

읽기 관련 작업기억 분석*

이 한 규[†]

인제대학교

본 연구에서는 읽기와 관련된 작업기억의 특징을 살펴보기 위해 초등학교 3, 4학년 읽기부진아들과 일반아동들을 비교하였으며, 성별 비교와 각 성분들 간의 상관분석도 실시하였다. 연구 결과 읽기부진아들은 일반아동들보다 작업기억의 모든 하위 검사에서 낮은 수행 수준을 나타내었다. 성별 비교에서 시공간 잡기장에서 성별차가 나타났으며, 그 중 미로이동 기억에서는 읽기능력과 성별 간의 상호작용도 있었다. 전체 집단에서 작업기억의 각 성분들 간의 모든 상관관계가 유의미하게 나타났으나, 읽기부진아와 일반아동을 분리해서 상관관계를 구했을 때는 하나의 상관관계를 제외하고 두 집단에 공통적으로 유의미한 상관관계가 나타나지 않았다. 중앙집행기의 영향을 제거했을 때 음운 작업기억과 시공간 작업기억 간의 상호관련성이 낮아짐을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통해서 읽기부진아 지도에서는 수업자료를 간략하게 제시할 필요성이 있으며, 읽기부진 남학생에게는 가능한 한 시공간 정보를 활용할 필요가 있다는 시사점을 찾을 수 있었다.

주제어 : 읽기부진, 작업기억, 중앙집행기, 음운루프, 시공간 잡기장

* 이 논문은 2002년도 인제연구장학재단의 지원을 받아 수행되었음.

† 교신저자: 이한규, 인제대학교, 연구 분야: 발달심리학

E-mail: hlee@inje.ac.kr

서 론

언어적 정보의 처리는 작업기억(working memory)과 밀접한 관련이 있다. 언어정보의 처리 중에서도 작업기억은 말하기보다 읽기와 더 큰 관련이 있다고 지적되어 왔다[1,2]. 작업기억은 중앙집행기(central executive)와 음운루프(phonological loop), 시공간 잡기장(visuospatial sketchpad)의 세 가지 성분으로 구성된다는 이론 모델이 널리 받아들여져 왔다[3]. 작업기억의 세 가지 성분들이 읽기부진과 각각 어떤 관련이 있는지에 관해서 현재까지 많은 연구가 진행 중에 있다.

중앙집행기 기능과 관련하여 이미 여러 연구자들이 읽기장애아들의 작업기억 용량은 비장애아들에 비해서 많이 뒤떨어진다고 지적한 바 있다[4, 5, 6]. 작업기억 용량 내에서 처리와 저장 간에 성능교환(trade-off)이 이루어지므로, 언어처리의 부담이 독자의 작업기억의 용량 한계를 넘어서면 처리나 저장 중 하나에서 문제가 발생하게 된다. 우리말의 복문, 또는 영어에서 관계사 절이 있는 문장처럼 처리의 부담이 큰 경우에 독자는 이해를 위한 충분한 정보를 저장할 수 없게 되거나, 저장 공간을 축소시키지 않으려면 처리의 속도가 떨어지는 결과를 초래하게 된다[7]. 따라서 작업기억 능력이 뛰어난 사람은 그렇지 않은 사람보다 복합문[8]과 모호한 문장[2]의 이해력이 더 높다고 보고되고 있다. 읽기장애아들 역시 정보의 동시적인 처리와 저장에 결함이 있다고 지적되어 왔다[9]. 국내에서 이루어진 연구들도 읽기장애 또는 부진아들의 중앙집행기 기능이 일반아동들에 비해서 떨어진다고 보고하고 있다[10, 11, 12, 13].

음운루프는 음성자료의 부호화를 담당하므로 읽기능력과 밀접한 관련이 있을 것으로 추정되어 왔다[14, 15]. 숫자나 무의미 단어와 같은 음운정보의 단기 파지의 결함은 글자 해독(decoding)을 어렵게 하므로[16], 결국 음운 작업기억에 제약이 있으면 음운정보의 처리가 어려워질 수 있으며 이것은 곧 읽기장애로 연결될 수 있다[17]. 한편 Speece[18]는 읽기장애 어린이의 15 내지 20%가 숫자폭(digit span) 검사에서 심각한 어려움을 보인다는 점을 발견하였다. 이는 읽기장애아들은 조음속도가 느려서 음성정보의 단기기억을 효율적으로 활용하지 못함을 시사한다. 국내의 연구에서도 음운루프의 기능 저하가 읽기장애와 관련이 있음이 밝혀져 왔다[10, 12].

시공간 잡기장과 읽기능력과의 관련성은 아직 불분명하다. 도경수, 이은주[19]와

송중용[12]은 읽기부진아와 일반학생들 간에 시공간 잡기장 기능의 차이를 발견하지 못하였다. 도경수와 이은주[19]는 읽기부진아들은 일반아동들에 비해서 작업기억 능력이 전체적으로 떨어지지만 시공간 작업기억은 일반아동들과 비슷한 정도로 상대적으로 높기 때문에 공간 정보를 묘사하는 글에서는 특히 시공간 작업기억을 적극적으로 활용한다고 추론하였다. 한편 백수진 등[10]은 두 집단 간에 시공간 잡기장 기능의 차이가 있었음을 보고하면서 앞의 연구들과 결과가 달리 나타난 것을 검사 방식의 차이 때문인 것으로 해석하였다. 이처럼 읽기부진과 시공간 잡기장의 관련성은 아직 결론을 내리기 어려우며 앞으로 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다.

작업기억의 각 성분별로 성별차이가 있는지에 관해서는 지금까지 활발한 연구가 없었다. 그렇지만 작업기억의 두 종속체제인 음운루프와 시공간 잡기장은 각각 음운정보와 시공간 정보를 처리하는 곳이라는 점에서 음운 작업기억과 시공간 작업기억에서 성별차가 존재할 가능성은 있다. 인지적 능력 중에서 여성은 남성보다 언어능력에서 뛰어난 반면에[20], 남성은 공간능력에서 여성보다 뛰어나다고[20, 21] 알려져 있다. Halpern과 Collaer[22]는 신경구조, 성호르몬, 학습경험, 사회적 선입견 등이 종합적으로 작용하여 시공간 능력에서 성별차가 초래된다고 본다. Anderson[23]에 의하면 일반적으로 언어능력으로 일컬어지는 어휘력, 언어 관련 추론, 언어이해 등에서 여성은 남성보다 약 1/3 표준편차만큼 뛰어나며, 공간능력으로 일컬어지는 대상물에 대한 이미지 표상, 그리고 그것을 인지적으로 조작하는 능력(예, 직소 퍼즐맞추기 또는 지도 찾기)에서 남성은 여성보다 약 1/3 표준편차 정도 뛰어나다. 이러한 차이는 음운루프와 시공간 잡기장의 기능에서 여성과 남성이 각각 상대적으로 뛰어나다고 유추할 근거가 된다. 하지만 작업기억에서의 성별 차이는 실제로 거의 연구되지 않았으며, 읽기부진아들의 성별차에 관한 연구는 더욱 없는 편이다.

