, 6, 및 7자리수를 한줄 혹은 두줄의 제시방식을 사용하여 타자하게 하였다. 타자재료로서 숫자를 사용한 이유는 단어의 경우 한 손의 손가락 만을 사용하는 경우가 매우 드물고 그 결과 손가락의 다양한 조합이 고려될 수 없기 때문이다. 뿐만 아니라 숫자는, 단어를 사용하는 경우 단어의 친 속도나 사용빈도 등 그 단어의 특성에 의해 영향받을 수 있는 가능성을 배제할 수 있기 때문에 잇점이 있다.

숫자타자를 위해서는 자판에서의 숫자배열이 다른 QWERTY식 자판, 표준공병우식 자판, 및 개정공병우식자판의 세가지 자판유형을 사용하였다. 아래는 실험에서 사용된 자판의 숫자입력키의 배열을 나타낸 것이다.

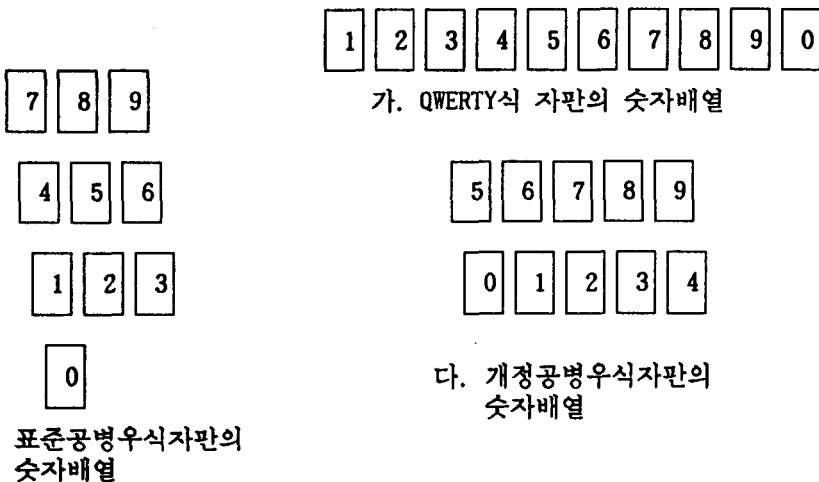


그림 2. 세가지 자판에서의 숫자입력키의 배열

QWERTY식의 경우 '1, 2, 3, 4, 5'의 타자는 왼손이 '6, 7, 8, 9, 0'의 타자는 오른손이 담당하게 되어 있는 반면, 표준공병우식과 개정공병우식은 숫자타자를 모두 오른손이 담당하게 되어 있었다. 그 중에서 QWERTY식의 4, 5, 6, 7과 개정공병우식의 0, 1, 5, 6은 모두 집게손가락이 타자를 담당하며 나머지는 가운데, 네째, 새끼손가락이 나누어 담당하고 있다.

## 방 법

### 피험자

고려대학교 학부생 9명이 실험에 참여하였다. 그들은 이전에 타자기 자판의 숫자입력 효율성을 비교하기 위한 실험에 참여했던 피험자들로서 QWERTY식자판(3명), 표준 공병우식 자판(3명), 혹은 개정 공병우자판(3명)에서 2개월간 숫자타자 훈련을 받은 경험이 있었다. 그들의 평균 타자속도는 분당 160내지 180타 정도였다 (김선주와 이만영, 1991참조).

### 실험재료 및 절차

타자해야 할 숫자재료는 실험목적에 따라 두가지 종류로 구분되었다. 첫째, 손가락 운동계열형태에 따른 타자간 간격 (inter-stroke interval)을 알아보기 위한 목적으로, 각 숫자입력자판의 한 열(row)의 숫자를 조합한 세자리 숫자를 사용하였다. 예를 들어 표준공병우식은 자판의 기본위치(home key)에 있는 '1, 2, 3'으로 세자리 숫자의 조합을 만들었다. 그 결과 모두  $3*3*3=27$ 가지의 숫자조합이 만들어졌다. 개정공병우식은 마찬가지로 기본위치에 있는 '0, 1, 2, 3, 4'로 세자리 숫자조합을 만들었다. (단, 0이 맨앞에 오는 경우는 제외되었다.) 그 결과  $4*5*5=100$ 가지의 숫자조합이 만들어졌다. QWERTY식의 경우는 오른손과 왼손에 대해 별개로 세자리 숫자조합을 만들었다. 왼손에 대해서는 '1, 2, 3, 4, 5'을 조합한  $5*5*5=125$ 개의 숫자조합이 만들어졌고 오른손에 대해서는 '6, 7, 8, 9, 0'을 조합한  $5*5*5=125$ 개의 숫자조합이 만들어졌다. 둘째, 한번에 타자해야 할 숫자조합의 길이가 타자간 간격에 미치는 효과를 보기 위해, 3, 4, 5, 6, 및 7자리수를 사용하였다. 이때 타자해야 할 숫자조합은 자리수별로 만들어진 무선폭자 (random number)였고 이 숫자들은 자리수에 관계없이 무선적으로 제시되었으며, 제시방식에 따라 한줄 혹은 두줄을 제시해 주었다.

모든 실험재료의 제시와 피험자의 반응기록은 IBM-AT 호환기종에 의해 통제되었다. 자극은 한번에 하나씩 무선적으로 화면에 제시되었다. 화면에 숫자가 나타나면 가능한 한 빠르게 그리고 오타가 생기지 않도록 타자하라고 피험자들에게 지시하였다. 피험자들이 타자를 하는 동안 모든 타자에 대한 타자간 간격이 측정되었다. 타자해야 할 시간은 각 조건에 대해 5분씩이었고 5분동안 숫자조합이 반복해서 제시되었다. 결과적으로 피험자들은 손가락 운동패턴의 숫자조합에 대해 5분, 5가지 자리수가 한줄로 제시되는 경우에 대해 5분, 5가지 자리수가 두줄로 제시되는 경우에 대해 5분, 총 15분의 타자시간을 가졌다. 단 QWERTY식 자판의 경우 왼손의 조합에 대해 별도의 5분이 할당되어서 이 자판의 피험자들은 20분간 타자를 해야했다.

