

작업기억 용량에 따른 무선열 생성과제 수행에서의 개인차*

유 달 내
Bain & Company

이 병 택[†]
서울대학교 의과대학
신경과학교실

조 명 한
서울대학교 심리학과

본 연구는 3개의 실험을 통해 작업기억 용량에 따른 무선열 생성 과제의 수행에서의 개인차를 살펴보았다. 실험 1에서 작업기억 용량이 큰 고풍이 생성한 숫자열이 작업기억 용량이 작은 저폭에 비해 더욱 무선적임이 관찰되었다. 실험 2에서는 억제 능력의 차이가 고풍과 저폭의 무선열 생성에서의 차이에 중요한 요인임을 살펴보고자 하였다. 이를 위해 특정 항목을 명시적으로 금지시켰으며, 결과적으로 고풍과 저폭 모두 무선열 생성 과제의 수행이 나빠졌지만, 그 정도에 있어서 차이는 유의하지 않았다. 실험 3에서는 고풍과 저폭이 동일한 무선열 생성 전략을 사용하도록 지시문을 조작하여 특정 항목의 생성을 암묵적으로 금지시켰고, 결과적으로 실험 1과 실험 2에서 관찰되었던 고풍과 저폭의 수행차가 사라졌다. 이러한 결과는 고풍과 저폭의 무선열 생성과제에서의 수행차가 주로 수행 전략의 차이에 기인함을 시사한다.

주요어 무선열 생성과제, 작업기억, 중앙집행부, 개인차, 억제, 수행 전략

* 본 연구는 한국과학재단 특장기초연구(R01-2000-000-00167-0-2002) 지원으로 수행되었음.

† 교신저자 : 이 병 택, (110-799) 서울시 종로구 연건동, 서울대학교 의과대학 신경과학교실
E-mail: btleee@psych.snu.ac.kr

사람들은 ‘아무렇게나’를 질서가 없음을 뜻하는 것으로 사용하며, 질서정연하게 만들기 위해서는 많은 노력을 기울여야 한다고 생각하는 듯하다. 그러나 무선적으로 선택하거나 행동해야만 하는 상황에서 사람들은 오히려 많은 노력을 기울임에도 불구하고 질서정연하거나 혹은 예측하기 쉬운 반응을 보이게 된다. 이와 같은 흥미로운 현상을 잘 보여주는 대표적인 실험실 연구의 예가 ‘무선열 생성과제(random sequence generation task)’이다.

무선열을 수학적으로 정의하면 ‘모든 반응 후보가 선택될 확률이 동일한 상황에서 복원 추출을 독립적으로 반복했을 때 얻어지는 결과를 나열한 것’이다. 실제 실험 상황에서는 무선열의 의미를 참가자들이 정확하게 이해할 수 있도록 하기 위해 주사위를 굴리거나(Brugger, Monsch, Salmon & Butters, 1996), 상자에서 카드를 뽑는 상황(Baddeley, 1966) 등을 예로 든다. 기존의 연구에서 사용되는 무선열 생성과제는 매우 다양하지만, 그 규칙은 단순하다. 과제의 참가자들은 정해진 개수의 숫자 또는 알파벳과 같은 반응 후보들을 사용하여 무선열을 만들며, 이 때 무선열의 생성 속도 혹은 생성해야 하는 무선열의 길이가 조작된다.

선행연구들을 통해서 알려진 기본적인 사실은 사람들이 생성해내는 무선열이 별로 무선적이지 않다는 것이다(Wagenaar, 1972; Baddeley, 1966). 수학적 의미의 무선열과 비교했을 때, 사람들이 만들어내는 무선열은 몇 가지 특징을 갖는다. 첫째, 사람들은 동일한 숫자의 반복을 필요이상으로 회피하는 반면, 인접한 숫자를 더욱 자주 사용하는 경향을 보인다. 둘째, 숫자들을 골고루 사용하기보다는 특정 숫자를 편중하여 사용하는 경향을 보이며, 일정한 주기 내에 반응 후보들을 전부 사용하려는 경향성을 보여준다(Ginsburg &

Karpiuk, 1994).

사람들이 무선열 생성과제에서 잘 수행하지 못하는 것에 대해, 초기에는 사람들이 잘못된 무선성 개념을 갖고 있기 때문이라고 보았다. 그러나 Tune(1964)은 무선성 개념을 정확하게 이해하고 있는 전문가 집단도 동일한 오류를 보임을 관찰하였다. 즉 이들도 숫자열이나 문자열을 생성하는 속도가 빨라질수록 생성하는 무선열의 무선성이 체계적으로 감소한다. 뿐만 아니라 무선열을 만들 때 사용하는 반응 후보의 개수(set size)를 증가시킬수록 덜 무선적인 배열을 만들어 낸다(Warren & Morin, 1965). 이와 같은 사실은 무선열 생성과제의 수행이 단순히 무선성에 대한 지식의 있고 없음의 문제가 아니라, 제한된 정보처리 용량의 제한을 받는다는 것을 시사한다(Baddeley, 1966).

사람들이 무선적이지 못한 이유를 설명하기 위해 여러 이론들이 등장하였다. Tune(1964)은 사람들이 무선적인 반응을 잘하지 못하는 이유를 기억 능력의 한계 때문이라고 설명하였다. 그에 따르면 완전히 무선적인 배열을 만들려면 각각의 반응 후보들을 몇 번씩 사용했는지를 기억할 수 있어야 하는데, 기억해야 할 내용이 기억 용량의 범위를 초과할 때 사람들이 만든 무선열은 무선적이지 못하게 된다는 것이다. 그러나 오늘날 연구자들은 무선열 생성과제에서 기억과정의 중요성을 중요시하지 않는다. 오히려 Brugger (1997)는 자신의 지난 반응을 기억하는 것이 비 무선성의 원인이 될 수 있다고 보았다.

오늘날에는 사람들의 비무선성 현상을 설명하기 위해 무선열 생성과제에 필요한 여러 단계의 과정을 가정하고, 이를 명세하고자 한다. Jahanshahi와 Dirnberger(1999, pp.181-182)는 무선열 생성과제에 수반되는 처리과정을 크게 네 가지로 정리하였다. 첫째, 무선열 생성에 사용될 반응 후보

들에 대한 정보와 자신이 장기기억에 가지고 있는 무선성 개념의 통합, 그리고 그것을 과제를 수행하는 동안 작업기억 안에 유지하는 것이 필요하다. 둘째, 적절한 반응을 선택하거나 혹은 무선성에 대한 지시, 개념을 위반하는 것으로 보이는 전형적 반응의 억제에 관여하는 생성 전략(production strategy)이 필요하다. 셋째, 생성하는 무선열을 감찰(monitors)하고 최근에 만든 반응과 스스로 가지고 있는 무선성의 개념을 비교하는 과정이 필요하다. 마지막으로 만일 생성한 배열이 스스로 가지고 있는 무선성의 개념에 어긋난다고 지각했을 때 생성전략을 수정하거나 다른 것으로 변화시키는 것이다.