작업기억이론이 다양한 심리적 현상에 대한 설명체제로 널리 활용되고 있음에도 불구하고 경험적 연구가 상대적으로 많지 않은 이유 중의 하나는 작업기억을 어떻게 측정할 것인가에 관해서 아직 확실히 정해진 바가 없기 때문이다. 근래에 와서 Gathercole과 Pickering[24]이 지금까지 여러 연구에서 사용된 다양한 작업기억 측정 방식을 종합하여, 작업기억의 이론적 모델에 충실한 측정 도구를 제안한 바

있다.

본 연구의 목적은 Gathercole과 Pickering이 제안한 검사들 중의 일부를 활용하여 작업기억의 각 성분을 측정함으로써 읽기부진아들의 작업기억 능력의 특성을 분석하고 그로부터 읽기부진아 교육에 대한 시사점을 찾는 것이다. 그러기 위해서 먼저 작업기억의 세 성분 각각에서 읽기부진아와 일반아동 간에 차이가 있는지 살펴보고자 하였다. 또한 작업기억의 각 성분별로 성별차이가 있는지 조사하였다. 마지막으로 작업기억의 각 하위검사 상호간의 상관계수를 조사하였다.

지금까지의 대부분의 작업기억 연구와 달리 본 연구에서는 작업기억의 세 성분 모두 두 가지 하위검사를 사용하여 측정하였다. 특히 지금까지 시공간 잡기장은 주로 Logie, Zucco, Baddeley[25]가 사용한 매트릭스 기억[10, 12] 또는 거울상 지각[19] 검사를 통해서 측정하였으나 이는 본질적으로 시각 정보의 처리에 가까우며 공간 정보의 처리를 측정하기에는 미흡하였다. 본 연구에서는 매트릭스 기억과 더불어 미로이동 기억 검사를 사용함으로써 공간 정보의 처리 방식까지 측정하였다.

본 연구에서 설정한 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

연구문제 1: 읽기부진아의 중앙집행기, 음운루프, 시공간 잡기장 능력은 일반아동들과 차이가 있는가?

연구문제 2: 중앙집행기, 음운루프, 시공간 잡기장 능력은 성별에 따라 차이가 있는가?

연구문제 3: 중앙집행기, 음운루프, 시공간 잡기장 상호간의 관련성은 어떠한가?

연구방법

연구대상

본 연구에서는 읽기능력이 크게 발달되는 한편 읽기가 여타 과목의 지식을 습득하는 데 도구로서 적극 활용되기 시작하는 초등학교 3학년과 4학년 학생을 연구 대상으로 삼았다. 경상남도와 경상북도의 10개 초등학교에서 읽기부진으로 진단되어 특별지도를 받는 학생들을 표집하였다. 주로 국가수준 기초학력 진단평가 결과

로써 진단하였는데 학교에 따라서 진단 기준이 똑같지는 않았다(60점~80점 이하). 그렇지만 각 학교에서 담임교사나 부진아 지도교사가 읽기부진아라고 확인한 학생들만 대상으로 하였다. 읽기부진아 수는 최초 92명이었으나 부실 자료를 제외한 다음 3학년 학생 37명(남 27명, 여 10명)과 4학년은 33명(남 22명, 여 11명) 등 모두 70명이 최종 분석 대상이었다. 이들과 비교하기 위하여 같은 학년, 같은 성별 중에서 읽기부진이 없는 학생을 같은 수만큼 표집하였다. 그 결과 전체 연구대상은 140명이었다.

검사도구

본 연구에서는 Gathercole과 Pickering[24]이 제안한 작업기억 측정을 위한 13가지 검사도구 중에서 작업기억의 각 성분을 잘 측정해주면서도 검사의 내용이 서로 중복되지 않는다고 판단되는 검사를 각 성분 당 두 개씩 선정하여 사용하였다. Gathercole과 Pickering이 사용한 13개 검사 중 3개 검사는 중앙집행기를, 6개 검사는 음운루프를, 그리고 4개 검사는 시공간 잡기장을 각각 측정한다고 간주되고 있다. 중앙집행기 측정을 위해서 우선 가장 널리 사용되는 읽기폭(reading span) 검사를 선정하였다. Gathercole과 Pickering 연구에서는 연구 참여아동들이 어려서 소리로 들려주었지만 본 연구에서는 이 검사의 최초 제안자들이 했듯이[4] 글로 제시하였다. 나머지 숫자회상(counting recall) 검사와 숫자역순회상(backward digit recall) 검사 중에서 숫자회상 검사를 선정하였다. 그것은 숫자역순회상은 단순히 제시된 숫자를 역순으로 회상하는 데 비해서 숫자회상 검사에서는 점의 개수를 세어 소리로 낸 다음 회상해야 하므로 처리(점의 개수를 소리로 냄)와 저장(회상)이 동시에 이루어진다는 중앙집행기의 특성을 좀 더 많이 반영한다고 보았기 때문이다.

음운루프 측정을 위해서 Gathercole과 Pickering은 제시된 글자 또는 숫자를 회상하는 계열회상(serial recall) 검사 3개와 제시된 글자목록 쌍이 동일한지 여부를 판단하는 계열인지(serial recognition) 검사 2개, 그리고 무의미 단어를 단순히 반복하는 검사 1개를 사용하였는데, 본 연구에서는 읽기부진아들이 어휘력 부족의 영향을 받지 않도록 무의미 글자를 활용한 검사, 즉 무의미 단어 계열회상 검사와 무의미 단어 계열인지 검사를 선정하였다. 무의미 단어 반복검사는 무의미 단어 계열회상

검사와 다소 중복된다고 판단하여 선정하지 않았다.

