

최근 작업기억 모형에 관한 연구: 한글 읽기장애아동에의 시사*

정 용 석**

진주교육대학교 교육학과

《요 약》

본 연구에서는 작업기억 관련 최근 모형들을 고찰함으로써, 향후 한글 읽기장애아동의 작업기억 특성 파악 연구를 위한 유의미한 시사점을 도출하고자 하였다.

본고에서의 작업기억 모형 탐색은 국내외적으로 가장 널리 활용되고 있는 Baddeley의 작업기억 모형들을 시간적으로 관통하고 있다. Baddeley와 Hitch(1974)의 작업기억 모형이 제안된 이래로, Baddeley는 초기에 제안한 작업기억 모형들을 끊임없이 수정 보완 해 왔는데, 본고에서는 초기 모형에서부터 최근의 작업기억 모형들을 이슈중심으로 고찰하였다. 작업기억 모형 고찰에 선행하여, 한글 읽기장애아동의 작업기억 특성에 관한 선행연구들을 살펴보았다. 작업기억 리뷰는 Baddeley와 Hitch(1974)의 중앙처리장치, 음운회로, 시공간적 잡기장으로 구성된 초기 작업기억 모형, 일화적 완충기를 하위모형으로 부가하고 장기기억과의 상호작용을 가정한 Baddeley(2000)의 수정된 작업기억 모형, Baddeley의 음운회로 모형을 입력 완충기와 출력완충기, 그리고 이 둘 간의 상호작용의 관점에서 가정한 Jacquemot와 Scott(2006)의 작업기억 모형, 맥락기억과 항목기억을 일화적 완충기와 음운회로로 관련지은 Burgess와 Hitch(2005, 2006)의 계산론적 작업기억 모형, 그리고 새로운 정보와 친숙한 정보에 대한 작업기억 메커니즘 등에 초점을 두었다.

주제어 : 읽기장애, 작업기억, 음운회로, 일화적 완충기

1. 서론

1. 연구의 의 및 연구문제

읽기장애아동이 가지는 음운처리(phonological processing) 능력 결함이나 명명속도(rapid automatized naming) 결함은 인지적 과정에서의 결함과 연관지을 수 있다. 한글 읽기장애아동을 대상으로 한 몇몇 연구에서는 읽기장애아동이 음운처리능력 및 명명속

* 이 논문은 2006년도 진주교육대학교 가정학술연구재단의 지원에 의해 연구되었음

** 교신저자(chungysc@cue.ac.kr)

도에서의 결합 특징을 가짐과 더불어, 작업기억(working memory)에서 일반아동과 차이가 있는 것으로 언급하였다(김미경, 서경희, 2003; 김우리, 김동일, 2005; 송은영, 황민아, 2005). 나아가 작업기억이 읽기장애아동의 음운인식 능력 결합이나 명명속도 결합과 어떤 연관성이 있음을 시사하였다(송종용, 1999).

작업기억 모형은 읽기장애아동이 음운표상을 처리하는 과정에서 서로 다르다는 음운처리능력 결합가설(Stanovich, 1988), 작업기억 용량의 개인차 때문에 읽기이해에 차이가 난다고 보는 작업기억 총량설(Just & Carpenter, 1992), 그리고 여러 개의 하위 구성요소로 설명한 Baddeley와 Hitch(1974)가 제안한 작업기억 모형이 있는데(송종용, 1999), 이 중 Baddeley와 Hitch(1974)가 제안한 모형이 가장 널리 사용된다(본고에서는 편의상 2000년 이전의 Baddeley 또는 Baddeley 등에 의한 작업기억 모형들을 Baddeley와 Hitch(1974)의 모형과 같은 것으로 간주하고 기술함.). 여기서는 주의체제인 중앙처리장치(executive control system)와 두 개의 노예체제인 음운회로(phonological loop)와 시공간적 잡기장(visuospatial sketchpad)으로 구성된다. 이후에 Baddeley(2000)는 일화적 완충기(episodic buffer)라는 새로운 하위 구성요소를 기존 모형에 부가하고 장기기억과의 상호작용을 가정한 수정된 작업기억 모형을 제안하였으며, 이 모형은 후속하는 연구들에 의해 계속 확장 및 발전되고 있다.

한글 읽기장애아동을 대상으로 한 작업기억 연구에서, 김성수(2003)의 작업기억총량설(Just & Carpenter, 1992)에 기초한 것을 제외한 대부분의 논문들(송종용, 1999; 김미경, 2003; 송은영, 2004; 이은주, 2004)은 중앙처리장치, 음운회로, 시공간적 잡기장 등의 관점에서 비교된 것이어서 Baddeley(1986), Baddeley 등(Baddeley & Hitch, 1974; Gathercole & Baddeley, 1990; Baddeley, Gathercole, & Papagno, 1998)의 작업기억 모형과 관련된 것이라 할 수 있다.