## 결 과

타자간 간격에 대한 결과는 자판유형별로 분석되었다. 분석은 세가지 목적에 대해 별도로 행해졌다. 즉 손가락 운동계열형태에 따른 타자간 간격의 비교가 먼저 제시되었고, 숫자의 길이에 따른 타자간 간격의 차이가 그 다음에 제시되었다. 마지막으로 제시방식에 따른 타자간 간격의 차이가 제시되었다.

### 1. 손가락 운동계열형태에 따른 타자시간

각 자판유형 별 손가락 운동계열형태 (혹은 숫자조합)에 따른 타자시간의 평균은 두가지 방식으로 분석되었다. 첫째는 한 숫자조합을 타자하는데 걸린 시간이 숫자조합별로 차이가 있는가를 보는 것이고 둘째는 한 숫자조합내에서 첫번째 타자, 두번째 타자, 및 세번째 타자에 걸린 시간이 타자해야 할 숫자에 따라 차이가 있는지를 보는 것이다. (개별비교는 1sd 사후검증을 사용하였다.) 단, 후자의 분석결과는 지면관계상 첫번째 타자에 대해서만 언급했고 나머지는 제시된 표와 관련해서 축약해서 전반적으로만 요약하였다. 표는 세번째 숫자는 무시하고 첫번째와 두번째 숫자에 근거한 운동계열형태에 따른 타자시간으로 축약하여 제시한 것이다.

#### <표준공병우식>

총 타자시간은 27가지 숫자조합 간에 차이가 있었다 ( $F(26, 219)=3.87, p<.01$ ). 가장 빠른 타자시간을 보인 숫자조합은 '123'과 '111'이었고 가장 느린 타자시간을 보인 숫자조합은 '232', '321', '323', 및 '313' 등이었다. 한 손가락으로 반복해서 칠 수 있는 '111', '222', '333' 등이 비교적 빠른 타자시간을 보였고 손가락을 번갈아서 치는 숫자조합은 이보다 느린 경향을 보였다. 그러나 손가락을 번갈아서 치는 경우에도 '1'로 시작하여 짝게 손가락부터 순행적 순서로 타자를 하게 되는 경우에는 타자가 비교적 쉬운 반면 '3'으로 시작하여 네째 손가락부터 역행적으로 타자하게 되는 경우는 타자가 전자보다 어려운 경향을 보였다.

다음에 제시된 <표1>의 자료는 첫번째와 두번째 숫자에 근거한 운동계열형태에 따른 타자시간을 제시한 것이다. 첫번째 타자해야 할 수로는 '1'이 가장 효율적이었고 다음으로 '2'와 '3'이었다. 숫자배열전체로 볼때는 위에서도 언급했듯이 한 손가락을 반복해서 사용하는 경우인 '11', '22', '33'이 빨랐고, 다음으로 인접한 손가락을 순행적 순서로 타자하는 '12', '23'이 빨랐으며, 손가락을 역행적 순서로 타자하거나 인접하지 않은 손가락을 사용하는 경우는 상대적으로 느린 타자시간을 보였다.

< 표1 > 표준공병우식의 숫자배열에 따른 타자시간의 평균과 표준편차

숫자배열	N	1st stroke	2nd stroke	total
11	34	494.79 ( 64.89)	160.24 ( 45.22)	655.03 (126.60)
12	26	519.81 ( 77.76)	196.77 (105.21)	715.57 (142.14)
13	27	560.89 (135.04)	207.44 (119.43)	768.34 (192.20)
21	27	681.59 (172.70)	230.44 (105.53)	912.04 (198.61)
22	26	525.92 ( 68.22)	171.08 ( 35.12)	697.00 ( 73.04)
23	25	616.00 (149.32)	229.24 (135.06)	845.24 (275.23)
31	27	662.37 (118.83)	212.70 ( 95.50)	875.07 (208.50)
32	27	682.78 (132.66)	224.07 (144.39)	906.85 (172.12)
33	27	563.22 (110.11)	207.07 (121.36)	770.30 (147.71)
	246	587.34 (136.01)	203.05 (106.49)	790.38 (200.36)

<개정공병우식>

총 타자시간은 100가지 숫자조합 간에 약간씩 차이가 있긴 하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다 ( $F(99,287)=.90, p>.10$ ). <표2> 역시 첫번째와 두번째 숫자에 근거한 운동계열형태에 따른 타자시간을 제시한 것이다.