시공간 잡기장 측정을 위해서 Gathercole과 Pickering은 고정(static) 매트릭스 기억, 역동(dynamic) 매트릭스 기억, 고정 미로 기억, 역동 미로(혹은 미로이동) 기억을 측정하는 4개의 검사를 사용하였다. 본 연구에서는 시각정보 위주인 매트릭스 기억 검사와 공간정보 위주인 미로기억 검사를 하나씩 실시하고자 하였다. 자극 단서가 한 번에 제시되는 고정기억은 매트릭스 검사로 측정하고자 하였고, 그림 속에 자극 단서가 차례로 제시되는 역동(혹은 이동) 기억은 미로검사로 측정하고자 하였다. 그리하여 고정 매트릭스기억 검사와 미로이동 기억 검사를 선정하였다.

Gathercole과 Pickering이 제안한 검사들의 한국어판 검사를 만들기 위해서 다소 수정이 필요한 경우가 있었다. 그리고 Gathercole과 Pickering 연구의 대상보다 본 연구의 대상이 평균적으로 나이가 1세 이상 더 많은 것을 고려하여 문항 제시 시간과 난이도를 조정하였다. Gathercole과 Pickering의 연구에서는 실험자가 문항을 종이 카드에 적거나 그려서 제시한 반면에 본 연구에서는 모든 검사를 컴퓨터 프로그램으로 만들어 실시하였다. 이 프로그램에서 문항 제시 시간을 1000분의 1초 수준까지 세분함으로써 여러 학교의 학생들이 모두 같은 조건의 검사를 받을 수 있었다. Gathercole과 Pickering의 연구에서 문항이 소리로 제시되었던 일부 검사가 본 연구에서는 글자로 제시되었다. 그렇지만 작업기억 이론상 문자 입력도 조음시연의 과정을 거쳐 음성부호로 변환된다고 볼 수 있으므로 음운루프의 기능을 측정하는 데 별 무리가 없으리라고 판단하였다.

각 하위검사마다 처음에 연습문제를 제시하여 참여자들의 이해를 돕고 검사에 익숙해지게 하였으며 각 문항이 모니터에 제시되기 1초 전에 벨소리를 들려줌으로써 참여자들이 하던 일을 멈추고 다음 문제에 대비하도록 하였다. 각 하위검사별로 검사 지시사항 숙지, 연습문제 실시 및 정답 확인을 거쳐 본 문제가 시작되면 끝날 때까지 컴퓨터 프로그램에 의해 자동으로 진행되도록 하였다.

중앙집행기

읽기폭(Reading span) 검사

읽기폭 검사는 Daneman과 Carpenter[4]가 작업기억 용량을 측정하기 위해 제안한

검사로, 문장을 읽는 동안(처리) 문장의 마지막 단어를 기억하게(저장) 함으로써 작업기억 용량을 측정한다. 실험 참여자들이 처리는 하지 않은 채 끝 단어만 외는 것을 방지하기 위하여 주로 두 가지 방식이 활용되어 왔다. 참여자들로 하여금 문장을 소리 내어 읽게 하거나(4), 뜻이 통하지 않거나 문법적으로 틀린 문장을 섞어서 제시하면서 참여자들로 하여금 문장의 정오판단을 하게 하는 방식이다(26, 27, 28) 본 연구에서는 후자의 방식을 택했다.

영어 문장에서는 끝에 다양한 품사의 단어가 올 수 있으나, 한국어에서는 서술문이라면 동사나 형용사(그것도 ‘다’로 끝나는 단어)로 끝나게 되어 있어 너무 단조로우므로 완전한 문장과 구(句)를 혼용하였으며, 뜻이 통하는 구절과 뜻이 통하지 않는 구절을 각각 절반씩 사용하였다. 모든 구절의 길이는 8~10글자로 제한하였으며 초등학생들에게 친숙한 단어로 구성하였다(각 검사문항의 예는 그림 1에 제시하였다.)

검사에서 짧은 구절(또는 문장)을 두 개, 세 개, 네 개의 세트로 구절의 수를 하나씩 늘려가며 제시하였다. 각 구절을 읽을 때마다 그 구절의 의미가 통하는지, 통하지 않는지 판단하게 하고, 두 구절, 세 구절, 네 구절씩 세트가 끝난 다음에는 그 세트에서 제시된 구절의 마지막 단어를 기억하고 있다가 답안지에 적게 하였다.

문제 수는 두 구절, 세 구절, 네 구절짜리 각각 네 세트씩으로 모두 총 36 구절(11 문장 포함)이 사용되었다. 채점은 끝 단어를 제시된 순서대로 바르게 회상한 횟수를 점수화하였다. 처음 두 구절짜리 네 세트 중에서 세 세트 이상 바르게 회상했을 때 세 구절짜리로 넘어가며, 세 구절짜리를 세 세트 이상 바르게 회상했을 때 네 구절 세트에 넘어갔다. 세 세트 이상 바르게 회상하지 못 했을 때는 채점을 중단하였다.

숫자회상(Counting recall) 검사

붉은 점이 세 개, 네 개, 다섯 개, 여섯 개 그려진 사각형들 중에서 임의의 사각형을 세 개씩 보여 주는 문제 4문항, 네 개씩 보여주는 문제 4문항, 다섯 개씩 보여주는 문제 4문항으로 모두 12문항으로 구성되었다. 사각형이 제시될 때마다 참여자들에게 점의 개수를 “셋”, “여섯”, “네” 하는 식으로 소리 내어 말하게 하였다. 각 세트가 끝날 때마다 보았던(소리 내어 말했던) 점의 개수를 답안지에 아라비아

숫자로 적게 하였다. 네 문항 중에서 세 문항 이상 정확하게 회상했을 때 다음 단계의 문항을 채점하며 그러지 못했을 때 채점을 중단하였다.

음운루프

무의미 단어 계열회상(Serial recall of nonwords) 검사

받침 있는 한 글자짜리 무의미 단어를 세 개, 네 개, 다섯 개씩 제시하고 순서대로 회상하여 답안지에 적게 하였다. 문제 수는 세 글자 세트, 네 글자 세트, 다섯 글자 세트 각각 4문항씩 모두 12문항이었다. 제시된 글자들을 순서대로 정확하게 적은 것만 정답으로 채점하였다. 각 세트의 네 문항 중 세 문항 이상 정답일 때 다음 세트의 채점을 하였으며, 그러지 못했을 때는 채점을 중단하였다.