송종용(1999)의 연구에서는 읽기장애아동의 작업기억 특성을 연구하였는데, 읽기장애아동 집단은 정상아동 집단에 비해 음운회로와 중앙처리장치의 수행수준이 낮은 것으로 보고하였다. 김미경(2003)의 연구는 Gathercole과 Baddeley(1990)의 관점에서 작업기억을 개념화 하였으며, 읽기장애아동들은 작업기억에서의 음운재부호화의 문제로 말미암아 작업기억에서 일반아동과 차이를 보인다고 주장하였다. 송은영(2004), 이은주(2004)의 읽기장애아동의 읽기 이해와 작업기억과의 관계에 대한 연구는 작업기억의 시공간적 잡기장과 읽기장애아동과의 관련을 조사하였는데, 읽기장애와 시공간적 잡기장과의 관련성은 크지 않은 것으로 나타났다. 이들 연구에서는 공통적으로 읽기장애아동은 작업기억의 음운회로에서 일반아동과 차이가 있음을 제안하였다.

최근 한국에서는 읽기장애아동의 읽기 특성에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있지만 작업기억에 대한 연구는 아직 미진하다. 선행한 몇몇 연구(김미경, 2003; 송은영, 2004; 이은주, 2004)에서 읽기장애아동의 작업기억 특성에 대한 매우 가치있는 정보를 제공한 것이 사실인 반면에, 구체적이고도 전체적인 작업기억 모형에 근거하여 읽기장

애아동의 작업기억 특성을 연구한 것은 송종용(1999)의 연구가 유일하다. 하지만 송종용(1999)의 작업기억 연구가 작업기억에 대한 전반적 과정을 이해할 수 있는 충분한 리뷰 정보를 제공하고 있지 않다는 점은 매우 아쉽다.

한편, 한글의 읽기장애아동의 작업기억 특성을 조사한 선행연구들은 2000년 이전의 Baddeley 또는 Baddeley 등의 작업기억 모형에 기초하여 연구를 진행하였다. 즉, 중앙처리장치, 음운회로, 시공간적 잡기장 등의 관점에서 읽기장애아동과 일반아동의 특성을 비교한 것이었다. 이와 같은 관점의 읽기장애아동에 대한 특성 연구들은 한글 읽기장애아동을 대상으로 했던 선행연구 결과에서 보듯이 많은 가치있는 정보를 제공하였다. 그리고 이 모형은 최근까지도 서구에서조차 상당한 연구 가치를 가지는 것으로 나타났다(예, Swanson, Howard, & Saez, 2007).

반면에 부정적인 결과도 공존한다(예, Savage, Lavers, & Pillay, 2007). 2000년 이전의 작업기억 모형을 중심으로 한 읽기장애아동과 작업기억 특성에 대한 리뷰연구에서, Savage 등(2007)은 선행한 연구들이 작업기억의 하위 구성요소들의 개념에 부합하는 과제들의 측정결과에서 신뢰도나 타당도 문제를 가지는 것으로 제안하였다. 이것은 작업기억에 대한 연구가 보다 가치를 갖기 위해서는 작업기억을 구성하는 하위 구성요소들을 보다 구체적이고 분석적으로 개념화 시킬 필요가 있음을 의미한다.

최근에 와서, 기존의 작업기억 모형에 비해 보다 구체적이고 분석적인 관점의 작업기억 모형들이 여러 연구에서 제안되었다(Baddeley, 2000; Burgess & Hitch, 2005, 2006; Jacquemet & Scott, 2006; Hasselmo & Stern, 2006). Baddeley(2000)는 기존의 작업기억 하위 체제 외에 일화적 완충기(episodic buffer)라는 새로운 하위 구성요소를 추가하면서, 장기기억과 단기기억과의 상호작용을 가정한 수정된 작업기억 모형을 제시하였다. Jacquemet와 Scott(2006)는 음운론적 단기기억과 구어 처리과정의 관점에서 작업기억 모형을 상정하였는데, 두 개의 완충기 및 이 둘 사이의 전환을 가정한 이 모형은 Baddeley의 작업기억의 음운회로 모형을 보다 분석적으로 이해하는데 도움이 된다. Burgess와 Hitch(2005, 2006)는 항목기억과 맥락기억을 각각 음운회로와 일화적 완충기의 기능으로 가정하는 계산론적 모형을 제시하였고, Hasselmo와 Stern(2006)은 작업기억에서 새로운 정보에 대한 처리가 어떻게 이뤄지는가에 대한 모형을 제안하였다.

최근 제안된 작업기억 모형들은 기존의 Baddeley의 모형에 비해, 작업기억 하위구성요소에 따른 읽기장애집단 분류, 작업기억에서 장기기억과 단기기억 즉 음운회로와 일화적 완충기와 장기기억과의 상호작용에 대한 가정, 그리고 새로운 정보와 친숙한 정보를 처리하는 작업기억에 대한 과정 등에서 새로운 관점을 제공하고 있다. 본 연구자는 작업기억에 관련된 이러한 최근의 모형에서 읽기장애아동의 특성을 실험을 통해 밝히는 연구가 대단히 중요하고 가치있다고 보았다.

그러나 결과를 보다 타당하고 신뢰롭게 유도하기 위해서는, 실험연구에 앞서 그것에 관련된 이론이나 모형을 리뷰하고, 연구문제를 전체적이면서도 구체적으로 재검토해

가는 과정이 필수적이다.

이에 본 연구는 최근 작업기억 모형에 대한 리뷰를 통해, 한글 읽기장애아동의 특성 파악을 위한 시사점을 도출하는 데 그 목적이 있으며, 이를 위해 본 연구에서 설정한 연구문제는 다음과 같다.