< 표2 > 개정공병우식의 숫자배열에 따른 타자시간의 평균과 표준편차

숫자배열	N	1st stroke	2nd stroke	total
10	19	703.74 (209.28)	296.74 (198.45)	1000.48 (267.45)
11	21	637.14 ( 96.92)	198.62 ( 92.95)	835.76 (211.85)
12	19	837.00 (346.44)	119.16 ( 54.63)	956.16 (376.52)
13	19	725.74 (162.43)	158.79 (116.38)	884.53 (270.29)
14	19	716.05 (250.49)	163.89 (111.58)	879.94 (374.33)
20	18	817.28 (301.37)	190.78 (132.14)	1008.06 (366.26)
21	18	753.56 (239.45)	131.06 ( 42.52)	884.62 (286.31)
22	19	657.68 (280.09)	196.74 (147.17)	854.42 (376.81)
23	19	847.21 (492.60)	117.21 ( 79.45)	964.42 (539.85)
24	20	800.60 (260.30)	125.45 ( 54.92)	926.05 (371.60)
30	21	699.24 (112.97)	196.05 (142.05)	895.29 (229.25)
31	21	788.19 (273.43)	191.43 ( 85.04)	979.62 (454.33)
32	19	834.89 (113.42)	190.21 (140.75)	1025.10 (330.15)
33	21	630.24 (284.08)	161.28 ( 54.38)	791.52 (246.08)
34	21	821.43 (264.50)	125.81 ( 22.21)	947.24 (341.05)
40	21	658.38 (195.12)	195.62 (324.94)	854.00 (282.42)
41	19	753.26 (220.70)	204.68 (152.09)	958.94 (324.09)
42	17	677.59 ( 96.75)	241.12 (282.00)	918.71 (351.00)
43	19	651.84 ( 99.24)	147.11 (122.62)	798.95 (197.09)
44	17	622.94 (168.56)	178.41 ( 27.26)	801.35 (239.65)
	388	731.49	181.54	913.03

숫자조합내의 각 타자에 대해서 분석한 결과로 볼때, 첫번째 타자해야 할 수로 '4'와 '1'이 가장 효율적이었고 다음으로 '3'과 '2'였다. 두번째 타자와 관련해서는 이 자판 역시 한 손가락을 반복해서 타자하는 경우인 '11', '22', '33', 및 '44'가 타자시간이 짧았다. 그러나 나머지 배열유형에서의 경향은 뚜렷하지 않았다.

<QWERTY식>

QWERTY의 경우는 왼손과 오른손의 결과를 별개로 분석한 다음, 두 결과를 비교하였다.

왼손 자료

총 타자시간은 125가지 숫자조합 간에 차이가 있었다 ( $F(124, 456)=1.82, p<.01$ ). 빠른 타자시간을 보인 숫자조합은 '111', '222', '333', 및 '555'처럼 한 손가락을 반복해서 사용하는 경우와 1, 2, 3으로 시작하는 많은 조합들이었고 느린 타자시간을 보인 숫자조합은 '435', '535', 및 '434' 등의 4,5로 시작하는 많은 조합들이었다.

< 표3 > QWERTY식(왼손)의 숫자배열에 따른 타자시간의 평균과 표준편차

숫자배열	N	1st stroke	2nd stroke	total
11	22	621.41 ( 79.58)	223.36 (100.33)	845.77 (214.73)
12	21	611.71 (142.57)	268.95 (113.05)	880.66 (193.33)
13	20	693.15 (137.26)	325.35 (151.67)	1018.50 (227.44)
14	23	606.83 (104.58)	296.87 (184.98)	903.70 (257.27)
15	22	662.59 (202.27)	296.36 (188.31)	958.95 (318.84)
21	22	811.45 (271.21)	211.77 ( 87.67)	1023.22 (358.55)
22	20	683.35 (141.47)	219.35 ( 73.55)	902.70 (199.49)
23	18	751.00 (230.17)	231.61 (105.94)	982.61 (299.09)
24	24	790.79 (248.04)	341.08 (234.70)	1131.87 (306.09)
25	27	772.41 (204.13)	309.56 (119.23)	1081.97 (230.89)
31	24	839.17 (262.62)	236.37 (114.20)	1075.54 (306.09)
32	21	776.67 (181.41)	217.14 (123.36)	993.81 (291.78)
33	26	685.62 (132.41)	201.23 ( 43.64)	886.85 (200.35)
34	25	830.56 (223.62)	220.04 (119.99)	1050.60 (204.75)
35	22	759.95 (127.05)	273.09 (133.19)	1033.04 (183.28)
41	26	909.50 (326.09)	222.12 ( 91.10)	1131.62 (402.00)
42	27	937.56 (303.28)	263.93 (113.98)	1201.49 (321.45)
43	19	969.74 (290.88)	337.37 (212.63)	1307.11 (437.06)
44	28	743.29 (141.75)	198.75 ( 59.06)	942.04 (160.14)
45	28	930.07 (283.67)	263.96 (193.48)	1194.04 (328.06)
51	26	741.62 (179.46)	267.23 (102.24)	1008.85 (262.21)
52	24	753.50 (112.64)	354.67 (140.59)	1108.17 (302.26)
53	22	905.82 (384.71)	368.27 (128.35)	1274.09 (461.39)
54	20	845.30 (321.58)	303.40 (192.40)	1148.70 (421.65)
55	24	738.87 (112.52)	177.96 ( 35.28)	916.83 (133.59)
581		777.48 (239.20)	263.89 (142.20)	1041.29 (313.99)

첫번째 타자해야 할 수로는 '1'이 가장 효율적이었고 '2', '3', '5'가 그 다음, '4'가 가장 비효율적이었다. '5'와 '4'가 비효율적인 이유는 집게손가락이 두 키를 담당하는 데서 오는 집게손가락의 부담을 반영한다. 위의 표와 관련해서 가장 타자가 효율적이었던 배열은 '12', '11', '22', '33', '44', 및 '55'로서 '12'를 제외하면 모두 한 손가락을 반복해서 사용하는 경우였다. 비록 몇몇 예외는 있지만 인접한 손가락을 순행적 방향으로 사용하는 경우도 비교적 빠른 타자시간을 보였다.

### 오른손 자료

총 타자시간은 125가지 숫자조합 간에 차이가 있었다 ( $F(124, 487)=2.02, p<.01$ ). 가장 빠른 타자시간을 보인 숫자조합은 '778', '999', '777', 및 '000'이었고 가장 느린 타자시간을 보인 숫자조합은 '706'과 '077'이었으며 나머지 숫자조합들은 그 중간에서 차이가 없었다.