무의미 단어 계열인지(Serial recognition of nonwords) 검사

앞의 검사와 같은 방식으로 무의미한 글자들을 사용하여 글자 세 개, 네 개, 다섯 개짜리 목록을 각각 4개씩 만든 다음, 두 개의 목록은 순서도 똑같은 동일한 쌍으로 만들고 두 개의 목록은 이웃한 두 글자의 순서를 바꾼 쌍으로 만들었다. 처음 목록은 빨간 색으로, 나중 목록은 파란 색으로 제시하고 나서 참여자들로 하여금 각 쌍이 동일한 순서의 목록인지 아니면 순서가 바뀐 목록인지 판단하게 하였다. 문제 수는 세 글자 목록, 네 글자 목록, 다섯 글자 목록 각각 4문항씩 모두 12문항이었다. 각 세트의 네 문항 중 세 문항 이상에서 정확한 반응을 했을 때 다음 세트의 채점을 하였고 그러지 못했을 때는 채점을 중단하였다.

시공간 잡기장

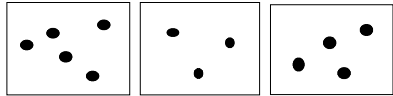
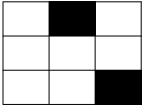
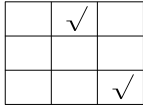


고정 매트릭스 기억(Static matrices) 검사

컴퓨터 화면상에 3×3, 4×4, 5×5 사각형 매트릭스를 보여주는데 각 매트릭스마다 두 개의 칸에는 빨간 색칠이 되어 있었다. 참여자들은 색칠된 칸을 기억하였다가 답안지에 그려진 똑같은 매트릭스 사각형 안에 색칠되었던 칸을 표시하도록 하였다. 문제 수는 3×3, 4×4, 5×5 매트릭스 각각 4개씩 모두 12문항이었다. 각 세트의

네 문항 중 세 문항 이상 맞혔을 때 다음 세트를 채점하였고 그러지 못했을 때는 채점을 중단하였다.

미로이동 기억(Memory of dynamic mazes) 검사

두 겹짜리, 세 겹짜리, 네 겹짜리 사각형의 한가운데 개구리가 있는 미로 그림을 사용하였다. 각 사각형마다 출구가 두 개씩 있으며, 개구리가 그 중 한 출구를 통해 밖으로 나가는 경로를 빨간 점의 움직임으로 모니터 상에 표시하였다. 참여자들에게 답안지에 그려진 똑같은 미로 그림에서 개구리가 밖으로 나가는 경로를 그리게 하였다. 문제 수는 두 겹, 세 겹, 네 겹짜리 미로 각각 4문항씩 모두 12문항이었다. 각 세트의 네 문항 중에서 세 문항 이상 맞혔을 때 다음 세트를 채점하

검사	문항 예	정 반응
읽기폭 검사	“자동차가 빨리 달린다”, “노래를 부르는 운동화”	(○, ×) [†] 달린다, 운동화
숫자회상 검사		(“다섯”, “셋”, “넷”) [†] 5, 3, 4
무의미 단어 계열회상 검사	“킴, 녹, 숨, 울”	킴, 녹, 숨, 울
무의미 단어 계열인지 검사	“킴, 녹, 숨, 울” “킴, 숨, 녹, 울”	×
고정 매트릭스 기억 검사		
미로이동 기억 검사		

† : () 안은 채점하지 않음

그림 1. 각 하위검사 문항의 예

였으며 그러지 못했을 때 채점을 중단하였다.

연구절차 및 자료 분석

본 연구에서는 한 학교당 소수의 연구대상을 여러 학교에 걸쳐 표집을 해야 했으므로 자료수집 시간을 절약하고 되도록 많은 대상을 확보하기 위하여 집단검사로 작업기억을 측정하였다. 그러기 위해 컴퓨터 프로그램을 활용할 필요가 있었고, 그럼으로써 여러 학교에서 똑같은 조건에서 검사를 실시할 수 있었다.

먼저 Gethercole과 Pickering의 연구에서 사용된 검사를 참고하여 한글판 검사원안을 제작하였다. 이 과정에서 초등학교 교사들의 자문을 받아 어휘나 무의미 글자 등이 초등학교 3, 4학년 학생을 대상으로 조사하기에 문제가 없는지, 그리고 문항 제시 시간과 응답 시간을 검토하였다. 컴퓨터 프로그램이 완성된 다음 초등학교 3학년 한 학급에서 예비검사를 실시하였다. 예비검사 결과 너무 쉽거나 어려운 문제는 난이도를 높이기도 하고, 문항제시 및 응답 시간을 조정하기도 하였다.

자료의 분석과정에서 먼저 부실자료를 선별하였다. 아예 응답을 하지 않았거나, 한 가지 반응만 선택한 경우 해당 하위검사를 무효로 처리하였다. 그 외에도 문항이 모니터에 제시되는 동안 기억해야 할 제시자극을 미리 답안지 여백에 적다가 적발된 경우, 혹은 그런 행위의 명백한 증거가 있는 경우에도 무효화하였다. 두 가지 이상의 검사가 무효처리 된 경우 해당 학생을 분석에서 제외하였다. 유효한 자료는 t -검증, F -검증 및 상관계수를 통해서 분석하였다.

결 과

읽기부진아와 일반아동 간의 차이

읽기부진아와 일반아동 간의 작업기억 각 성분별 차이를 t -검증을 통해 비교하였으며 그 결과는 표 1과 같다.

여섯 하위검사 모두에서 t -검증이 요구하는 집단간 등분산 가정을 충족시키지

표 1. 읽기부진아·일반아동 간의 작업기억 능력 차이

	읽기부진아			일반아동			<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>n</i>	평균	표준편차	<i>n</i>	평균	표준편차		
읽기폭	69	.97	1.49	70	4.73	3.29	-8.65	.000
숫자회상	70	5.30	3.72	70	9.51	2.33	-8.04	.000
글자 계열회상	70	1.36	1.45	70	3.77	2.37	-7.27	.000
글자 계열인지	70	6.67	3.64	70	10.34	2.58	-6.89	.000
매트릭스 기억	70	6.16	3.89	70	8.91	3.16	-4.61	.000
미로이동 기억	70	4.94	2.01	70	7.71	2.36	-7.47	.000

않았으므로 Welch-Aspin 검증을 사용하였다. 전체적으로 읽기부진아와 일반아동들은 작업기억의 모든 성분마다 통계적으로 의미 있는 차이를 나타내었다. 각 하위 검사별로 비교해 보면 중앙집행기 능력의 추정치인 읽기폭($t = -8.65, p = .000$)과 숫자회상($t = -8.04, p = .000$)에서 읽기부진아들은 일반아동들보다 낮은 수행을 보였다. 음운루프의 비교에서도 두 집단은 무의미 글자 계열회상($t = -7.27, p = .000$), 무의미 글자 계열인지($t = -6.89, p = .000$) 각각에서 의미 있는 차이를 보였다. 읽기 관련 연구에서는 그다지 연구되지 않았던 시공간 잡기장의 비교에서도 두 집단은 의미 있는 차이를 나타내었다. 고정 매트릭스 기억($t = -4.61, p = .000$)과 미로이동 기억($t = -7.47, p = .000$) 각각에서 읽기부진아들은 일반학생들보다 기능 수준이 떨어지는 것으로 나타났다.