- 첫째, Baddeley의 초기 작업기억 모형과 수정된 작업기억 모형의 차이는 무엇인가?
- 둘째, 음운회로의 하위 모형은 읽기장애아동의 하위 집단분류와 어떤 관련이 있는가?
- 셋째, 작업기억에서 단기기억과 장기기억은 어떻게 상호작용하는가?
- 넷째, 친숙한 정보와 새로운 정보의 작업기억 과정의 차이는 무엇인가?

2. 연구방법

본 연구는 작업기억 모형 탐색에 우선하여, 한글 읽기장애아동과 작업기억에 관련된 선행연구를 고찰하였다. 그 다음에 연구문제의 순으로 관련된 작업기억 모형들을 리뷰하였다.

본 연구에서 작업기억 모형들에 대한 고찰방법은 작업기억 모형의 하위 구성요소, 구성요소에 대한 설명, 작업기억의 작동모형, 그리고 작업기억 모형과 읽기장애아동과의 연관성에 초점을 두었다.

선행한 한글 읽기장애아동을 대상으로 한 작업기억 특성 연구에서, 읽기장애아동은 주로 음운회로의 단기저장장치와 조음장치에서 일반아동과 차이가 있는 것으로 제안되었다. 그리하여 본 연구의 읽기장애아동의 작업기억 모형에 대한 고찰내용은 작업기억의 음운회로(일화적 완충기 포함)에 초점을 두었다. 그러나 이것이 작업기억 모형에서 중앙처리장치나 시공간적 잡기장에서의 역할이 읽기장애와 관련될 가능성이 없다는 것을 단정하는 것은 아니다.

II. 한글 읽기장애아동과 작업기억

한글 읽기장애아동의 특성을 연구한 상당수의 연구에서는 읽기장애아동이 작업기억에서 일반아동과 차이를 보인다는 결과를 보고하였다(송종용, 1999; 김미경, 2003; 김성수, 2003; 송은영, 2004; 이은주, 2004). 읽기장애의 음운처리능력 결함가설에 따르면, 독해력의 차이는 음운처리 과정의 결함에 의한 것이며, 음운처리 과정의 결함은 해부호화 능력과 음운 단기기억 용량에서의 결함을 의미한다(송종용, 1999; 김미경, 2003). 이것은 읽기장애아동의 음운처리 과정의 결함이 작업기억의 결함과 관련될 수 있음을 시사한

다.

이들의 작업기억 관련 연구결과를 보면, 먼저 김미경(2003)의 작업기억 관련 연구과제는 단어회상 과제와 문장회상 과제였다. 콩-감-소 등의 1음절 단어를 불러주고 아동에게 똑같은 순서로 반복하도록 요구하는 검사도구를 활용한 기억폭 과제 실시결과, 읽기장애아동은 일반아동에 비해 단어회상 과제에서 유의하게 평균이 낮았다. 제시된 문장을 그대로 반복할 뿐만 아니라 문장내용과 관련된 검사자의 질문에 답하도록 요구하는 기억폭 측정 결과에서(문장회상검사) 읽기장애아동은 일반아동에 비해 문장회상 점수가 유의하게 낮았다. 김성수(2003)는 단순언어장애 아동을 대상으로 3-6개의 낱말로 이루어진 낱말목록을 들려주고 아무런 조건 없이 낱말을 가능한 한 많이 회상하는 <저장(자유회상)>조건, 낱말을 참조물의 물리적 크기순으로 재배열하여 회상하는 <저장+단일처리(크기순서화)>조건, 낱말을 동일한 의미범주로 분류한 후, 의미범주 내에서 다시 물리적 크기순으로 재배열하여 회상하는 <저장+이중처리>조건에서 단순언어장애 아동을 언어연령으로 일치시킨 정상발달아동, 생활연령으로 일치시킨 정상발달아동집단과 반응 점수를 비교하였다. 연구결과, 단순언어장애아동은 단일처리부하 조건하에서는 생활연령 일치집단에 비하여 저조하였으며, 이중처리부하 조건에서는 두 정상발달 집단 모두에 비해 저조하였다. 읽기부진아동을 대상으로 한 송은영(2004)의 연구에서는 김성수(2003)의 작업기억 과제를 읽기부진아를 대상으로 하여 적용하였고, 결과에서는 읽기부진아동과 일반아동 집단 간의 유의미한 차이를 보고하였다. 권유현(2003)은 단순언어장애 아동의 언어성 작업기억과 문장이해 간의 관계를 조사하였다. 여기서의 문장이해 과제와 관련한 연구결과 또한 단순언어장애아동이 일반아동에 비해 작업기억의 수준이 낮은 것으로 보고되었다.