그들의 연구가 무선열 생성과정의 중요한 과정을 잘 기술하고 있는 것은 사실이나, 무선열 생성 과정에 대한 실증적인 연구가 부족하다는 점과 생성전략이 구체적으로 무엇인지를 밝히지 않았다는 점은 그들 연구의 한계라고 할 수 있다. 이러한 한계에도 불구하고 오늘날 이루어진 합의는 무선열 생성과제가 작업기억의 중앙집행부의 기능을 필요로 한다는 것이다. 비록 무선열 생성과제에 국한하여 주장한 것은 아니지만, Shallice와 Burgess(1993)에 따르면, 생성 전략의 집행, 감찰, 수정의 과정은 곧 작업기억의 중앙집행부의 기능이기 때문이다.

오늘날 작업기억의 중앙집행부의 기능을 확인하는 한 가지 접근법은 개인차를 통한 연구이다. 특히 작업기억 과제와 관련한 개인차 연구가 풍부하게 이루어지고 있다. 작업기억 용량이 크다고 가정되는 고품과 작다고 가정되는 저품은 다양한 수준의 언어처리과정, 즉 다의어 해소과정(이병택, 2002a), 통사처리(King & Just, 1991), 정합적 연역추리(안중찬, 1999), 어휘 학습(Daneman & Green, 1986) 등 거의 모든 언어 영역에 걸쳐서 개인차를 보였다. 이러한 개인차가 관찰되는

것은 굳이 언어처리에만 국한된 것은 아니다. 언어적 유창성 과제(verbal fluency task; Rosen & Engle, 1997), 추론(Kyllonen & Christal, 1990), 방해자극이 있을 때의 지각과제(Conway, Tuholsky, Shisler & Engle, 1998) 등의 다양한 과제에서도 작업기억에 따른 개인차가 관찰되었다. 따라서 무선열 생성과제가 작업기억의 기능을 반영하는 것이라면 우리는 이 과제의 수행에서도 개인차를 예측할 수 있을 것이다.

무선열 생성과제에서 개인차 연구가 전혀 없었던 것은 아니다. 예를 들어, 환자집단을 대상으로 이루어진 개인차 연구들(개관을 위해서는 Brugger, Monsch, Salmon & Butters(1996)를 보라; Spatt & Goldenberg, 1993)이 있었지만, 이러한 연구들이 작업기억의 틀 내에서 이루어진 것이 아니라는 한계가 있다. 따라서 정상인을 대상으로 관찰되는 개인차를 작업기억의 개념 틀 내에서 설명할 수 있다면, 이것은 무선열 생성과정과 작업기억의 중앙집행부 기능에 대한 이해에 도움이 될 것이다.

이를 위해 본 연구에서 가장 먼저 찾아야 할 사실은 고품과 저품간의 무선열 생성과제에서의 개인차를 살펴보는 것이었고, 실험 1에서 이를 살펴보고자 하였다. 실험 2와 실험 3에서는 실험 1에서 관찰되는 무선열 생성 과제 수행에서의 개인차가 억제기제와 생성전략에서의 차이로 설명될 수 있는지를 살펴보고자 하였다. 특히 실험 2에서는 과제수행시에 좀 더 직접적으로 억제를 조작하여 무선열 생성과제에서 억제의 역할을 살펴보고자 하였다. 일반적으로 고품이 부적절 정보를 잘 억제할 수 있음을 고려할 때, 이러한 억제의 효과는 고품과 저품간의 개인차와 높은 상관이 있을 것으로 기대할 수 있다. 마지막으로 실험 3에서는 실험 2에서 관찰되던 억제 효과에서의 개인차가 적절한 지시를 통해 생성

전략을 달리했을 때, 사라질 것인지를 살펴보고자 하였다.

무선열 생성과제 수행의 평가

무선성이라는 개념 자체는 비교적 단순하다. 그러나 정작 수행의 무선성을 평가하는 것은 결코 단순하지 않다. 무선성이라는 개념은 길이나 무게와 같이 직접적으로 관찰될 수 있는 성질의 것이 아니다. 따라서 무선성을 측정하기 위해서는 무선성에 대한 특정의 정의로부터 벗어난 정도를 측정할 수밖에 없다(Towse & Neil, 1998). 이것은 무선성을 여러 차원에서 조작적으로 정의하는 것을 가능케 한다. 실제로 하나의 지표가 다양한 차원을 동시에 반영하기 어렵기 때문에, 무선열을 적절하게 평가하기 위해서는 복수의 지표를 사용할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서도 NSQ(Guttman's Null-Score Quotient), RNG(Random Number Generation), A (Adjacency)와 같은 복수의 지표를 사용하여 무선성을 측정하고자 하였다.

이들 가운데, 특히 심리학 실험에서 많이 사용되는 지표는 RNG라고 할 수 있다. 본래 RNG는 Evans(1978)에 의해 개발된 지표로 생성된 무선열을 순서쌍 수준에서 분석하여 구한 값이다. n개의 반응 후보가 있을 때 만들어질 수 있는 모든 순서쌍의 수는 $n \times n$ 행렬이 될 것이다. RNG는 이행렬상에서 반응들이 고르게 분포하는지 혹은 특정 순서쌍에 집중되어 있는지를 반영한다. RNG는 0에서 1사이의 값을 가지며 0에 가까울수록 순서쌍들이 고르게 퍼져있음을 의미한다. 무선성이라는 것은 모든 반응 후보가 선택될 확률이 동일한 것을 가정하므로 RNG값이 더 작을수록 무선적이라고 할 수 있다. RNG값을 구하는

공식은 다음과 같다. 아래의 식에서 n_i 는 특정 숫자 i 가 사용된 빈도를 의미한다.

$$RNG = \frac{\sum n_{ij} \log \frac{n_{ij}}{n_i}}{\sum n_{ij} \log \frac{n_{ij}}{n_i}}$$

두 번째 지표인 NSQ(Guttman's Null-Score Quotient)는 Towse와 Neil(1998)이 NS(null-score) 지표를 반응 후보의 개수에 독립적인 지표로 개선한 것이다. 본래 NS 지표는 Brugger, Monsch, Salmon & Butters (1996)의 연구에서 사용된 지표로, 만들어진 무선열을 두 개 단위로 끊어 순서쌍을 만들었을 때, 한 번도 사용되지 않은 순서쌍의 개수를 의미한다. 이 값은 n개의 반응후보가 사용되었을 때, 0에서 n^2-1 사이의 값을 가진다. Brugger 등(1996)은 알쓰하이머 유형의 치매환자들이 만든 무선열은 정상인이 만든 무선열에 비하여 NS값이 더 큰 것을 관찰하였다. 그러나 반응 후보의 개수에 따라 값의 최대치가 달라지기 때문에, 이 점을 개선한 것이 NSQ이다. NSQ는 그 값이 숫자들이 그 이전 숫자와의 관계에서 고르게 선택되었음을 의미한다. 따라서 어떤 숫자열이나 문자열의 NSQ값이 작을수록 더 무선적이라고 볼 수 있다. 정확한 NSQ의 계산 방법은 다음과 같다.

$$NSQ = 100 \times \frac{\sum NS}{n^2 - 1}$$

마지막으로 A는 전체 순서쌍 중 반응 후보가 인접한 순서대로 사용된 쌍의 비율을 의미한다. 사람들이 만든 무선열에는 '1-2' 또는 'A-B'와 같이 인접한 순서로 반응후보가 사용되는 비율이 높다(Wiegersma, 1984). 인접한 숫자들이 반복적으로 나열되는 것은 가장 전형적인 패턴이기 때문에, A는 전형성 점수(stereotyped score)라고 불리기