< 표4 > QWERTY식(오른손)의 숫자배열에 따른 타자시간의 평균과 표준편차

숫자배열	N	1st stroke	2nd stroke	total
66	31	686.65 ( 58.14)	199.90 (107.03)	886.55 (133.67)
67	24	768.54 (164.85)	254.21 (126.94)	1022.75 (256.27)
68	25	844.56 (197.85)	258.12 (131.54)	1102.68 (249.56)
69	25	764.88 (172.40)	230.16 ( 87.08)	995.04 (231.26)
60	21	806.33 (198.69)	203.76 ( 65.50)	1010.09 (216.13)
76	24	886.96 (222.74)	222.42 ( 88.28)	1109.38 (212.75)
77	24	649.08 (137.34)	205.58 (122.41)	854.66 (235.29)
78	29	757.17 (229.66)	218.17 (134.59)	975.34 (286.61)
79	30	765.37 (216.33)	185.97 ( 43.00)	951.34 (224.61)
70	25	761.40 (287.27)	256.40 (155.78)	1017.80 (356.67)
86	25	741.32 (201.41)	245.04 (120.61)	986.36 (325.31)
87	23	701.52 (152.21)	274.57 (327.77)	976.09 (354.04)
88	26	646.58 ( 96.73)	174.46 ( 21.39)	821.04 ( 87.10)
89	22	708.27 (204.52)	227.68 (161.34)	935.95 (211.45)
80	20	756.20 (143.19)	246.70 (119.25)	1002.90 (202.59)
96	23	721.65 (135.72)	363.65 (171.31)	1085.30 (238.65)
97	24	815.54 (226.82)	237.71 ( 89.62)	1053.25 (285.51)
98	25	839.96 (275.34)	253.68 (199.97)	1093.64 (355.88)
99	24	630.00 ( 51.00)	177.29 ( 43.48)	807.29 (125.74)
90	17	763.47 (175.20)	266.76 (198.70)	1030.23 (292.46)
06	21	705.00 (157.50)	342.95 (125.94)	1047.95 (227.78)
07	18	740.78 (195.24)	375.22 (168.92)	1116.00 (276.79)
08	26	763.27 (167.55)	336.77 (179.48)	1100.04 (256.44)
09	29	681.14 (126.46)	335.79 (227.75)	1016.93 (276.51)
00	30	725.67 (144.47)	188.60 ( 40.83)	914.27 (142.94)
611		744.16 (188.89)	248.12 (152.16)	992.28 (267.26)



첫번째 타자해야 할 수로는 '8', '0', '9', '7', '6'의 순으로 타자가 빨랐다. 왼손자료에서와 마찬가지로 '7'과 '6'의 느린 타자가 집게손가락의 부담을 반영한다. 위의 표와 관련해서 타자가 효율적이었던 배열은 '88', '99', '09', '77', 및 '66'으로서 대부분의 경우가 한 손가락을 반복해서 사용하는 경우였다.

### 오른손과 왼손 자료의 비교

왼손과 오른손 각각에 있어서 총타자시간의 평균은 1314 msec와 1242 msec로, 오른손의 타자시간이 왼손의 타자시간에 비해 빨랐다. 왼손과 오른손에 있어서 손가락운동계열 형태에 따른 숫자 타자의 효율성 차이를 살펴보기 위해, 왼손과 오른손에서 동일한 손가락운동계열형태를 나타내는 숫자조합에 대한 총타자시간 간에 상관을 구해 보았다. 예를 들어 왼손이 타자하는 '432'와 오른손이 타자하는 '789'는 양손에서 거울상(mirror-image)으로 동일한 손가락의 운동계열을 야기한다. 거울상으로 대응시킨 왼손과 오른손의 손가락운동계열형태에 따른 총타자시간간의 상관은  $r = 0.2518$  이었다.

다른 한편, 타자해야 할 재료가 숫자인 관계로, 타자의 효율성은 숫자의 서열성에 의해 영향을 받을 수 있다. 위의 왼손자료에서 볼때, 타자의 효율성은 손가락의 운동효율성의 방향성과는 달리, 숫자의 서열성에 따라 영향받음을 알 수 있다. (참고적으로 손가락의 운동효율성은 집게손가락이 가장 높고 뒤로 갈수록 감소한다.) 즉 새끼손가락으로 타자하게 되는 '1'의 타자효율성은 집게 손가락으로 타자하게 되는 '4'나 '5'의 타자효율성보다 높다. 이런 관점에서 볼때 숫자에 대한 타자행동은 손가락의 운동계열형태보다는 숫자의 서열성에 의해 더 많은 영향을 받는 것 같다. 이를 입증해 보기 위해서, 왼손과 오른손에 있어서 숫자의 동일한 서열성을 반영하는 숫자조합에 대한 총타자시간 간에 상관을 구해 보았다. 예를 들어 왼손이 타자하는 '123'과 오른손이 타자하는 '789'는 동일한 숫자의 서열성을 반영한다. 만약 손가락의 운동계열형태보다 숫자의 서열성이 숫자의 타자행동에 더 많은 영향을 준다면, 숫자의 서열성에 따라 대응시킨 왼손과 오른손의 타자시간간 상관은 앞서 얻어진 상관보다 더 높게 나타날 것이다. 결과는 이러한 설명을 지지했다. 즉 숫자의 서열성에 따라 대응시켜 얻어진 왼손과 오른손 타자시간의 상관은  $r = 0.4389$  로, 앞서의  $r = 0.2518$ 보다 더 높게 나타났다. 이러한 결과로 볼때 숫자의 타자효율성은 손가락의 운동효율성보다 숫자의 서열위치에 의해 더 많은 영향을 받음을 알 수 있다.