송종용(1999)의 연구에서는 한글 독해에 어려움이 있는 읽기장애아동이 Baddeley(1986)의 작업기억 모형의 하위구성 요소인 중앙집행부, 음운회로, 그리고 시공간적 잡기장에서 보이는 인지적 결손을 탐색하고 치료적 개입이 읽기장애아동의 독해력 향상에 주는 효과를 다루었다. 구체적으로 (1)음운회로의 조음체계에서 담당하는 해부호화 능력을 측정하는 단어목록 읽기과제와 글자 읽기과제, (2)음운회로의 음운 단기기억 용량을 측정하는 글자 따라하기와 숫자 따라하기 과제, (3)시공간적 잡기장의 용량을 측정하는 시각 단기기억 과제, 그리고 (4)중앙집행부의 기능을 측정하는 읽기폭 과제를 사용해서 읽기장애아동이 정상아동에 비해서 작업기억의 세 구성요소에서 어떤 인지적 결손을 보이는지를 확인하였다. 읽기장애아동 집단과 정상아동 집단을 비교한 결과, 읽기장애아동은 정상아동에 비해서 단어목록을 읽는데 더 많은 시간이 걸리고 글자를 읽을 때 더 많은 오류를 범하였다. 특히 정상아동은 단어사용 빈도나 발음 용이성에 영향을 거의 받지 않은 반면, 읽기장애아동은 사용빈도가 낮은 단어나 발음하기 어려운 글자를 읽을 때 오류가 급격히 증가하였다. 음운단기기억 용량도 정상 아동에 비해 적었으며, 읽기폭 과제에서 읽기폭이 작고, 문장의 진위 판단 시간도 더 오래 걸렸다. 그러나 시각

단기기억 과제에서의 수행수준은 차이가 나지 않았다. 이 결과는 읽기장애아동이 해부 호화 능력과 음운 단기기억 용량, 읽기폭 그리고 문장의 의미를 처리하는 속도에서 정상아동에 비해 결손이 있다는 것을 시사한다. 이은주(2004)는 글을 이해하는 데 언어적 표상 외에 시공간적 표상도 중요변인이라고 보고, 시공간적 표상이 글 이해에 어떠한 작용을 하는지를 조사하였다. 연구결과에서 읽기폭이나 연산폭에서는 유의차가 있었지만 시공간 폭 과제, 즉 시공간적 잡기장 크기의 차이를 조사하기 위한 과제에서는 차이가 없었다.

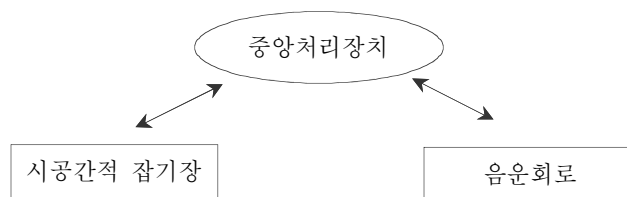
살펴본 바와 같이, 한글에서의 작업기억 과제 관련 선행 연구결과들은 읽기장애아동은 작업기억의 음운회로에 결함이 있음을 시사한다.

III. Baddeley의 작업기억 모형: 초기 모형과 수정된 모형의 비교

여기서는 Baddeley의 초기 작업기억 모형(Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 1986)을 살펴보고, 후속해서 Baddeley(2000)의 수정 보완한 작업기억 모형을 고찰하였다.

1. 작업기억의 초기모형

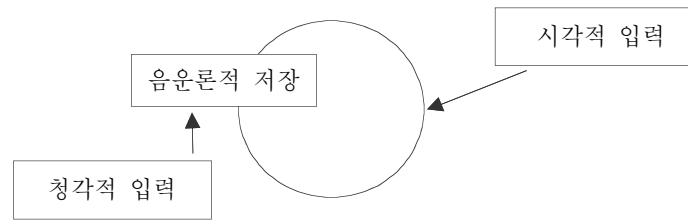
작업기억은 생각, 학습 그리고 의사소통을 지지하는 단기 정보처리과정 및 저장체제를 의미한다. 즉, 다른 인지적인 활동을 수행하면서 단기간의 정보를 저장하는 역동적인 메커니즘을 말한다(Savage et. al., 2007). Baddeley(Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 1986)는 세 개의 하위체계로 구성된 작업기억 모형을 제안하였는데, 이것은 구어 및 음향 정보에 관련된 음운회로(phonological loop), 시각적 정보에 관련된 시공간적 잡기장(visuospatial sketchpad), 그리고 이 두 체제가 의존하는 중앙처리장치(executive control) 등으로 구성되었다<그림 1>.



<그림 1> Baddeley(1986)의 작업기억 모형
(Baddeley, 2003a에 의해 재인용, p. 191)

두 개의 보조장치인 음운회로와 시공간적 잡기장은 보조장치 또는 노예체제라고 부른다. 시공간적 잡기장은 공간적, 시각적, 그리고 운동적 정보를 일시적으로 저장하고 조작할 수 있는 하나의 단일화된 표상으로 통합하는 기능을 한다(Baddeley, 2003a, b). 중앙처리장치는 주의통제의 역할을 하는 것으로 가정된다. 보다 구체적으로 말하면, 두 개의 노예체제로부터의 입력을 조정하는 능력, 재생계획이나 전략을 전환하는 능력, 한 자극에 초점을 두는 능력, 그리고 장기기억의 정보를 간직하고 조작하는 능력을 가진다 (Savage et. al., 2007).