도 한다. 이 지표는 무선적이지 않은 반응을 억제하는 것을 가장 직접적으로 반영하는 것으로 간주되는 지표이다(Linden, Beerten & Pesenti, 1998; Towse & Valentine, 1997). A값이 크다는 것은 인접한 숫자쌍이 많이 사용되었다는 것을 의미하며, 따라서 이 값이 기대 수준보다 크면 클수록 덜 무선적이라고 할 수 있다. 계산식은 아래와 같다.

$$A = 100 \times \frac{\text{인접한 숫자로 구성된 순서쌍의 개수}}{\text{전체 순서쌍의 개수}}$$

실험 1: 무선열 생성과제에서 작업기억 용량에 따른 개인차

Engle, Kane, 및 Tuholski(1999, p104)는 읽기폭 검사와 같이 작업기억의 용량을 측정하는 검사에서 나타나는 개인차는 주로 통제된 주의 성분의 차이에 의한 것이라고 보았다. 따라서 작업기억 용량의 개인차는 '(1) 과제의 목표가 작업기억에 활성화되어 유지되지 않으면 잊어버리게 될 때, (2) 반응을 준비하거나 실행하는 동안 행동간에 경합이 발생하여 조정이 필요할 때, (3) 오반응을 방지하기 위해 행동간 경합을 해소해야 할 때, (4) 방해나 간섭 자극이 있는 상황에서 어떤 정보를 유지하고 있을 필요가 있을 때, (5) 과제에 부적절한 정보를 억제할 필요가 있을 때, (6) 오반응을 감찰하고 수정하는 작업이 통제적이고 노력을 요할 때, (7) 기억을 통제적이고 계획적으로 탐색하는 것이 유용할 때'와 같이 통제된 주의의 사용이 요구되는 과제에서 관찰되는 것이라고 주장하였다. Engle 등의 통제된 주의 개념은 Baddeley(1986)의 작업기억 모형에서 중앙집행부에 해당하는 것이기도 하다. 따라서 위에 정리된

상황들은 곧 중앙집행부가 개입되는 상황이라 할 수 있을 것이다.

이런 측면에서 무선열 생성과제 역시 중앙집행부가 개입되어야 하는 과제라고 할 수 있다. 왜냐하면 좀 더 무선적인 숫자열을 생성하기 위해서는 이전에 생성했던 문자열을 감찰하고 기억하며, 여러 반응 후보들이 경합하는 가운데 하나의 임의의 후보를 선택해야 하고 이 과정에서 자주 사용한 문자열을 적절히 억제해야 하는데, 이러한 처리가 곧 중앙집행부의 기능을 필요로 하는 것으로 보이기 때문이다. 따라서 다른 종류의 작업기억 과제에서 개인차가 관찰되었듯이 무선열 생성 과제의 수행에 있어서도 작업기억 용량의 개인차에 따르는 수행차가 존재할 것이다. 그리고 그 수행은 작업기억 용량이 큰 고품이 작업기억 용량이 작은 저품보다 더 무선적인 숫자열을 생성하는 양상으로 나타날 것이다.

방법

참가자. 심리학 개론 또는 인간관계 심리학을 수강하는 서울대학교 학부생 73명이 실험에 참가하였다. 실험의 참가는 과목의 이수를 위해 요구되는 사항이었다. 이들 중 읽기폭이 4이상인 고품이 27명, 읽기폭이 3과 3.5인 중품이 24명, 읽기폭이 2.5 이하인 저품이 22명이었다. 이중 저품의 1명은 결과 기록에 실패하여 분석에서 제외하였다. 그리고 결과의 분석은 개인차를 분명하게 대비시키기 위해 저품과 고품에 대해서만 실시되었다.

기구. 486급 개인용 컴퓨터를 사용하여 지시문과 자극의 제시, 시간 통제 등이 이루어졌다.

절차. 실험은 크게 두 부분으로 구성되어, 작

업기억 용량을 측정하기 위해 먼저 읽기폭 검사를 실시한 후, 0부터 9까지의 숫자를 이용하여 무선적인 숫자열을 생성하도록 하는 전형적인 무선열 생성과제를 실시하였다. 읽기폭 검사는 Daneman과 Carpenter(1980)의 읽기폭 검사를 우리 말로 고안한 이병택(1995)의 읽기폭 검사가 사용되었다. 이병택, 김경중, 조명환(1996)에 따르면 읽기폭 검사는 통사처리, 부적절 의미의 억제 등 다양한 수준의 인지처리과제에서 개인차를 변별하는데 효과적이다. 또한 이 검사는 일정한 수준 이상의 신뢰도를 갖추고 있기도 하다(이병택, 2002b).

읽기폭 검사를 수행한 후, 참가자들은 0부터 9까지 10개의 숫자들을 사용하여 1초당 하나의 숫자를 말하여 총 100개의 숫자로 이루어진 숫자열을 만들며 무선열 생성과제를 수행하였다. 무선적인 숫자열이라는 개념의 이해를 돕기 위해 Baddeley(1966)의 실험에서 사용된 지시의 예를 따랐다. 즉, 참가자에게 0부터 9까지의 숫자가 쓰여진 열 개의 카드가 들어있는 상자를 상상하도록 지시하였다. 이 상자에서 한 장의 카드를 뽑아 숫자를 확인하고 다시 카드를 넣어 잘 섞은 뒤 이 과정을 계속 반복했을 때 만들어지는 숫자열을 무선적인 숫자열의 예로 사용하였다.

참가자들은 일정한 속도를 유지할 수 있도록 하기 위해 컴퓨터에서 1초 간격으로 소리가 나

도록 했다. 참가자들은 본 시행에 들어가기 전, 1초 간격으로 제시되는 소리를 듣고, 5-6개의 숫자열을 만들어보는 짧은 연습시행을 수행하였다. 참가자들의 반응은 녹음되었으며, 동시에 실험자가 기록하였다.

결과 및 논의

참가자들이 생성한 숫자열의 무선성을 NSQ, RNG, A의 세 가지 지표를 사용하여 분석하였다. 세 가지 지표의 읽기폭 집단별 평균을 표 1에 제시하였다. 표 1에서 볼 수 있듯이, 고품과 저품의 RNG에서 유의한 차이가 관찰되었다($F(1, 46) = 4.47, MSE = 0.0019, p < .05$). 이 결과는 고품의 RNG값이 저품에 비해 낮았기 때문이다. 또한 NSQ에서도 고품과 저품간의 유의한 차이가 있었다($F(1, 46) = 6.17, MSE = 22.68, p < .05$). 이 결과는 고품이 저품에 비해 낮은 NSQ를 보인 결과를 반영한다. RNG와 NSQ의 정의상 그 값들이 작을수록 해당 숫자열은 더 무선적이라고 할 수 있다. 따라서 본 실험의 결과는 고품이 저품에 비해 더욱 무선적으로 숫자열을 생성한 것으로 해석될 수 있다.