작업기억 능력의 성별차이

작업기억 능력에 성별차가 있는지, 그리고 성별차가 있을 경우 읽기부진아들과 일반아동들에게서 성별차가 달리 나타나는지 알아보기 위하여 작업기억의 성분별로 이원변량분석을 실시하였다. 그 결과는 표 2와 같다.

중앙집행기와 음운루프의 각 검사에서는 남녀 학생들 간에 의미 있는 차이가 나타나지 않았으며, 읽기능력과 성별간의 상호작용 또한 발견되지 않았다. 그렇지

표 2. 작업기억 능력의 성별 차이

	변량원	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
읽기폭	읽기능력	416.98	1	416.98	62.74	.000
	성별	.47	1	.47	.07	.792
	읽기능력 × 성별	.04	1	.04	.01	.937
	오차	897.28	135	6.65		
숫자회상	읽기능력	480.86	1	480.86	49.90	.000
	성별	12.41	1	12.41	1.29	.258
	읽기능력 × 성별	5.32	1	5.32	.55	.459
	오차	1310.46	136	9.64		
글자 계열회상	읽기능력	166.19	1	166.19	42.85	.000
	성별	4.66	1	4.66	1.20	.275
	읽기능력 × 성별	.25	1	.25	.06	.801
	오차	527.51	136	3.88		
글자 계열인지	읽기능력	396.00	1	396.00	39.29	.000
	성별	2.34	1	2.34	.23	.630
	읽기능력 × 성별	.00	1	.00	.00	.995
	오차	1370.87	136	10.08		
매트릭스 기억	읽기능력	230.38	1	230.38	19.02	.000
	성별	83.34	1	83.34	6.88	.010
	읽기능력 × 성별	.33	1	.33	.03	.870
	오차	1647.09	136	12.11		
미로이동 기억	읽기능력	179.28	1	179.28	44.42	.000
	성별	98.45	1	98.45	24.40	.000
	읽기능력 × 성별	16.76	1	16.76	4.15	.043
	오차	548.84	136	4.04		

만 시공간 잡기장의 경우 매트릭스 기억($F=6.88, p=.010$)과 미로이동 기억($F=24.40, p=.000$) 각각에서 성별차이가 발견되었다. 뿐만 아니라 미로이동 기억에서는 읽기능력과 성별 간에 상호작용이 있음도 밝혀졌다($F=4.15, p=.043$). 이것은 부진아 집단에서도 남학생(평균 5.27)이 여학생(평균 4.19)보다 유의미하게 높았고($t=2.10, p=.040$) 일반 집단에서도 남학생(평균 8.49)이 여학생(평균 5.90)보다 유의미하게 높았지만($t=4.83, p=.000$) 일반 집단에서 남녀학생의 차이가 부진아 집단에서의 차이보다 훨씬 컸기 때문이다.

작업기억 각 성분들 간의 상호관련성

작업기억의 각 성분들 간에 어떤 상호관련성이 있는지 조사하기 위하여 전체 아동들을 대상으로 상관계수를 조사한 결과 모든 상관이 $p<.01$ 수준에서 의미 있는 높은 상관을 보였다. 상호관련성을 보다 구체적으로 살펴보기 위하여 읽기부진아와 일반아동 각각의 집단에서 작업기억 성분들 간의 상관계수를 구하였으며 그 결과는 표 3과 표 4에 제시하였다.

두 집단으로 나누어 상관계수를 구했을 때 표 3과 표 4에서 알 수 있듯이 일부의 상관만 의미 있는 것으로 나타났다. 이중에서 숫자회상(B)과 매트릭스 기억(E)간의 상관만 두 집단 모두에서 의미 있었으며, 나머지는 한 집단에서 유의미한 상관은 다른 집단에서는 의미 없는 상관인 것으로 나타났다. 중앙집행기와 관련하여

표 3. 읽기부진아들의 작업기억 각 성분들 간의 상관계수

	A	B	C	D	E	F
읽기폭(A)	—					
숫자회상(B)	.22	—				
글자 계열회상(C)	.20	.23	—			
글자 계열인지(D)	.20	.29*	.25*	—		
매트릭스 기억(E)	.12	.36**	.12	.17	—	
미로이동 기억(F)	.14	.16	.27*	.31**	.17	—

*: $p<.05$, **: $p<.01$

표 4. 일반아동들의 작업기억 각 성분들 간의 상관계수

	A	B	C	D	E	F
읽기폭(A)	—					
숫자회상(B)	.12	—				
글자 계열회상(C)	.21	.31**	—			
글자 계열인지(D)	.17	.17	.20	—		
매트릭스 기억(E)	.09	.28*	.28*	.26*	—	
미로이동 기억(F)	.24*	.38**	.14	.12	.27*	—

*: $p < .05$, **: $p < .01$

두 집단에서 공히 읽기폭(A)은, 일반 집단에서 미로이동 기억(F)과의 상관을 제외하고는, 다른 하위검사들과 의미 있는 상관을 보여주지 못한 데 비해 숫자회상은 부진아 집단에서는 글자 계열인지(D) 및 매트릭스 기억(E)과, 일반 집단에서는 글자 계열회상(C), 매트릭스 기억(D), 미로이동 기억(F)과 의미 있는 상관을 나타내었다.

음운루프의 두 검사들도 서로 다른 양상을 보였다. 글자 계열인지(D)가 부진아 집단에서는 숫자회상(B), 글자 계열회상(C) 및 미로이동 기억(F)과 유의미한 상관을 보여준 데 비해서 일반 집단에서는 매트릭스 기억(E) 하고만 유의미한 상관이 있었다.