## 2. 숫자의 길이와 타자항목의 서열위치에 따른 타자시간

각 자판유형 별로, 숫자의 길이와 타자항목의 서열위치별 타자시간의 차이를 분석하였다. 아래 제시된 그림3을 통해 볼 수 있듯이, 타자해야 할 숫자의 길이에 따른 각 타자항목에 대한 타자시간은 자판유형 간에 유사한 경향을 보였다. 먼저 숫자가 제

시되고 첫번째 타자항목을 타자하기까지의 타자시간, 즉 반응지연시간(response latency)은 숫자길이에 상관없이 이후에 제시되는 다른 항목에 대한 타자시간보다 훨씬 길게 나타났다. 반응지연 동안, 타자수(typist)는 타자할 숫자를 인식하고 타자를 수행하기 위한 운동계획(motor program)을 준비하여 타자를 수행하게 된다. Sternberg 등 (1978)에 따르면 첫번째 항목을 타자하기까지의 반응지연시간은 그 다음에 타자해야 할 항목의 수 (Sternberg 등 (1978)의 경우는 제시된 철자수)에 따라 체계적으로 증가한다. 그러나 숫자를 이용한 본 연구에서는 그러한 경향이 나타나지는 않았다.

숫자길이에 따른 타자시간의 변화에서 한가지 특기할 사항은 6자리 숫자의 경우에 4번째 숫자에 대한 타자시간이 거의 첫번째 숫자를 타자하는데 걸린 반응지연시간 만큼 길게 나타났다는 것이다. 이에 대한 한가지 설명으로 타자하는데 있어서의 항목의 군집화(chunking)과정을 들 수 있겠다. 군집화란 단기저장장치(short-term storage buffer)가 한번에 저장할 수 있는 정보의 한계로 인해, 항목들을 한번에 처리하기 용이하도록 적당한 크기로 나누는 과정을 의미하는데, 군집(chunk)을 운동계획과 관련지

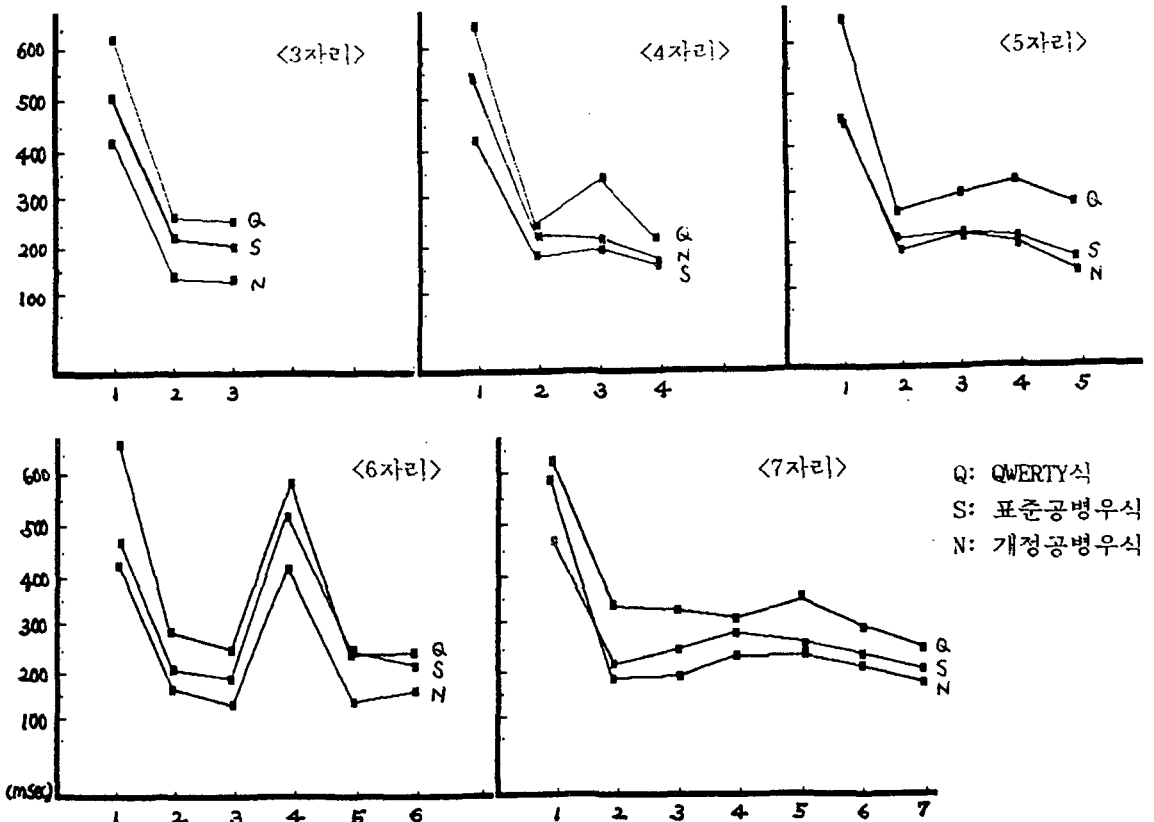


그림3. 타자할 재료의 길이(자리수)에 따른 타자시간의 평균

어 얘기하자면, 하나의 운동계획 안에 포함될 수 있는 항목의 수로도 정의할 수 있겠다. 이런 관점에서 본 연구의 6자리 숫자 타자에서 중간에 느린 타자시간이 포함된 이유를 6자리 숫자가 하나의 군집으로 묶일 수 없음을 보여주는 것이라고 추론할 수 있겠다. 즉 3자리에서 5자리 숫자까지는 하나의 군집으로 형성이 가능하기 때문에 첫번째 항목의 타자 이후에 고른 타자시간을 보인 반면, 6자리 숫자의 경우 한 군집의 범위를 넘어서기 때문에 3항목씩 두개의 군집으로 나뉘서 타자가 수행되었음을 볼 수 있다. 그러나 7자리 숫자의 경우, 표준공병우식과 개정공병우식의 경우는 4번째 항목, QWERTY식의 경우는 5번째 항목에서 약간 느린 타자반응이 나타났지만, 6자리 숫자에서처럼 특정 위치에서 뚜렷한 군집화 경향이 나타나진 않았다. 그러나 전반적으로 4번째 항목 이후에서 타자시간이 길어진 경향을 보인 것은 군집화의 경계선이 4번째 항목 이후에 분산된 결과로 이해될 수 있다.