그러나 A 지표에서는 고품과 저품간의 차이가 통계적으로 유의하지 않았다($F(1, 46) = 2.15, MSE = 38.84$). 이 결과는 의외로 받아들여질 수 있는데, 왜냐하면 억제능력의 차이가 고품과 저

표 1. 읽기폭 집단에 따른 NSQ, RNG, A 지표의 평균

읽기폭	지표		
	RNG	NSQ	A
고품 (N = 27)	.300 (.009)	43.02 (.10)	28.22 (1.19)
저품 (N = 21)	.327 (.009)	46.46 (.91)	30.86 (1.35)

* 괄호 안은 표준오차

폭의 수행차의 주된 원인이라면 억제 측면을 가장 직접적으로 반영하는 것으로 알려진 A에서 집단간 차이가 가장 잘 반영되어야 하기 때문이다. 그럼에도 불구하고 A 지표에서 개인차가 관찰되지 않은 본 실험의 결과는 무선열 생성과제에서의 개인차가 억제기제에서의 개인차에 기인하는 것이 아닐 가능성을 시사한다. 따라서 후속 실험에서는 억제기제에서의 차이가 무선열 생성과제에서의 개인차를 잘 설명할 수 있는 지를 좀 더 직접적으로 살펴보고자 하였다.

실험 2: 억제가 요구되는 무선열 생성과제에서의 개인차

무선열 생성과제에서의 개인차의 가능성으로 가장 주목받는 원인들 가운데 하나는 억제능력에서의 차이를 들 수 있다. 특히 작업기억 용량에 따른 억제능력에서의 개인차는 여러 실험 연구를 통해서 검증된 바 있다. 예를 들어, Rosen과 Engle(1997)은 제한된 10분 동안 최대한 많은 동물의 범주에 속하는 예를 인출해내는 언어적 유창성 과제에서 작업기억에 따른 개인차를 관찰하였다. 언어적 유창성 과제에서 사람들은 반응군(cluster)을 형성하면서 범주의 사례를 인출하는 것이 전형적이다. Rosen과 Engle의 모든 실험에 걸쳐 고품은 저품보다 더 많은 범주 예를 인출하였다. 뿐만 아니라 범주 예의 반복이 허용된 조건에서 고품은 110개의 범주 예를 인출하는 동안 28개의 항목만을 반복하였으나 저품은 산출한 100개의 범주 사례 가운데 절반에 가까운 무려 45개의 항목을 반복하였다. Rosen과 Engle은 저품이 이미 인출한 범주 사례로 인하여 발생하는 간섭 때문에 새로운 범주 사례에 접근하는데 어려움을 겪는 것으로 해석하였다. 반면 고품은

자신이 이미 인출한 사례를 성공적으로 억제하였기 때문에 새로운 사례의 산출을 더욱 용이하게 할 수 있었다고 보았다.

실제로 무선열 생성과제에서 억제능력의 중요성을 시사하는 연구들이 있다. 사람들이 무선열을 잘 생성하지 못하는 것은 기존의 경험과 학습을 통해 강한 연합이 형성되어 있는 전형적인 패턴들에 의해 영향받기 때문이다. 즉 인접한 숫자열 혹은 인접한 알파벳과 같은 전형적인 패턴들은 자동적으로 생성되는 경향이 있다. 이를 적절히 억제하지 못한다면 참가자들은 많은 전형적 패턴들이 포함된 무선열을 생성하게 될 것이고, 이것은 무선성을 해치는 결과를 낳게 될 것이다. 실제로 동시과제를 사용했을 때나 무선열 생성 속도를 빠르게 했을 때 전형적 패턴의 비율이 체계적으로 증가한다(Baddeley, 1966). 뿐만 아니라 노인집단과 청년집단의 무선열 생성과제 수행을 비교했을 때도 개인차가 관찰되어, 노인집단이 생성한 무선열이 덜 무선적임이 관찰되었다(Linden, Beerten & Pesenti, 1998).

이러한 연령에 의한 수행차의 핵심적인 원인으로 지적된 것 역시 억제능력의 차이였음을 고려할 때, 억제능력의 차이가 무선열 생성과제 수행에서 기대되는 개인차의 핵심적인 원인일 가능성이 높고, 이러한 개인차는 다시 작업기억에서의 차이로 설명이 가능할 것이다. 앞서 소개한 대로 피험자들이 만든 배열의 무선성을 평가하기 위해 여러 가지 지표들이 사용된다. 고품이 생성하는 배열이 저품의 그것보다 더욱 무선적이라면 이러한 차이는 여러 지표에 모두 반영될 것이다. 특히 억제능력에서의 차이가 두 집단의 차이의 핵심이라면 이 차이는 전형적인 패턴이 반응에 많이 포함된 정도의 지표인 A값에 민감하게 반영될 것이라고 기대할 수 있다. 그럼에도 불구하고 우리는 실험 1에서 A값에서 고품과 저

폭간의 유의한 차이를 관찰하지 못하였다. 이러한 결과는 무선열 생성과제에서의 개인차가 억제기제에서의 개인차에 기인하는 것이 아닐 가능성을 시사하며 무선열 생성과 억제간의 관계에 관해 더욱 직접적인 실험의 필요성을 제기한다. 따라서 본 실험에서는 억제기제와 무선열 생성과제에서의 개인차를 좀 더 직접적으로 살펴보기 위해 구성되었다. 이를 위해 본 실험에서는 억제 부담의 조작을 통해 증가된 억제의 부담이 고품과 저품간에 차별적인 영향을 미치는 지를 살펴보고자 하였다.

억제의 부담만을 선별적으로 증가시키는 조작 가운데 널리 쓰이는 조작은 억제를 많이 요구하는 과제를 동시과제로 실시하는 것이다. 그러나 동시과제 조작은 그 자체로 가지는 문제가 있다. 즉, 동시에 성격이 다른 두 가지 이상의 과제를 처리해야 하는 것 자체가 억제 기능과는 별도로 중앙집행부의 개입을 필요로 할 가능성이 있기 때문이다(Baddeley, 1996). 따라서 본 실험에서는 하나의 과제 안에서 억제 부담을 증가시켜 이러한 문제를 최소화시키고자 하였다.

이를 위해 참가자들은 실험 1과 동일한 방법으로 무선열 생성 과제를 수행하되, 이때 0부터 9까지의 숫자 중 4와 7의 사용을 금지시켰다. 이러한 조작은 0부터 9라는 일정한 반응 세트 안에 특정 숫자의 사용만을 억제하도록 요구하며, 따라서 기존의 무선열 생성과제의 수행에서 필요한 전형적인 반응의 억제에 더하여 추가적인 억제 부담을 가져오게 될 것이다.

이러한 추가적인 억제 부담의 조작은 이미 Towse와 Valentine(1997)의 실험 2에서 사용된 바 있다. 그들은 특정 숫자의 사용을 금지한 '억제 조건'과 무선열을 생성할 때 정해진 숫자를 다른 숫자와 동일하게 사용하되, 단 특정한 행동, 즉 '손가락으로 책상 두드리기'만을 하면 되는 '기

억조건'에서의 수행을 비교하였다. 그들이 관찰한 결과는 RNG값에서는 두 조건 모두 동시과제 조작이 없는 통제조건에 비해 수행이 저하되는 것으로 드러났으나, 그 저하되는 정도에 있어서 통계적으로 유의한 차이가 없었다는 점이다. 그러나 억제를 민감하게 반영하는 A값에서는 억제 조건에서의 수행 감소가 유의했으나 기억조건에서의 수행감소는 유의하지 않아 차별적인 결과를 보였다. 이와 같이 Towse와 Valentine의 결과는 일부 숫자의 사용을 금지하는 조작이 억제의 부담을 가중시키는데 효과적임을 보여준다.