시공간 잡기장의 경우 부진아 집단보다 일반 집단에서 타 성분들과 유의미한 상관이 더 많이 발견되었다. 부진아 집단에서는 미로이동 기억(F)이 매트릭스 기억(E)보다 더 많은 유의미한 상관을 보인 데 비해서 일반 집단에서는 매트릭스 기억(E)과 미로이동 기억(F)은 각각 세 가지 다른 검사들과 유의미한 상관이 있음을 보여 주었다.

음운루프와 시공간 잡기장은 서로 다른 종류의 정보를 처리한다고 가정됨에도 불구하고 상호간에 유의미한 상관이 발견되었으므로, 이들 성분과 중앙집행기와의 관련성을 제어한 후에도 상관이 있는지 조사하였다. 전체 집단에서 읽기폭과 숫자회상의 영향을 제어한 부분상관(partial correlation)을 실시한 결과는 표 5와 같다.

전체 집단에서는 각 하위검사들 간의 모든 상관이 $p < .01$ 수준에서 유의미 했

표 5. 읽기폭과 숫자회상을 제어한 부분상관

	매트릭스 기억	미로이동 기억
글자 계열회상	.14	.14
글자 계열인지	.16	.20*

*: $p < .05$

던 것에 비추어 보면 중앙집행기의 영향을 제거했을 때는 음운 작업기억과 시공간 작업기억 간의 관련성이 많이 낮아진 것으로 나타났다. 그렇지만 글자 계열인지와 미로이동 기억 간에는 여전히 유의미한 상관이 있었다.

논 의

읽기부진아와 일반아동의 차이

작업기억 중에서 중앙집행기[5, 29] 및 음운루프[14, 15]와 언어이해력 간에 밀접한 관련이 있음은 여러 연구에 의해서 지적되어 왔으나, 시공간 잡기장과 언어이해력 간의 연구에서는 일관성이 나타나지 않았다[10, 12, 19]. 본 연구에서도 중앙집행기와 음운루프 검사에서는 기존의 연구에 상응하는 결과로서 읽기부진아들과 일반아동들은 의미 있는 차이를 보였다. 특히 읽기부진아 중에는 읽기폭 검사를 아예 포기하는 학생들도 있었다. 이들에게 언어처리와 저장을 동시에 수행해야 하는 과제는 너무 무리한 요구였는지 모른다.

시공간 잡기장 검사에서도 읽기부진아들은 일반아동들보다 낮은 점수를 나타내었다. 이 결과는 도경수, 이은주[19]의 연구보다 백수진 등[10]의 연구를 지지하는 것으로 볼 수 있다. 공간적 기억이나 이미지의 기억도 시공간 잡기장에 의해서 독자적으로 이루어지기보다는 중앙집행기와 공동의 작용에 의해서 이루어짐을 시사한 연구[25]에 비추어 보면 본 연구에서 읽기부진아들이 시공간 잡기장 검사에서 일반아동들보다 낮은 수행 수준을 보인 것은 주로 중앙집행기의 작업기억 용량이

작기 때문에 해석해 볼 수 있다. 달리 가능한 해석으로는 De Jong[14]이 시사한 바와 같이 작업기억 외에 읽기부진을 초래하는 다른 원인들이 있어서 그로 인하여 읽기뿐만 아니라 모든 작업기억 검사 점수가 낮게 나왔을 수 있다. 작업기억 외에 읽기부진을 초래할 수 있는 유력한 원인으로는 지능이나 주의력 결핍 등을 예상해 볼 수 있다.

작업기억의 성별차이

작업기억에서의 성별차이는 지금까지 별로 연구된 바가 없다. 본 연구에서 성별에 따라 작업기억을 비교한 결과 중앙집행기나 음운루프 추정치에서는 성별차이가 나타나지 않았다. 일반적으로 여성이 언어능력에서 남성보다 앞선다고 알려져 있으나[20,23] 여성의 우월한 언어능력은 음운루프와 직접적인 관련은 없는 것으로 보인다. 그러나 시공간 잡기장 검사에서는 성별차이가 발견되었다. 이것은 일반적으로 남성이 공간지각력에서 여성보다 앞선다는[20, 21, 23] 주장을 뒷받침해 주는 결과이다. 언어와 공간능력을 각각 좌뇌와 우뇌가 담당한다는 점과 편재화(lateralization)가 오래 진행될수록, 즉 사춘기가 늦게 시작될수록 공간능력이 발달된다는 점[23]에 비추어 보면 공간능력은 언어능력보다 뇌의 영향을 더 크게 받는 것으로 보인다. 본 연구의 대상인 4학년 여학생 중 일부는 사춘기에 접어들었을 가능성이 있으며, 따라서 뇌의 편재화가 중단된 데 비해서 남학생들은 편재화가 계속되고 있으므로 공간정보의 처리능력에서 여학생보다 우위를 점할 수 있다고 생각된다.

읽기능력과 성별의 상호작용은 시공간 잡기장의 미로이동 기억 검사에서만 나타났다. 이것은 일반아동 집단에서의 남녀 학생 간의 차이가 부진아 집단에서의 남녀 학생 간의 차이보다 훨씬 컸기 때문이다. 그 이유는 미로이동 기억 검사가 시공간 잡기장 기능 외에 주의집중력을 특별히 요구하기 때문인 것으로 추정해볼 수 있다. 미로이동 기억에서는 개구리의 이동 경로를 4초~8초 동안 계속 주시해야 했으므로 일부 읽기부진 남학생들은 이 기간 동안 모니터에 주의집중을 하기 어려웠을지 모른다. 따라서 읽기부진 남학생들의 공간정보 처리가 일반 남학생만큼 되지 않았기 때문일 수 있다.