음운회로는 단기저장장치와 조음장치로 구성되어 있는데<그림 2>, 일시적 저장체제인 단기저장장치는 조음장치에 의해 시연되지(refresh)되지 않으면, 수초 만에 사라질 기억흔적들을 간직한다. 이것은 항목이 명명될 수 있기만 하면 저장된 정보를 유지할 뿐만 아니라 그 저장 체제 내에 시각적 정보를 등록하는 음성하(subvocal) 시연체제를 포함한다. 그리하여, 만약 참여자에게 즉각적인 회상을 위한 일련의 철자들을 제시하게 되면, 이 철자들은 시각적으로 제시된 것임에도 불구하고, 참여자들은 철자들을 음성하 시연하게 되며, 그리하여 그들의 파지는 본질적으로 음향적이거나 음운론적 특징에 의존하게 된다(Baddeley, 2003a).



<그림 2> Baddeley의 음운회로 모형
(Jacquemot와 Scott, 2006에 의해 재인용)

이 외에도 Baddeley(2000)에 의하면, 음운회로는 연속적 정보의 파지(retention)에 적합하며, 이것의 기능은 기억폭과제(memory span task, 항목들의 순서가 제시한 순서대로 즉시 반복되어야 하는 과제)를 통해 분명하게 조사할 수 있다. 그리고 이 모형은 음운유사(phonological similarity)효과(소리가 유사한 철자나 낱말은 정확하게 기억하기가 어려움.), 단어길이(word length)효과(일련의 짧은 단어들을 기억하는 것이 일련의 긴 단어를 기억하는 것보다 더 쉬움.), 조음억제(articulatory suppression)효과('the'와 같은 말을 소리내어 계속 말하도록 함으로써 기억해야할 항목들을 시연하지 못하도록 했을 때 수행은 현저하게 감소함.), 암호들 사이에서의 정보의 전이(시각적인 정보의 음운론적 암호로의 저장), 신경심리적 증거에 대한 간단한 설명을 제공한다.

학교장면에서 아동들은 많은 청각적 및 시각적 철자정보에 노출된다. 청각적 정보

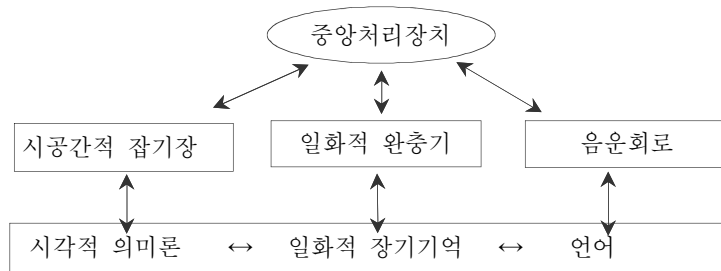
는 음운회로의 저장장치로 직접 입력되며, 시각적 철자정보, 즉 문자 또한 음성화 시연을 함으로써 청각적으로 전환됨과 더불어 음운회로의 저장장치에 입력될 수 있다. 이것은 음운회로가 읽기과정에서 핵심적인 역할을 한다는 것을 의미한다.

대부분의 선행연구(송중용, 1999; 김미경, 2003; 김성수, 2003; 송은영, 2004; 이은주, 2004)에서는 한글 읽기장애아동이 음운회로에서 결함을 가진 것으로 제안하였으며, 음운회로에 부가해서 송중용(1999)의 연구에서는 읽기장애아동이 중앙처리장치 에서도 결함을 가지는 것으로 시사하였다.

2. 수정된 작업기억 모형

2000년에 Baddeley는 수정된 작업기억 모형을 제안하였다. Baddeley와 Hitch(1974)는 작업기억과 장기기억을 한때 서로 분리된 것으로 간주하였는데, 왜냐하면 그 당시의 실험에서 단기기억 음운론적 결함을 가진 환자들이 장기기억에는 전혀 손상을 갖지 않았기 때문이다. 장기기억과 단기기억이 해리되었다는 이런 가설과는 반대로, 후속하는 연구(Baddeley, Gathercole, & Papagno, 1998)에서는 단기기억 환자들이 장기 음운론적 학습에서 특정 결함을 가진다고 보고하였다. 한편 음운회로 수행과 아동의 어휘수준이 관계가 있다는 연구결과들은 음운회로가 언어습득의 촉진에 관여할 수 있음을 제안하였는데, 이것은 음운회로와 학습메커니즘 사이에 중요한 관계를 암시하는 것이다 (Baddeley et al., 1998).

단기기억과 장기기억과의 상호작용을 가정하여 Baddeley(2000)가 수정하여 제안한 작업기억 모형을 제시하면 다음의 <그림 3>과 같다.



<그림 3> Baddeley(2000)의 수정된 작업기억 모형

<그림 3>의 모형은 단기기억과 장기기억과의 상호작용을 고려하였으며, 다음과 같이 설명된다. 가장 하단부의 시각적 의미론(visual semantics), 일화적 장기기억(episodic LTM), 그리고 언어(language)는 장기 지식을 축적할 수 있는 ‘결정화된’(crystalized) 인

지체계를 나타낸다. 시공간적 잡기장, 일화적 완충기(episodic buffer), 그리고 음운회로, 중앙처리장치 등의 상단부 하위 구성요소들은 주의(attention)와 일시적 저장(temporary storage) 등과 같은 '유동'(fluid) 능력으로서 가정되며, 결정화된 인지체계를 경유하는 것을 제외하고, 유동능력 그 자체는 학습에 의해 변화되지 않는 것으로 간주된다(Baddeley, 2000).