그렇다면 억제의 부담을 가중시키는 조작이 고품과 저품의 집단에게 각기 어떠한 영향을 가져올 것인가? 첫째, 증가된 억제 부담은 고품과 저품 모두에서 수행의 저하를 가져올 것으로 보여진다. 그러나 고품과 저품의 수행차의 주된 원인이 억제 능력의 차이에 있다면, 이렇게 증가된 억제의 부담은 고품보다 저품의 수행을 더 크게 손상시킬 것이다. 따라서 이러한 수행의 저하는 비효율적인 억제 기제의 저품에게서 더욱 뚜렷할 것이고, 실험 1에서 유의한 차이를 보이지 않았던 지표 A에서 고품과 저품의 차이가 유의하게 관찰될 것이다.

방법

참가자. 심리학 개론 혹은 인간관계 심리학을 수강하는 서울대학교 남녀 대학생 67명이 실험에 참가하였다. 실험의 참가는 과목의 이수를 위해 요구되는 사항이었다. 이들 가운데, 고품 22명, 중품 25명, 저품이 20명이었으며, 저품과 고품만이 결과분석에 포함되었다. 읽기폭 집단 구분의 기준은 실험 1과 동일하였다.

기구. 실험 1과 동일하였다.

표 2. 실험 2에서 읽기폭 집단에 따른 NSQ, RNG, A 지표의 평균

읽기폭	지표		
	RNG	NSQ	A
고폭 (N = 22)	.384 (.008)	32.47 (1.18)	28.00 (1.47)
저폭 (N = 20)	.409 (.010)	36.51 (1.22)	30.40 (1.65)

* 괄호 안은 표준오차

절차. 다만 무선열을 만들 때 사용되는 0에서 부터 9까지의 숫자들의 집합 가운데 4와 7의 사용을 명시적으로 금지한 조작을 제외하고, 모든 절차는 실험 1과 동일하였다. 참가자들이 4또는 7을 사용한 경우에도 계속 숫자열을 만들게 했으며, 숫자열의 무선성 분석에서는 4와 7을 제외하였다.

결과 및 논의

참가자들이 생성한 숫자열의 무선성을 실험 1에서와 마찬가지로 RNG, NSQ, A의 세 가지 지표를 계산하였고, 표 2에 제시하였다. 이러한 각 지표의 계산에는 4와 7의 반응을 제외하였다.

RNG와 NSQ를 기준으로 분석한 결과들은 실험 1과 대체로 동일하였다. 먼저 RNG 지표에서 고폭과 저폭의 유의한 경향의 차이가 있었으며 [$F(1,40) = 3.671, MSE = 0.0017, p = .063$], 이 차이는 고폭의 RNG값이 저폭에 비해 낮았기 때문이다. 또한 NSQ 지표에서도 고폭과 저폭 두 집단의 유의한 차이가 있었으며 [$F(1,40) = 5.616, MSE = 30.45, p < .05$], 이 결과는 고폭의 NSQ 값이 저폭에 비해 낮은 것에 기인한다. RNG와 NSQ 지표의 결과는 억제 부담이 가중된 조건에서도 두 집단의 무선열 생성 수행의 차이가 여전히 유지되고 있음을 보여준다. 그러나 A값에서는 여전히 통계적으로 유의한 집단간 차이가 없었다

[$F(1,40) = 1.175, MSE = 52.19$]. 이 결과는 무선열 생성과제에서 관찰되는 고폭과 저폭의 개인차가 억제기제에 의함이 아닐 가능성을 더욱 강하게 시사한다.

실험 3: 수행 전략 조작을 통한 무선열 생성 수행의 변화

본 실험에서는 고폭과 저폭이 채택한 수행전략의 차이가 무선열 생성과제에서의 수행차를 가져왔을 가능성을 검증해 보고자 하였다. 여기서 다루어지는 ‘수행 전략’은 Baddeley(1996), 혹은 Baddeley, Emslie, Kolodny 및 Duncan(1998)이 사용한 인출계획(retrieval plan)과는 다소 구분되는 개념이다. Baddeley 등(1998)에 따르면 인출계획은 ‘그냥 내버려두면 무선적이지 않은 결과를 생성하는 것으로, 숫자열의 경우 차례로 증가하는 것이나 자신의 전화번호 같은 것이 바로 인출계획의 예’로, 과제를 어떻게 수행할 것인가에 대한 전체적인 틀이 아니라 다양한 반응패턴들의 집합에 해당하는 개념이다. Baddeley는 무선열을 만들면서 인출계획을 자주 변경할수록 무선적인 배열을 만들 수 있다고 강조하였다. 그러나 본 연구에서 정의되는 수행 전략은 과제에 관여하는 여러 과정들을 적용하고 배열하는 것과 관련된 전략을 뜻한다. 즉 과제를 수행하는 방식에

대한 전략을 의미한다.

본 연구의 실험 참가자들이 실험 1과 실험 2에서 무선열 생성과제를 수행할 때, 그들은 무선적인 숫자열을 만들기 위해 특정한 수행전략을 취했을 것이며, 각 참가자들이 취한 수행전략은 서로 달랐을 것이다. 예를 들어, 어떤 참가자는 계산기 자판을 누른다고 상상하고 숫자들을 선택했다고 보고했으며, 어떤 참가자들은 선택한 숫자들 사이의 간격을 다양하게 유지하는 것에 중점을 두었다고 보고했다. 이러한 가능한 다양한 수행 전략들이 무선열 생성의 효율성에 있어서 동일하지는 않을 것이다. 상대적으로 적은 노력만으로도 성공적으로 무선적인 숫자열을 만들 수 있게 하는 수행전략이 있는가 하면, 그렇지 못한 수행전략도 있을 것이다. 결과적으로 이런 측면에서 고펍이 저펍에 비해 더 무선적인 숫자열을 생성한 것은 고펍의 수행전략이 저펍의 수행전략보다 효과적이었을 가능성을 시사한다.

수행전략을 고펍과 저펍의 차이의 원인으로 생각하게 하는 한 근거는 실험 1과 실험 2에서 얻어진 참가자들의 언어적 보고의 내용이다. 실험 1과 2에서 참가자들은 모든 절차를 마친 뒤 자신이 어떤 방식으로 과제를 수행했었는지를 자유롭게 이야기하는 시간을 가졌다. 이런 언어적 보고 내용을 검토해보면, 많은 참가자들이 나름대로 무선적인 숫자열을 만들기 위해 다양한 방법들을 사용했음을 알 수 있다. 특히 저펍보다 고펍이 의식적으로 효율적인 전략을 사용했음을 시사하는 경향이 강했다.