### 3. 타자해야 할 숫자의 제시방식에 따른 타자시간 : 한줄 제시와 두줄제시의 비교

타자해야 할 숫자를 한줄 혹은 두줄씩 제시한 이유는 단기저장장치(short-term storage buffer)의 존재와 관련된 것이다. 일반적인 타자행동모형에서 타자항목을 재인(recognition)하는 과정과 재인한 항목을 타자하는 운동과정 사이에 단기저장장치를 가정하는데 (Thomas 와 Jones, 1970; Shaffer, 1976), 앞에서도 설명했듯이 이 장치는 지금 타자하고 있는 자극 다음에 제시되는 자극을 미리 재인하여 일시저장하는 기능을 한다. 타자할 숫자가 두줄 제시될 경우는 한줄만 제시되는 경우와는 달리, 첫번째 줄을 타자하면서 그 다음 타자할 두번째 줄을 미리 보고 단기저장장치에 보유할 수 있다는 점에서 두번째 줄의 타자가 더 빠르게 이루어질 수 있을 것이라고 가정할 수 있다.

제시방식에 따라 한줄제시조건과 두줄제시조건에서 첫번째 줄과 두번째 줄에서의 타자시간의 평균이 <표5>에 제시되었다. 제시된 평균은 타자항목 전체를 타자하는데 걸린 총타자시간의 평균이다. 기대와는 달리 두줄제시조건은 두번째 줄에 대한 타자시간의 이득은 관찰되지 않았다. 표준공병우식과 개정공병우식 자판의 경우는 제시방식에 따른 타자시간의 차이가 타자할 숫자의 자리수에 무관하게  $\alpha=0.05$ 수준에서 유의하지 않았다. 단지 QWERTY식 자판의 경우만 제시방식에 따른 차이가 3, 4, 및 7자리수에서만 유의했고(3, 4, 7자리수 각각에 대해  $F(2, 138)=2.61, p<.10$ ;  $F(2, 153)=3.96, p<.05$ ;  $F(2, 132)=2.64, p<.10$ ), 나머지는 유의하지 않았다. 그러나 제시방식 간에 유의한 차이를 보인 조건에서도 예측과는 반대로 두줄제시의 두번째 줄조건이 다른 조건에 비해 타자시간이 느린 것으로 나타났다. 즉 타자할 숫자가 한줄만 제시되는 경우나 두줄조건 중에 첫번째 줄에 제시된 숫자의 타자에 비해 두줄조건은 두번째 줄에 제시된 숫자의 타자는 오히려 더 느리게 이루어졌다.

< 표5 > 제시방식에 따른 자리수별 총타자시간의 평균과 표준편차

자리수	한글제시		두글제시			
	N		N	첫글	N	둘째글
<b>QWERTY식</b>						
3자리	73	1149.52 ( 193.87)	39	1290.21 ( 868.05)	29	1398.86 ( 478.11)
4자리	82	1446.79 ( 280.28)	36	1431.33 ( 214.63)	38	1588.71 ( 331.75)
5자리	74	1803.72 ( 395.81)	34	1893.88 ( 336.53)	36	1898.44 ( 305.56)
6자리	69	2105.96 ( 385.92)	36	2144.25 ( 379.12)	40	2185.45 ( 421.33)
7자리	70	2453.86 ( 479.63)	33	2376.70 ( 389.16)	32	2629.25 ( 477.52)
<b>표준공병우식</b>						
3자리	86	915.65 ( 599.89)	34	965.74 ( 509.49)	43	883.77 ( 489.53)
4자리	61	1264.77 ( 730.25)	45	1261.22 ( 660.38)	34	995.15 ( 650.61)
5자리	67	1239.94 ( 788.71)	37	1484.03 ( 771.86)	36	1367.78 ( 653.73)
6자리	67	1578.70 ( 962.89)	32	1497.59 (1026.54)	26	1724.92 ( 822.01)
7자리	76	1936.72 (1016.36)	31	1539.58 (1181.87)	40	1583.08 (1078.36)
<b>개정공병우식</b>						
3자리	76	849.82 ( 524.86)	56	829.05 ( 524.65)	58	815.78 ( 624.63)
4자리	97	1141.78 ( 626.53)	34	949.62 ( 585.70)	37	1032.27 ( 617.36)
5자리	78	1196.14 ( 808.99)	36	1213.19 ( 680.79)	33	1251.91 ( 700.16)
6자리	76	1367.50 ( 769.06)	43	1373.30 ( 833.54)	36	1315.25 ( 882.57)
7자리	61	1795.69 (1055.10)	36	1574.78 ( 928.54)	39	1587.46 ( 878.28)