작업기억 각 성분의 상호관련성

전체 자료에서는 작업기억의 각 성분들 간의 모든 상관관계가 의미 있게 높게 나왔으나 부진아와 일반아동을 분리하여 각 집단별로 실시한 상관분석에서는 일부의 상관관계가 유의미한 것으로 나타났으며 두 집단 간에 공통점을 찾기가 어려웠다. 이것은 읽기부진아들은 일반아동들과 다소 다른 방식으로 정보를 처리하고 있음을 시사한다. 먼저 중앙집행기 검사를 보면, 부진아 집단에서는 읽기폭은 다른 하위검사와 어떤 유의미한 상관도 보여주지 못하였으며 숫자회상은 오직 두 가지 하위검사와 유의미한 상관을 보였다. 이에 비해서 일반아동 집단에서는 읽기폭이 다른 한 가지 하위검사, 그리고 숫자회상이 세 가지 하위검사와 의미 있는 상관을 나타내었다. 이것은 읽기부진아들의 중앙집행기 기능이 현저히 떨어지며, 이 영향이 다른 하위 검사들에게도 미쳐 뚜렷한 관련성이 나타나지 않은 것으로 추정해 볼 수 있다. 그렇지만 본 연구의 결과는 백수진 등[10]의 연구에서 읽기장애아들의 읽기폭과 매트릭스 기억 간에 의미 있는 상관이 있었던 것과 다소 차이가 있다. 중앙집행기의 기능과 두 종속체제 기능 간의 상관관계는 지능, 주의집중력, 언어 디코딩 능력 등 여러 요인들과 연결될 수가 있으므로 앞으로 더 많은 연구가 필요할 것이다.

음운루프의 두 추정치들은 부진아 집단에서는 서로 유의미한 관련성을 갖고 있었으나 일반아동들에게는 그러지 않았다. 백수진 등[10]의 연구에서 본 연구의 계열회상에 해당하는 무의미단어 반복이 읽기폭이나 매트릭스 기억과 아무 상관도 없었듯이, 본 연구에서 계열회상은 부진아 집단에서는 읽기폭이나 매트릭스 기억과 의미 있는 상관을 보이지 않아 백수진 등의 연구를 뒷받침하였으나 일반아동 집단에서는 매트릭스 기억과 유의미한 상관을 보여 다른 양상을 나타내었다. 본 연구에서 일반아동 집단에서는 계열회상이 계열인지보다 다른 하위검사와 더 많은 유의미한 상관관계를 보인 데 비해 부진아 집단에서는 계열인지가 계열회상보다 다른 성분들과 더 많은 유의미한 상관관계를 보였다. 이것은 계열인지는 계열회상에 비해서 음운정보의 정확한 처리가 덜 요구되는 반면에 다른 정보처리 방식(예컨대 시각적 정보처리 즉, 음성정보로 변환하지 않고 글자의 모양만으로 동일한 쌍인지 판별)의 도움을 받을 여지가 다소 있었기 때문일 것으로 판단된다. 이것은 읽기장애를 가

진 사람들은 시각적 정보처리보다 음운정보의 처리가 취약하기 때문에 정보의 시각적 처리를 선호한다는 주장[17]을 뒷받침한다.

시공잡역장의 두 추정치는 상이한 양상을 나타내었다. 매트릭스 기억의 경우 부진아 집단에서는 음운기억과 유의미한 상관을 보이지 않은 반면에 일반아동 집단에서는 유의미한 상관을 보였다. 미로이동 기억의 경우 부진아 집단에서는 중앙집행기와 유의미한 상관이 없고 음운기억 검사와 유의미한 상관을 보인 반면에 일반아동 집단에서는 중앙집행기 검사들과 유의미한 상관을 보이면서 음운기억 검사와는 유의미한 상관을 보이지 않았다. 이것은 두 집단의 시공간 정보 처리 방식이 상이함을 보여준다. 그리고 두 검사가 각각 시각기억과 공간기억에 초점이 맞추어져 있었으므로 시각 작업기억과 공간 작업기억이 분리될 수 있다고 본 Logic와 Della Sala[30]의 견해를 뒷받침해주는 것으로 보인다.

음운 작업기억과 시공간 작업기억이 서로 다른 종류의 정보를 처리한다고 가정됨에도 불구하고 이들의 하위검사 간에 유의미한 상관이 다수 나온 것을 더 자세히 검토하기 위해 중앙집행기와의 관련성을 제거한 다음 부분상관을 구했을 때는 음운 작업기억과 시공간 작업기억 간의 상관이 많이 낮아짐을 확인할 수 있었다. 그렇지만 글자 계열인지와 미로이동 기억 간에는 여전히 유의미한 상관이 발견되었는데, 이는 성인의 경우 시공간 작업기억은 언어적 작업기억과 약 40%의 변량을 공유한다고 한 Kane 등[31]의 연구에 의해 부분적으로 설명될 수 있다. 이 외에 검사 과제가 다소 부적절 했을 수도 있으므로 앞으로 이 부분에 관한 연구가 더 필요한 것으로 보인다.

결 론

읽기는 작업기억과 밀접한 관련이 있으므로 읽기부진아의 작업기억의 특성 분석은 읽기부진아 교육에 많은 시사점을 줄 수 있다. 본 연구에서는 Gathercole과 Pickering[24]이 사용한 측정도구를 기초로 하여 우리말로 된 컴퓨터 프로그램으로 만들어 사용하였다. 본 연구를 통해서 발견할 수 있었던 점은 다음과 같다.

첫째, 읽기부진아들은 작업기억의 중앙집행기, 음운루프, 시공간 잡기장의 모든

기능에서 일반학생들보다 낮은 수행을 보였다.

둘째, 남학생과 여학생은 중앙집행기와 음운루프에서는 차이가 없었으나 시공간 잡기장에서 의미 있는 차이를 나타내었다. 그 중 미로이동 기억에서는 읽기와 성별 간에 상호작용이 있는 것으로 나타났다. 이것은 공간정보 처리능력에서 읽기부진 남학생이 읽기부진 여학생보다 우월한 정도에 비해서 일반 남학생이 여학생보다 우월한 정도가 훨씬 컸기 때문이다.

셋째, 전체 집단에서는 작업기억 각 성분들 간의 모든 상관관계가 의미 있는 것으로 나타났지만 읽기부진아 집단과 일반아동 집단별로 각각 상관을 구했을 때는 각 성분들 간에 일관성 있는 상호관련성을 발견하기 어려웠다. 이것은 읽기부진아들과 일반아동들이 정보를 처리할 때 작용하는 작업기억 성분들이 다를 수 있음을 시사한다. 음운 작업기억과 시공간 작업기억은 중앙집행기의 영향을 통제했을 때는 상호관련성이 약화됨을 알 수 있었다.

본 연구가 읽기부진아 교육에 줄 수 있는 시사점은 다음과 같다.

첫째, 읽기부진아들은 작업기억 용량이 부족하므로 수업자료나 지시문 등을 너무 길지 않게 제시할 필요가 있다.