본 실험에서는 수행 전략의 차이가 고펍과 저펍의 수행 차이의 한 원천인지를 알아보려고 하였다. 이를 위해 지시문을 특히 실험 2와 달리하여 저펍이 보다 효율적인 수행 전략을 사용할 수 있도록 유도하였다. 즉, 숫자들이 일직선상에 나열되어 있는 것을 상상하고, 그 수직선상에서

이동을 생각하며 숫자를 선택하도록 지시하였다. 그리고 공간적인 표상을 활용하는 방법을 쉽게 떠올릴 수 있도록 무선열 생성에 사용되는 숫자들의 공간적 배치를 시각적으로 제시하였다. 이러한 암묵적 금지의 조작은 특히 실험 2에서 4와 7의 사용을 명시적으로 금지한 것과 대비된다.

이러한 지시문의 변화는 저펍도 고펍과 같이 과제 수행에 있어서 효율적인 수행전략을 사용할도록 유도할 것이다. 만약 과제 수행에 사용한 수행전략의 차이가 무선열 생성 과제에서의 고펍과 저펍의 수행차의 주된 원인이라면, 고펍과 저펍이 동일한 수행 전략을 사용하여 과제를 수행케 했을 때 두 집단이 생성한 무선열의 무선성에 차이가 없을 것이다.

방법

참가자. 심리학 개론 혹은 인간관계 심리학을 수강하는 서울대학교 남녀 대학생 66명이 실험에 참가하였다. 실험의 참가는 과목의 이수를 위해 요구되는 사항이었다. 이들 가운데, 고펍 22명, 중펍 25명, 저펍이 19명이었으며, 저펍과 고펍만이 결과분석에 포함되었다. 읽기펍 집단 구분의 기준은 실험 1과 동일하였다.

기구. 실험 1과 동일하였다.

절차. 다만 무선열을 만들 때 사용되는 0에서 부터 9까지의 숫자들의 집합 가운데 4와 7의 사용을 명시적으로 금지한 조작을 제외하고, 모든 절차는 실험 1과 동일하였다. 참가자들이 4또는 7을 사용한 경우에도 계속 숫자열을 만들게 했으며, 사용된 4와 7을 제외하고 숫자열의 무선성 분석이 이루어졌다.

표 3 . 실험 2와 실험 3의 지시문

실험 2의 지시문

..... 이 실험에서 당신이 해야 할 일은 지금 설명 드린 ‘무작위적’이라는 성질을 잘 생각하시고, 1초에 하나씩 4와 7을 제외한 0부터 9까지의 숫자들을 무작위적인 순서로 말씀하시는 것입니다. 0부터 9까지의 숫자들을 사용하되 4와 7은 사용해서는 안된다는 점을 조심하십시오.....

실험 3의 지시문

..... 이 실험에서 당신이 해야 할 일은 지금 설명 드린 ‘무작위적’이라는 성질을 잘 생각하시고, 1초에 하나씩 주어진 숫자들을 무작위적인 순서로 말씀하시는 것입니다. 이 실험에서 무작위적인 숫자열을 만들 때 사용하는 숫자는 다음의 8개입니다.

0 1 2 3 5 6 8 9

위의 8개의 숫자만을 사용하셔야 합니다.....

실험 2와 실험 3의 지시문의 차이점이 표 3에 정리되어 있다. 표 3에 소개된 부분을 제외한 다른 부분은 실험 2의 지시문과 동일하였다. 두 지시문은 두 가지 측면에서 서로 다르다. 첫째, 실험 2의 지시문이 4와 7의 사용을 명시적으로 금지한 반면, 실험 3에서는 4와 7의 금지에 대한 직접적인 언급이 없다. 둘째, 실험 3에서는 숫자들이 일직선상에 공간적으로 배열된 모습을 직접 보여주었다. 4와 7의 자리가 공란으로 제시되었기 때문에 숫자들은 세 덩어리로 구분되어 보이게 제시되었다. 지시문의 변화를 제외한 다른 모든 절차는 실험 2와 동일하였다.

결과 및 논의

참가자들이 생성한 숫자열의 무선성을 실험 1에서와 마찬가지로 RNG, NSQ, A의 세 가지 지표를 계산하였고, 각 지표의 결과가 표 4에 제시되어 있다. 실험 2에서와 동일하게 각 지표의 계산과정에서 4와 7의 반응은 제외하였다.

가장 중요한 결과는 실험 1과 실험 2에서 RNG와 NSQ 지표에서 관찰되던 고품과 저품간의 개인차가 사라졌다는 점이다. 즉, RNG 지표에서도 고품과 저품의 차이가 유의하지 않았으며 $[F(1,39) = 1.088, MSE = 0.002]$, 또한 NSQ 지표에 대해 변량분석을 실시한 결과, 고품과 저품

표 5. 실험 3에서 읽기폭 집단에 따른 NSQ, RNG, A 지표의 평균

읽기폭	지표		
	RNG	NSQ	A
고폭 (N = 22)	.400 (.010)	35.50 (1.52)	28.50 (1.54)
저폭 (N = 19)	.415 (.009)	35.51 (1.22)	31.87 (1.57)

* 괄호 안은 표준오차

두 집단의 유의한 차이가 없었다 [$F(1,39) = 0$, $MSE = 40.28$]. 즉, 본 실험에서의 저폭이 생성한 무선열의 무선성과 고품의 그것 간의 차이가 없었다. 또한 A 지표에서도 두 집단간 유의한 차이를 보이지 않았다 [$F(1,39) = 2.347$, $MSE = 49.64$]. 무선성 지표들의 분석결과를 종합해 보면 어느 지표에서도 고품과 저폭간의 유의한 수행의 차이가 없음을 알 수 있다.

본 실험의 과제는 본질적으로 실험 2의 과제와 동일한 것이었다. '0부터 9까지의 숫자를 사용하되, 4와 7을 사용해서는 안된다'는 것은 '0,1,2,3,5,6,8,9를 사용하여 무선열을 만들어라'와 동일한 내용이기 때문이다. 지시문에서 기술하는 방식이 바뀐에 따라 관찰되던 집단간 수행 차이가 사라진 결과는 본 실험에서 의도했던 대로 지시문에 의해 특히 저폭의 과제 수행 방식에 변화가 있었음을 의미한다. 이는 과제 수행시의 적절한 수행전략에서의 차이가 고품과 저폭의 무선열 생성과정에서의 차이를 일으키는 중요한 원인 중의 하나임을 의미한다.

종합 논의

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 실험 1에서 고품이 저폭에 비해 더욱 무선적인 숫자열을 생성할 수 있음이 관찰되었다. 이 결과는 작업기억의 중앙집행부의 기능과 무선열 생성과제간의 관계가 유의함을 보여준다. 둘째, 4와 7을 명시적으로 금지한 실험 2에서도 고품과 저폭간의 수행 차이가 변하지 않았으며, 이 결과는 실험 1에서 A지표에서 개인차가 관찰되지 않았던 결과와 더불어 무선열 생성과제에서의 개인차가 억제기제에서의 개인차와는 비교적 무관함을 시사한다. 셋째, 4와 7을 암묵적으로 금지

한 실험 3에서 저폭의 수행이 고품과 차이가 없었으며, 이 결과는 지시의 변화가 저폭의 효율적인 과제 수행을 도왔음을 시사한다. 본 연구의 결과들을 종합하면, 무선열 생성과제에서 관찰되는 개인차가 억제기제보다는 효율적인 전략의 수행과 관계있다고 할 수 있다. 이러한 본 연구의 결과는 무선열 생성과제가 작업기억의 중앙집행부의 기능을 필요로 한다는 점을 잘 보여줄 뿐만 아니라, 특히 그간 무선열 생성과제에서 중요하게 다루어져 왔던 억제기능보다 생성전략의 중요성을 잘 보여주는 것으로 보인다.