## 논 의

본 연구에서는 타자행동의 시간적 구조에 미치는 손가락 운동패턴과 타자해야 할 재료의 길이의 영향을 살펴 보았다. 먼저 손가락 운동패턴에 따른 운동효율성을 살펴 보면, 한 손가락을 반복해서 연속적으로 사용하는 경우가 손가락을 번갈아서 사용하도록 하는 경우보다 타자가 더 효율적이었다. 한 손가락을 반복해서 사용하는 것이 대체적으로 가장 효율적이긴 하지만 개정공병우식과 QWERTY식 자판의 경우 집게손가락이 위치가 다른 두개의 키를 담당하는 관계로 동일한 손가락을 사용하지만 위치가 다른 숫자를 연속적으로 타자하게 되는 경우(예 개정공병우식의 '101' 등)는 오히려 타자시간이 길게 걸렸다. 손가락(오른손)을 번갈아 사용하는 경우에도 집게손가락으로 부터 차례로 순행적인 순서에서 타자할 수 있는 경우(예 '123')는 한 손가락을 반복해서 사용하는 것만큼 타자가 용이했다. 반면에 뒤쪽의 손가락으로 부터 역행적으로 타자가 이루어지는 경우(예 '321')는 타자가 용이하지 못했다.

그러나 QWERTY식에서 왼손타자의 경우는 이와는 약간 경우가 다르다. 즉 왼손의 경우는 새끼손가락부터 숫자의 순서가 시작되므로 집게손가락이 아닌 새끼손가락으로부터 타자가 시작되는 경우에 타자가 용이했다. 실제로 QWERTY식의 경우 숫자의 서열성에 따라 대응시켜 얻어진 왼손과 오른손 타자시간의 상관은  $r = 0.4389$  로 높게 나타났다. 이러한 현상은 숫자의 타자효율성이 손가락의 운동효율성보다는 숫자의 서열위치에 의해 더 많은 영향을 받음을 나타내는 것이라고 할 수 있겠다. 또한 숫자의 전반적인 서열위치상에서 볼때, 1부터 0까지의 배열을 갖는 QWERTY식의 경우 '4', '5', '6', '7'에 대한 타자가 다른 숫자들을 타자하는데 비해 타자시간이 길게 걸렸다. 이 결과는 QWERTY식의 경우 '4'와 '5'를 왼손집게손가락이, '6'과 '7'을 오른손 집게손가락이 타자를 담당하게 됨으로써 발생하는 집게손가락의 부담을 반영하는 것으로 생각된다.

자판유형과 관계없이, 한 숫자조합내에서 타자해야 할 숫자의 위치- 첫번째 타자, 두번째 타자, 혹은 세번째 타자-에 따라 타자시간이 달랐다. QWERTY의 경우 첫번째, 두번째, 및 세번째 위치에서의 평균 타자시간은 각각, 오른손이 744.16msec, 248.12msec, 및 247.00msec, 왼손이 777.48msec, 263.89msec, 및 275.34msec였고, 개정공병우식의 경우 731.49msec, 181.64msec, 및 182.64msec였고, 표준공병우식의 경우 587.34msec, 203msec, 및 195.08msec였다. 즉 모든 자판유형에서 첫번째 타자에 걸린 시간은 두번째와 세번째 타자에 걸린 시간보다 훨씬 길게 나타났다. 이러한 현상은 피험자가 숫자를 지각하고 운동계획을 수립하여 타자를 시작하는데 400내지 500msec가 소요됨을 암시한다고 볼 수 있다. 이 시간을 Sternberg 등 (1978)은 반응지연시간(response latency)이라 불렀다.

위에 제시된 각 자판유형의 평균 타자시간을 살펴보면, 자판유형에 따라 평균타자시간에 약간씩 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 이 차이의 원인을 자판유형별로 사용한 숫자키의 갯수가 달랐기 때문에 가능한 숫자의 조합(혹은 손가락의 조합)이 자판에 따라 차이가 있었다는 것과 관련지어 생각해 볼 수 있다. 가장 조합이 많았던 것은 QWERTY식 자판(오른손, 왼손 각각 125개씩)이었고 그다음이 개정공병우식(100개), 마지막으로 표준공병우식(27개)이 가능한 조합의 양이 가장 적었다. 실제 관찰된 평균 타자시간은 QWERTY식의 오른손 숫자조합이 1239.27msec였고 개정공병우식은 1095.63msec, 표준공병우식은 985.46msec였다. QWERTY식의 왼손 숫자조합의 평균 타자시간은 1316msec였는데 이는 왼손이 오른손보다 타자 효율성면에서 떨어진다는 주장을 입증하는 자료라고 할 수 있다.

다음으로, 타자해야 할 숫자의 길이에 따른 각 타자항목에 대한 타자시간의 차이는 자판유형 간에 유사한 경향을 보였다. 숫자가 제시되고 첫번째 타자항목을 타자하기까지의 반응지연시간은 숫자길이에 상관없이 이후에 제시되는 다른 항목에 대한 타자시간보다 훨씬 길게 나타났다. 그러나 Sternberg 등 (1978)과는 달리 그 다음에 타자해야 할 항목의 수에 따라 체계적으로 영향받지는 않았다. 첫타자 이후의 타자시간

은 3자리에서 5자리 숫자까지는 고른 타자시간을 보인 반면, 6자리 숫자의 경우 4번째 숫자에 대한 타자시간이 거의 첫번째 숫자를 타자하는데 걸린 반응지연시간만큼 길게 나타났다. 이에 대한 한가지 설명으로 타자하는데 있어서의 항목의 군집화(chunking) 과정을 들었다. 즉 6자리 숫자는 한 군집의 범위를 넘어서기 때문에 3항목씩 두개의 군집으로 나뉘서 타자가 수행된 것으로 생각된다. 그러나 7자리 숫자의 경우는, 표준 공병우식과 개정공병우식의 경우는 4번째 항목, QWERTY식의 경우는 5번째 항목에서 약간 느린 타자반응이 나타났지만, 6자리 숫자에서 처럼 뚜렷한 군집화 경향이 나타나진 않았다. 이것에 대한 뚜렷한 원인을 얘기할 수는 없지만, 피험자가 7자리수에 대해서 6자리수까지와는 상이한 방식에서 타자행동을 수행했을 수 있다는 가능성을 생각해 볼 수 있으나, 이에 대해서는 추후 연구가 요구된다고 하겠다.