이 모형에서는 일화적 완충기가 새로운 하위체제로서 등장하였다. 중앙처리장치에서 저장장치 개념을 제거하고 주의 및 통제체제로 개념화한 Baddeley와 Hitch(1974)의 초기 작업기억 모형은, 시각적 그리고 언어적 부호(codes)를 장기기억의 다면적 표상과 연합 및 결합할 수 있는 체계가 필요했으며, 언어 또는 시공간적 보조장치의 능력을 초과하는 양적인 자료를 일시적으로 저장할 공간의 필요성 때문에 새로운 대안적 모형이 필요하게 되었다(Baddeley & Logie, 1999).

이러한 연구의 결과는 다음의 '일화적 완충기'라는 하위구성요소를 제안하는 결과로 유도되었다.

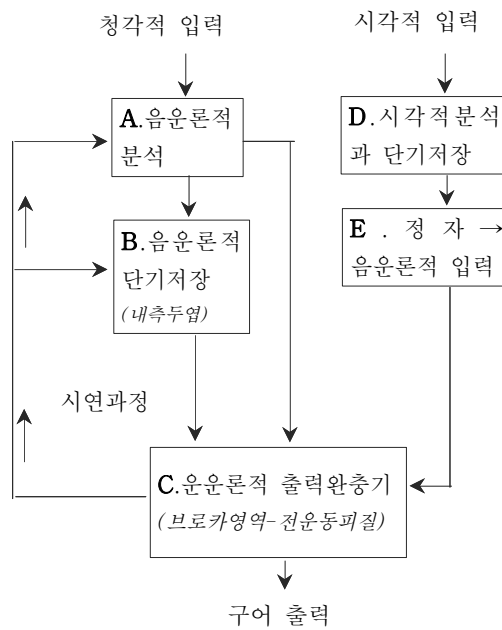
“일화적 완충기는 다면적 부호(multi-dimensional code)로 정보를 저장할 수 있는 것으로 가정된다. 그것은 그리하여 노예체제(음운회로와 시공간적 잡기장)와 LTM 사이의 순간적인 상호작용을 제공한다. 일화적 완충기는 중앙처리장치에 의해 통제되는 것으로 가정되며 여러 자원에서 온 정보를 한 데 조합하여 일관성 있는 일화(episode)로 묶는다. 그러한 일화는 의식에 의해 재생되는 것으로 가정된다. 일화적 완충기는 LTM과 분리되어 있지만 장기적인 일화적 학습의 어떤 중요한 역할을 하는 모델링 공간으로서 역할을 한다.”(Baddeley, 2000, p.421)

일화적 완충기는 주로 중앙처리장치에 의존하지만 주의통제보다는 주로 정보의 저장에 관여한다는 점에서 제한된 용량체계를 가진 체제로서 가정된다. 이와 같은 일화적 완충기에 대한 개념은 후속한 Baddeley(2003a, b)의 연구에서도 일관성 있게 그대로 유지되었다.

그러나, Baddeley는 일화적 완충기에 대한 이러한 개념을 제시한 것 외에 기억과정에서 일화적 완충기가 어떻게 작동하는지에 대한 구체적인 정보는 전혀 제시하지 않았다. 그리고 아직까지 일화적 완충기에 대한 연구는 국내에서는 물론 서구에서도 찾아보기가 매우 어렵다. 이에 따라 작업기억에서 일화적 완충기에 대한 연구나 정보를 획득하는 일은 국내외적으로 매우 중요한 가치를 가지는 향후 연구과제로 남아있다.

IV. 음운회로의 하위 구성요소와 읽기장애 분류

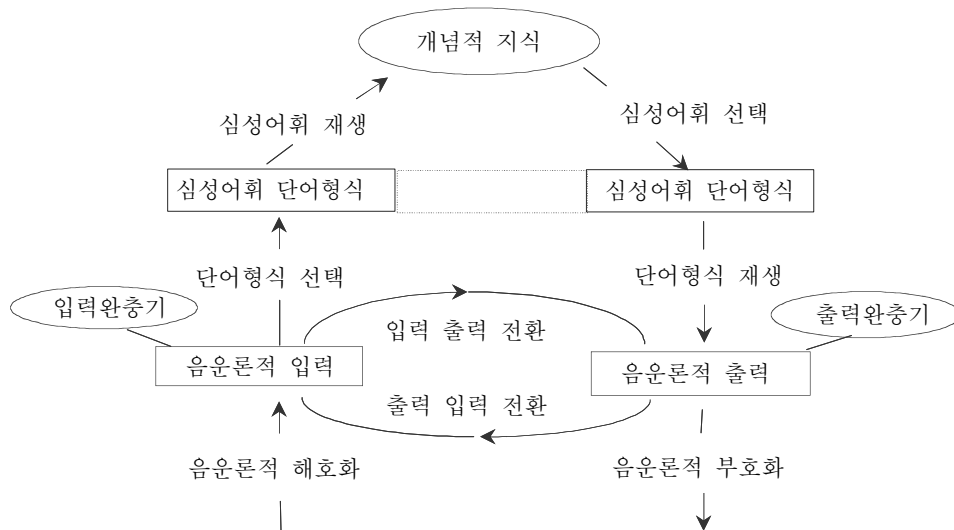
Baddeley의 작업기억 모형에서 음운회로는 단기저장장치와 조음회로로 구성되었다. 하지만 이 모형에서는 음운회로가 어떻게 작동하는가에 대한 설명은 제공하지 않았다. 이에 대한 작동 모형이 작업기억에 대한 신경심리학적 모형을 탐색한 Vallar와 Papagno(2002)에 의해 제시되었다. 저널 “Nature Review, Neruoscience”에서 이 모형을 부분적으로 수정하여 받아들이면서 Baddeley(2003b)는 음운회로의 작업기억 모형의 작동과정을 다음의 <그림 4>와 같이 제시하였다.