본 연구의 이러한 결과들은 선행연구와 비교했을 때 몇 가지 문제점을 제기한다. 특히 A 지표를 기준으로 억제 수행을 평가했을 때, 본 연구의 결과는 다른 선행연구들의 주장을 지지하지 않는다. 이러한 결과들간의 불일치를 설명하기 위해 크게 두 가지 가능성을 생각해 볼 수 있다. 첫째, 본 연구에서 사용된 집단간 구분의 도구인 읽기폭 검사가 억제 기제에서의 효율성을 적절히 변별하지 못했을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 둘째 본 연구의 실험 2에서 4와 7을 금지한 조작이 억제의 부담을 가중시키지 못했기 때문일 수 있다.

이러한 가능성 가운데, 첫째 고품과 저폭을 구분하는데 사용된 읽기폭 과제가 억제기제에서의 개인차를 살펴보는데 부적절하다는 주장은 일반적으로 적절치 못한 것으로 보인다. 이병택, 이경민, 김정오 및 홍재성 (2002)은 읽기폭 과제를 재인과제로 수정하고 다른 기본적인 틀은 유지하면서 재인과제의 방해자극을 억제가 요구되는 성질의 단어로 조작했을 때, 기존의 읽기폭 검사와 가장 상관이 높음을 관찰하였다. 뿐만 아니라 이병택, 김경중, 및 조명한 (1996)의 실험 3에서 문맥내 다의의미의 적절성을 판단케 했을 때도 고품이 저폭에 비해 부적절 의미를 효과적으로

억제할 수 있음을 보여주었다. 이러한 선행연구의 결과는 본 연구에서 사용된 읽기폭 과제가 억제기제에서의 개인차 변별에 적절함을 시사한다. 다만 읽기폭 과제가 기본적으로 일상의 언어적인 재료로 구성되어 있기 때문에, 무선열과 같은 다른 성질의 재료를 이용한 실험에서도 집단의 구분에 유용한 지의 문제는 후속 연구를 통해 다루어져야 할 것이다.

둘째, 4와 7의 금지조작이 억제의 부담을 가중시키지 못했을 가능성에 대해서도 이를 반증하는 결과가 있다. 표 5에서 볼 수 있듯이, 실험 2에서 4와 7을 금지한 조작에도 불구하고 4와 7을 사용한 빈도에 있어서는 고품과 저품간의 차이가 관찰되었다. 4와 7을 말하는 실수의 빈도가 고품에 비해 저품이 훨씬 많았으며, 이 결과는 통계적으로 유의했다 [$F(1,40) = 7.913, MSE = 17.07, p < .01$]. 즉, 고품이 4와 7을 덜 사용한 것은 부적절한 정보의 억제에 있어서 고품이 저품보다 뛰어나기 때문이라고 할 수 있다. 따라서 A 지표에서 개인차가 관찰되지 않았다고 하여, 억제기제에서 개인차가 없다고 주장하기는 어려운 것으로 보인다. 오히려 본 연구에서 관찰된 4와 7의 오반응 결과는 A지표가 억제기제를 반영한다고 하는 그간의 주장을 다시 검토할 필요성을 제기한다. 오반응 결과는 또한 읽기폭 검사가 본 연구의 실험 2에서 억제기제에서의 개인차를 변별할 수 있었음을 보여주는 것으로 해석되어질 수 있다. 후속 연구에서는 억제의 과정을 잘

포착할 수 있는 새 지표의 개발을 포함하여, 무선성을 측정하는 것으로 알려진 각종 지표들이 무선열 생성의 어떤 측면을 반영하는지에 대한 체계적인 검토가 이루어져야 할 것이다.

4와 7의 사용에 대한 실험 2와 실험 3의 결과를 비교하는 것도 흥미롭다. 실험 3에서 4와 7의 사용을 암묵적으로 금지하고 반응후보를 시각적으로 제시한 지시의 변화는 특히 저품의 수행을 많이 변화시킨 것으로 보인다. 표 6에서 볼 수 있듯이, 실험 2에 비해 실험 3에서 저품의 4와 7의 사용은 뚜렷이 감소하였다. 원래 4와 7의 암묵적 금지는 효율적 전략의 사용을 위해 조작한 것이었다. 그럼에도 불구하고 4와 7의 사용을 성공적으로 회피할 수 있었던 결과는, 무선열 생성을 위한 효율적인 전략이 4와 7의 자동적인 억제를 가능케 했다고 해석할 수 있다. 이와 같이 전략의 사용과 억제기제간의 관계는 그 설명이 다양할 수 있기 때문에, 후속 연구에서는 전략의 사용과 억제기제의 관계를 더욱 분명히 명세할 수 있어야 할 것이다.

무선열 생성과제는 의외로 복잡하며, 따라서 여러 처리 과정이 개입된 과제일 수 있다. 그렇다면 무선열 생성과정에서 관찰되는 개인차는 생성전략에서의 차이와 억제에서의 차이 모두를 반영한 것일 수 있다. 그럼에도 불구하고 본 연구가 시사하는 바는 생성전략에서의 차이가 무선열 생성과정에서 관찰되는 개인차의 한 원천이라는 것이다. 한 가지 가능한 설명은 본 연구

표 5. 실험 2에서 금지된 4 혹은 7을 사용한 빈도의 평균

읽기폭	
고품 (N = 22)	저품 (N = 20)
2.91 (.61)*	6.50 (1.16)

* (괄호 안은 표준오차)

표 6. 실험 3에서 금지된 4 혹은 7을 사용한 빈도의 평균

읽기폭	
고품 (N = 22)	저품 (N = 19)
1.95 (.48)*	1.58 (.44)

* (괄호 안은 표준오차)

에서의 특정 반응후보의 암묵적 금지가 시각적 인 생성전략을 통해 과제 수행을 용이하게 하였고, 이러한 과제 수행에는 억제가 필요하지 않았다는 것이다. 예를 들어 실험 2에서 고품은 그들의 적절한 전략의 선택을 통해서 부적절한 정보를 생성하지조차 않았기 때문에 그러한 부적절 정보를 억제할 상황에 도달하지 않았을 수 있다. 실험 3의 저폭이 직면한 상황이 바로 실험 2에서 고품이 직면했던 실험적 상황과 유사했다는 것이다.

다른 가능한 설명은 특정 반응 후보의 암묵적 금지를 통해 유도된 생성전략이 효율적인 억제를 도왔을 가능성이다. 즉, 실험 2에서 고품과 저폭 모두 부적절 반응 후보가 작업기억 내에 활성화되지만, 고품만이 이를 효과적으로 억제할 수 있었고, 따라서 금지된 4와 7을 생성하지 않았다는 것이다. 반면 저폭은 활성화된 부적절 반응 후보를 좀 더 쉽게 생성했다는 것이다. 그리고 실험 3에서 저폭은 지시의 도움을 통해 실험 2의 고품과 같이 작업기억 내에 활성화된 4와 7을 효과적으로 억제할 수 있었다는 것이다.