둘째, 남학생과 여학생은 시공간 잡기장 능력에서 차이를 보였으므로 읽기부진 남학생의 경우 언어 작업기억보다 시공간 작업기억 능력이 상대적으로 높다고 볼 수 있다. 그러므로 읽기부진 남학생은 수업자료를 제시할 때 가능하면 시각적, 공간적 정보의 형태로 제시하면 도움이 될 것이다.

본 연구에서 지적될 수 있는 제한점은 다음과 같다. 첫째, 학교당 소수의 대상을 많은 학교에 걸쳐 표집하였기 때문에 읽기부진아 선정에서 똑같은 기준을 엄격하게 적용하지 못하였고, 읽기부진아 연구에서 고려하여야 할 지능 변인을 통제하지 못한 점이다. 그렇지만 상당수의 무응답과 같은 부실자료를 제외하였고 이 과정에서 지능이 아주 낮은 읽기부진아들은 다수 제외되었으리라고 본다. 둘째, 여러 학교에 걸쳐 표집된 아동들을 대상으로 공통의 읽기능력 검사를 실시하지 못한 점이다. 셋째, 작업기억을 집단검사로 실시하였다는 점이다.

참고문헌

- [1] Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). Working memory and language. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- [2] Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99(1), 122-149.
- [3] Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. New York: Academic Press.
- [4] Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- [5] De Jong, P. F. (2006). Understanding normal and impaired reading development: A working memory perspective. In S. J. Pickering (Ed.), *Working memory and education*. Burlington, MA: Academic Press.
- [6] Goldman, S. R., Hogaboam, T. W., Bell, L. C., & Perfetti, C. A. (1980). Short-term retention of discourse during reading. *Journal of Educational Psychology*, 72, 647-655.
- [7] 이한규 (2002). **언어발달과 언어처리**. 서울: 원미사.
- [8] King, J., & Just, M. A. (1991). Individual differences in syntactic processing: The role of working memory. *Journal of Memory and Language*, 30, 580-602.
- [9] Van Der Sluis, S., Van Der Leij, A., & De Jong, P. F. (2005). Working memory in Dutch children with reading-and arithmetic-related LD. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 207-221.
- [10] 백수진, 안성우, 서유경, 신영주 (2007). 읽기장애아동과 일반아동의 작업기억 특성 비교 연구. **정서·행동장애연구**, 23(3), 265-300.
- [11] 송은영 (2003). 읽기 부진 아동의 음운인식, 빠른이름대기, 작업기억 특성 연구. 단국대학교 석사학위논문.
- [12] 송종용 (1999). 한글 읽기장애 아동의 작업기억 특성. 서울대학교 박사학위논문.
- [13] 조순이 (2006). 읽기장애 아동의 언어성 작업기억과 읽기이해 관계. 단국대학교 석사학위논문.

- [14] De Jong, P. F. (1998). Working memory deficits of reading disabled children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 70, 75-96.
- [15] Masoura, E. V. (2006). Establishing the link between working memory function and learning disabilities. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 4, 29-41.
- [16] Jeffries, S., & Everatt, J. (2004). Working memory: Its role in dyslexia and other specific learning disabilities. *Dyslexia*, 10, 196-214.
- [17] Dehn, M. J. (2008). Working memory and academic learning: Assessment and intervention. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- [18] Speece, D. L. (1987). Information subtypes of learning disabled readers. *Learning Disabilities Research*, 2, 91-102.
- [19] 도경수, 이은주 (2006). 텍스트 유형과 작업기억이 읽기 정상 아동과 읽기 지진 아동의 텍스트 이해에 미치는 영향. *인지과학*, 17(3), 191-206.
- [20] Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, T. J. Jr., Boykin, A. W., Brody, N., Ceci, S. J., Halpern, D. F., Loehlin, J. C., Perloff, R., Sternberg, R. J., & Urbina, S. (1996). Intelligence: Knowns and unknowns. *American Psychologist*, 51, 77-101.
- [21] Kimura, D. (1999). Sex and cognition. Cambridge, MA: MIT Press.
- [22] Halpern, D. F., & Collaer, M. L. (2005). Sex differences in visuospatial abilities: More than meets the eye. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *The Cambridge handbook of visuospatial thinking*. New York: Cambridge University Press.
- [23] Anderson, M. (2004). Sex differences in intelligence. In R. L. Gregory (Ed.), *The Oxford companion to the mind*. New York: Oxford University Press.
- [24] Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000). Assessment of working memory in six- and seven-year-old children. *Journal of Educational Psychology*, 92(2), 377-390.
- [25] Logie, R. H., Zucco, G. M., & Baddeley, A. D. (1990). Interference with visual short-term memory. *Acta Psychologica*, 75, 55-74.
- [26] Harrington, M., & Sawyer, M. (1992). L2 working memory capacity and L2 reading skill. *Studies in Second Language Acquisition*, 14, 25-38.
- [27] Lee, H. (1997). Syntactic interference and language processing of bilinguals. Unpublished doctoral dissertation. University of Wisconsin-Madison.

- [28] Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28, 127-154.
- [29] Hulme, C., & Mackenzie, S. (1992). *Working memory and severe learning difficulties*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [30] Logie, R. H., & Della Sala, S. (2005). Disorders of visuospatial working memory. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *The Cambridge handbook of visuospatial thinking*. New York: Cambridge University Press.
- [31] Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., & Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: A latent-variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 189-217.

1 차원고접수 : 2011. 5. 9
2 차원고접수 : 2011. 6. 9
최종게재승인 : 2011. 6. 20

(Abstract)

Analysis of working memory related with reading

Hankyu Lee

Inje University

The purpose of this study was to examine the working memory that is related with reading. For this purpose, the third and fourth grade children with reading difficulty were compared with normal children. The gender comparison and the correlations among the three components of working memory were also examined. The results indicated that the reading difficulty group were outperformed by the normal group in every test. Gender difference was found only in visuospatial capacity. There was an interaction between reading and gender in the memory of dynamic mazes. In the whole group, every correlation among all components was significant. When the correlations were examined separately in each group, however, only one correlation was significant in both groups. When the influence of the central executive was controlled, the interrelationship between phonological working memory and visuospatial working memory was mitigated. This study suggests that when teaching children with reading difficulty instructional material should be succinct and visuospatial information needs to be used for boys if possible.

Key words : reading difficulty, working memory, central executive, phonological loop, visuospatial sketchpad