<그림 4> 음운회로의 기능적 모형

“이 모형에서 A는 음운론적 분석, B는 단기저장, C는 구어출력의 프로그래밍, D는 시각적 입력, E는 글자소에서 음소로의 전환을 의미한다. 청각적 정보는 직접적으로 음운론적 저장장치에 접근하며, 저장 후에는 회상을 위해 출력 완충기로 전달되거나 시연을 통해 순환한다. 시각적 자료들은 언어적으로 입력되고 시연의 과정을 거친 다음에 음운론적 저장장치에 접근한다.”(p.831)

Baddeley가 인용하여 제시한 음운회로의 작동기억 모형보다 분석적이고 구체적인 모형이 Jacquemot와 Scott(2006)에 의해 제안되었다. Jacquemot와 Scott(2006)는 음운회로, 즉 음운론적 단기기억(phonological short-term memory)을 구어처리과정의 모형 속에 통합시키고자 하였는데, 이 연구에서 음운회로는 구어지각과 구어산출에 관련된 두 음운론적 완충기들(buffers) 사이의 순환중인 정보의 현재적 특성으로 가정한다. 여기에서 음운회로의 단기저장장치는 음운론적 입력의 저장에 관련되며, 음성화 시연체제는 어떤 구어 산출(speech output)에 대한 내적 산출(inner production)을 요구하는 것과 대응한다. 이들이 제안한 구어처리 과정에 통합된 음운회로 모형을 제시하면 다음의 <그림 5>와 같다.



<그림 5> Jacquemot와 Scott(2006)의 음운회로 모형

이 모형의 작동과 관련된 중요한 구성요소로는 음운론적 입력 완충기, 음운론적 출력 완충기, 그리고 두 개의 전환과정 즉, 입력 완충기에서 출력 완충기로의 전환과 출력 완충기에서 입력완충기로의 전환 등의 네 요소이다.

이 구성요소들은 어떤 기능을 하는가? 문장 내에서 심성어휘 분할(lexical segmentation)을 계산하고 음운론적 모호함을 해결하기 위해서는 다수의 음절들이 저장되어야 한다. 음운론적 입력 완충기는 이러한 일시적 저장에 관여한다. 음운론적 출력은 음절들을 형성하게 되는 순서화된 음운론적 모형들(ordered phonological models)로 이뤄져 있다. 음절화(syllabication)는 단어경계를 넘어서 이전 및 후속하는 단어들의 음운론적 형태들을 활용하는데, 음운론적 출력 완충기는 이 과정에서 저장을 담당한다. 음운

론적 입력 완충기에서 출력 완충기로의 전환은 심성어휘나 의미론적-개념적 처리과정이 없는 청각적 자극들의 반복을 가능하게 한다. 사람들은 소리내어 산출하기 이전에 내적 구어 산출(internal speech production)의 오류를 체크하고 교정할 수 있다. 음운론적 출력 완충기에서 음운론적 입력 완충기로의 전환과정에서 이 역할을 수행한다.

이 모형은 읽기장애아동의 결함 특성을 이해하는데 있어서 Baddeley의 음운회로 모형에 비해 보다 분석적이다. 선행연구에서, 한글 읽기장애아동은 Baddeley의 음운회로 모형의 조음장치와 단기저장장치 모두에서 공통적으로 결함을 가지는 것으로 제안되었다. 반면에, 음운회로를 보다 분석적으로 입력 완충기 결함, 출력 완충기 결함, 입력 완충기와 출력 완충기로의 상호 전환과정의 접근에서 모형을 상정한 Jacquemot와 Scott(2006)의 작업기억 모형에서는 읽기장애아동은 이러한 하위 구성요소들 모두에서 공통된 결함을 가진 것이 아니라, 입력 완충기 결함, 출력 완충기 결함, 입력 완충기에서 출력 완충기로의 전환과정에서의 결함, 출력 완충기에서 입력 완충기로의 전환과정에서의 결함 중 어느 하나를 가질 수 있음을 가정하였다. 이 모형에서는 어떤 과정에서 결함을 가지느냐 또는 단독이나 복합적으로 결함을 가지느냐에 따라 읽기장애아동의 범주와 정도가 다를 수 있음을 제안하고 있다.