두 가지 가능성은 생성전략의 측면에서는 유사하지만, 억제적 관점에서는 매우 다른 설명이라고 할 수 있다. 이 두 가지 입장은 부적절한 정보의 존재를 가정하는 모든 상황에서 과제의 적절한 수행을 위해 억제가 필수적이냐는 물음과 관련된다. 다만 본 연구의 실험 2와 실험 3의 결과로는 이러한 두 가지 가능성 가운데 어느 설명이 옳은 지를 설명할 수 없다. 따라서 이와 같은 억제의 관여와 같은 문제는 후속 연구를 통해 다루어져야 할 것이다.

본 연구 결과의 해석과 관련하여 실험 3에서 고려할 점은 실험 2와 비교해서 지시문에서 반응후보를 시각적으로 제시한 점과, 4와 7의 암묵적 금지의 두 가지가 동시에 조작된 점이다. 따

라서 시각적 제시를 통한 전략의 변화가 저폭의 수행의 변화를 가져왔는지, 혹은 4와 7의 암묵적 금지가 수행의 변화를 가져왔는지를 구분하는 것이 쉽지 않다. 따라서 본 연구는 구체적으로 어떤 전략이 억제기제에서 어떤 수행의 차이를 보이는 지를 변별하여 보여주지 못하는 문제점이 있다. 후속 연구에서는 지시의 특성을 더욱 세부적으로 조작하여 무선열 생성에서의 억제의 역할을 밝힐 수 있어야 할 것이다.

참고문헌

- 안중찬 (1999). 작업기억 다중성분설에 근거한 덩이글 읽기에서 정합적 연역 추리의 개인차. 미발표 서울대학교 석사학위논문.
- 이병택 (1995). 작업기억의 용량에 따른 언어이해 처리에서의 개인차. 미발표 서울대학교 석사학위논문.
- 이병택 (2002a). 적절다의의미 선택과정에서 관찰되는 숙련독자의 문맥의존적인 처리특성. 2002년도 한국인지과학회 춘계학술대회 논문집. 225-230.
- 이병택 (2002b). 읽기폭 검사의 신뢰도 연구. 심리과학, 11(1), 15-33.
- 이병택, 김경중, 조명환 (1996). 읽기폭에 따르는 언어처리의 개인차: 작업기억과 언어이해. 한국심리학회지: 실험 및 인지, 8(1), 59-85.
- 이병택, 이경민, 김정오, 홍재성 (2002). 억제와재인 읽기폭 검사. 인지과학, 13(4), 91-102.
- Baddeley, A. D. (1966). The capacity for generating information by randomization. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18, 119-129.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.

- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A(1), 5-28.
- Baddeley, A. D., Emslie, H., Kolodny, J., & Duncan, J. (1998). Random generation and the executive control of working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 51A, 819-852.
- Brugger, P. (1997). Variables that influence the generation of random sequences; an update. *Perceptual and Motor Skills*, 84, 627-661.
- Brugger, P., Monsch, A. U., Salmon, D. P., & Butters, N. (1996). Random number generation in dementia of the Alzheimer type: A test of frontal executive functions. *Neuropsychologia*, 34(2), 97-103
- Conway, A. R. A., Tuholski, S.W., Shisler, R. J., Engle, R. W. (1998). The effect of memory load on negative priming: An individual differences investigation. *Memory & Cognition*, 27(6), 1042-1050.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Daneman, M. & Green, L. (1986). Individual differences in comprehending and producing words in context. *Journal of Memory and Language*, 25, 1-18.
- Engle, R.W., Kane, M.J., & Tuholski, S.W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex. In A. Miyake & P. Shab (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 102-134). New York: Cambridge University Press.
- Evans, F. J. (1978). Monitoring attention deployment by random number generation: An index to measure subjective randomness. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 12, 35-38.
- Ginsburg, N., & Karpiuk, P. (1994). Random generation: Analysis of responses. *Perceptual and Motor Skills*, 79, 1059-1067.
- Jahanshahi, M., & Dirnberger, G. (1999). The left dorsolateral prefrontal cortex and random generation of response: studies with transcranial magnetic stimulation. *Neuropsychologia*, 37, 181-190.
- King, J., & Just, M.A. (1991). Individual differences in syntactic processing: The role of working memory. *Journal of Memory and Language*, 30, 580-602.
- Kyllonen, P.C., & Christal, R.E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working memory capacity? *Intelligence*, 14, 389-433.
- Linden, M. V., Beerten, A., & Pesenti, M. (1998). Age-related differences in random generation. *Brain and Cognition*, 38, 1-16.
- Rosen, V. M., & Engle, R. W. (1997). The role of working memory capacity in retrieval. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126, 211-227.
- Shallice, T., & Burgess, P. (1993). Supervisory control of action and thought selection. In A. Baddeley & L. Weiskrants (Eds.), *Attention: Selection, awareness, and control* (pp. 171-187). Oxford Clarendon Press.
- Spatz, J., & Goldenberg, G. (1993). Components of random generation by normal subjects and patients with dysexecutive syndrome. *Brain*

- Cognition*, 23, 231-242.
- Towse, J. N., & Neil, D. (1998). Analysing human random generation behavior: A review of methods used and a computer program for describing performance. *Behavior Research method, Instruments, & Computers*, 30(4), 583-591.
- Towse, J. N., & Valentine, J. D. (1997). Random generation of numbers: A search for underlying processes. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9(4), 381-400.
- Tune, G. S. (1964). A brief survey of variables that influence random generation. *Perceptual and Motor Skills*, 18, 705-710.
- Warren, P. A., & Morin, R. E. (1965). Random generation: number of symbols to be randomized and time per response. *Psychonomic Science*, 3, 557-558.
- Wiegiersma, S. (1984). Forward and backward continuations in produced number sequences. *Perceptual and Motor Skills*, 58, 735-741.
- Wagenaar, W. A. (1972). Generation of random sequences by human subjects: a critical survey of literature. *Psychological Bulletin*, 77, 65-72.

Individual differences at a random number generation task according to working memory capacity

Dahlnae Yu
Bain & Company

Byeong-taek Lee
Dept. of Neurology
Seoul National University

Myeong-han Zoh
Dept. of Psychology,
Seoul National University

Three experiments were performed in order to examine whether the random sequence generation task reflected individual differences in working memory. Experiment 1 showed that sequences that high span in reading span task generated were more random sequences than those that low span did. In experiment 2, the load of inhibition was increased by prohibiting use of some response alternatives explicitly to test the hypothesis that difference in inhibition functions was a principal source of this difference. This manipulation reduced the level of randomness in both groups but at the same degree. This finding suggests that difference in inhibition is not a principal source. In experiment 3, the instruction was made to induce subjects to use the same performance strategy. As the result, unlike the previous experiments there was no difference between performance of high span and low span. This result shows that difference in performance strategy is important source of individual differences in a random sequence generation task.

Keywords random sequence generation task, working memory, central executive, individual differences, inhibition, performance strategy

1 차원고접수 : 2003. 4. 30.
2 차원고접수 : 2003. 6. 14.
최종게재결정 : 2003. 6. 17.