모든 자리수에서 첫번째 타자에 걸린 시간은 두번째와 세번째 타자에 걸린 시간 보다 훨씬 길게 나타났다. 이것은 앞서서도 언급했던 결과로서, 약 400msec정도의 반응지연시간의 존재를 나타내는 것으로 해석되었다. Sternberg 등 (1978)은 첫번째 항목을 타자하기까지의 반응지연시간이 그 다음에 타자해야 할 철자의 수에 따라 체계적으로 증가하는 것을 보여 주었는데, 본 연구에서는 그러한 경향이 나타나지 않았다. 즉 본연구에서는 자리수에 따라 반응지연시간이 다르지 않았다. 이러한 차이는 그들의 실험과 본 실험의 타자방식에서의 차이에 기인한다. Sternberg 등 (1978)은 철자배열을 미리 제시해서 보게 한 다음 시작 신호와 함께 타자를 수행하게 하는 burst typing 방식을 사용한 반면에, 본 실험에서는 숫자를 제시함과 동시에 복사하듯이 타자를 수행하는 전사타자(transcription typing)방식을 사용하였다. 본 실험에서처럼 전사타자를 수행하는 경우에는 burst typing과는 달리 미리 배열전체를 보는 것이 아니기 때문에, 제시된 숫자배열의 전체길이가 아니라 대체로 한번에 지각할 수 있는 군집의 크기에 의해 반응지연시간이 영향을 받게 된다. 그 결과로 반응지연시간은 타자해야 할 숫자배열의 전체길이, 즉자리수에 따라 다르게 나타나지 않았다.

마지막으로, 타자행동에 있어서 단기저장장치의 영향을 알아보기 위해서 타자해야 할 숫자를 한줄 혹은 두줄씩 제시하였다. 타자할 숫자가 두줄씩 제시될 경우는 한줄만 제시되는 경우와는 달리, 첫번째 줄을 타자하면서 그 다음 타자할 두번째 줄을 미리 보고 단기저장장치에 보유할 수 있다는 점에서 두번째 줄의 타자가 더 빠르게 이루어질 수 있을 것이라고 가정하였다. 그러나 결과는 기대와는 달리 두줄제시조건의 두번째 줄에 대한 타자시간의 이득은 전반적으로 관찰되지 않았다. 단지 QWERTY식 자판의 경우만 제시방식에 따른 차이가 3, 4, 및 7자리수에서만 유의했는데, 그것도 예측과는 반대로 두줄제시의 두번째 줄조건이 다른 조건에 비해 타자시간이 느린 것으로 나타났다. 즉 타자할 숫자가 한줄만 제시되는 경우나 두줄조건 중에 첫번째 줄에 제시된 숫자의 타자에 비해 두줄조건의 두번째 줄에 제시된 숫자의 타자는 오히려 더 느리게 이루어졌다. 이러한 결과는 얼핏보면 단기저장장치의 존재를 부정하는 자료로 해석될 수도 있으나, 그보다는 본 연구의 두줄 제시방식이 단기저장장치를 효율적으로 이

용하게 유도할 만한 제시방식이 아닐 수 있음을 고려해야 한다. 본 연구의 두줄제시조건에서 두개의 숫자배열은 한줄의 간격을 두고 평행하게 제시되었다. 그 결과 첫번째 줄의 숫자배열을 타자한 다음 두번째 줄을 타자하기 위해서는 대각선 방향으로 축점을 이동해야 했을 것으로 생각된다. 그리고 이러한 과정이 두번째 줄의 빠른 타자를 방해했을 수 있다. 따라서 타자행동에 있어서 단기저장장치의 영향을 알아보기 위해서는 제시방식에 대한 체계적인 고려가 뒤따라야 할 것이다.

## 참고문헌

- 김선주와 이만영 (1991). 타자기자판의 숫자배열에 따른 숫자입력의 효율성 비교연구.
- Cooper, W. E. (1983). Introduction. In W.E. Cooper(Ed.), *Cognitive aspects of skilled typewriting*. New York: Spring-Verlag.
- Harding, D. (1933). Rhythmization and speed of work. *British Journal of Psychology*, 23, 262-278.
- Lahy, J. (1924). *Motion study in typewriting*. Boston: World Peace Foundation.
- Ostry, D. J. (1980). Execution-time movement control. In G.E. Stelmach & J. Requin(Eds.), *Tutorials in motor behavior*. Amsterdam: North-Holland.
- Ostry, D. J. (1983). Determinant of interkey times in typing. In W.E.Cooper(Ed.), *Cognitive aspects of skilled typewriting*. New York: Spring-Verlag.
- Shaffer, L. H. (1978). Timing in the motor programming of typing. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 30, 333-345.
- Shaffer, L. H., & Hardwick, J. (1970). The basis of transcription skill. *Journal of Experimental Psychology*, 84, 424-440.
- Sternberg, S., Monsell, S., Knoll, R. L., & Wright, C. E. (1978). The latency and duration of speech and typewriting. In C.E. Stelmach(Ed.), *Information processing in motor control and learning*. New York: Academic press.
- Terzuolo, C., & Viviani, P. (1980). Determinants and characteristics of motor patterns used for typing. *Neuroscience*, 5, 1085-1103.