Jacquemot와 Scott(2006)의 모형에서는 음운론적 출력 완충기 결함을 가진 읽기장애아동은 구어산출을 요구하는 모든 과제에서 음소들의 대체, 삽입, 생략, 그리고 전치(transposition)와 같은 구어산출 오류를 보이며, 음운론적 입력 완충기에서의 손상은 읽기장애아동의 문장의 음운론적 분석의 수행에 결함을 유발한다(예, coupure와 couture와 같은 독립된 단어들을 구분할 수 있으나 문장 내에서 제시하면 이들을 변별할 수 없음.). 음운론적 입력 완충기에서 출력 완충기로의 전환과정에서 비단어나 외국어 단어들의 반복이 처리된다. 이 과정에서의 결함, 즉 비단어 반복에 결함을 가진 사람들은 외국어 낱말을 학습하지 못한다. 음운론적 출력 완충기에서 입력 완충기로의 전환과정에 문제가 있는 경우 이들은 점검과정에서의 결함으로 말미암아 보다 많은 구어오류를 보일 것으로 예견되며, 시각운 판단(visual rhyme judgement: love와 move, car와 war처럼 보기에 운의 형태를 띠고 있으나 발음을 달리하는 것)처럼, 내적 산출물(inner production)을 마음속으로 '듣도록' 하는 과제에서 손상을 가진다.

한글 읽기장애아동을 대상으로 한 작업기억 연구와 관련지어 이 모형을 살펴보면 다음과 같다. 송중용(1999)은 글자 및 낱말읽기 과제에서 읽기속도 및 읽기오류 점수에서 읽기장애아동의 속도가 느리고 오류수가 많은 것으로 보고한 반면에, 발음이 어려운 단어에서는 속도의 차이가 없고 오류수에서 차이가 있는 것으로 보고하였다. 송중용(1999)의 연구에서 이러한 과정은 조음장치의 해부호화 능력과 관련지어 설명된 반면에, 이 모형에서는 발음이 어려운 단어읽기 과제에서 읽기장애아동의 오류수 증가는 출력 완충기의 결함이나 출력 완충기에서 입력 완충기로의 전환과정을 통한 점검과정의 문제로 해석할 수 있다. 나아가 어려운 단어읽기나 발음이 곤란한 단어읽기는 입력 완충기

에서 출력 완충기로의 전환과정에서 처리되는 것으로 간주된다. 아쉽게도 송중용의 연구에서는 읽기장애아동과 일반아동 간에 음운회로의 하위 구성요소에서 차이가 있는지를 밝히는 데만 관심을 두었고, 읽기장애집단이 하위 여러 집단들로 분류될 수 있는 지에는 관심이 없었다.

결론적으로 Baddeley의 모형에 기초한 송중용(1999)의 연구에서는 읽기장애아동이 음운회로에서 공통적인 결함을 가진 집단으로 가정되는 반면에, Jacquemot와 Scott(2006)의 모형은 읽기장애아동이 음운회로의 하위과정들 중 어디에서 결함을 가지는냐에 따라서 특정 하위집단들로 구분할 수 있음을 주장한다. 이러한 상반된 주장은 한글 읽기장애아동을 음운회로의 하위과정들에서의 결함에 따라 분류할 수 있는가, 아니면 이들이 음운회로의 모든 구성요소들에서 공통된 결함을 가지는가를 밝히는 연구의 필요성을 제안한다.

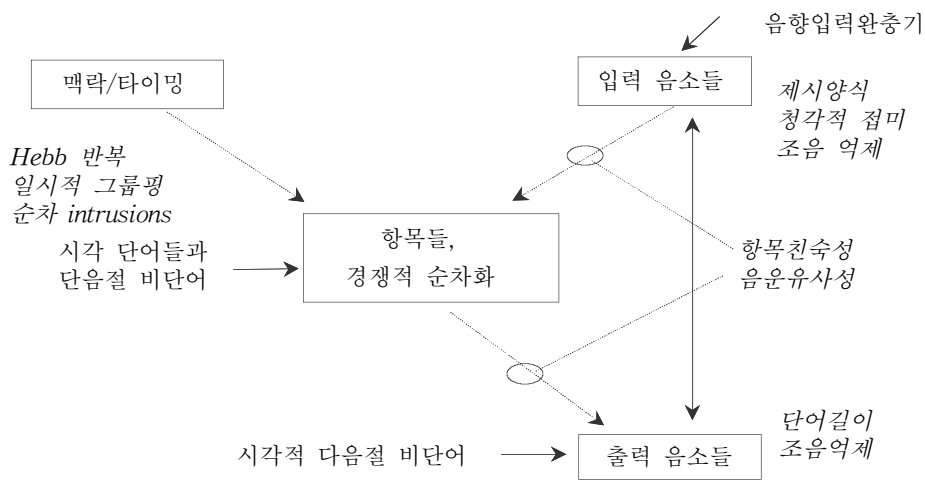
V. 작업기억과 장기기억의 상호작용

Baddeley(2000)의 작업기억 모형에서는 음운회로, 일화적 완충기, 시공간적 잡기장이 장기기억과 연결되어 있지만, 이들 개개의 하위과정들이 어떤 방식으로 상호작용하는 지에 대한 설명은 제공하지 않았다. 그렇다면, 즉시순차회상(immediate serial recall) 과제에서 작업기억과 장기기억은 어떻게 상호작용하는가? 계산론적(computational) 모형의 관점에서 장기기억과 단기기억의 상호작용을 분석한 모형이 Burgess와 Hitch(1999, 2005, 2006)에 의해 제안되었는데, 이들은 즉시순차회상 과제를 활용하여 작업기억과 장기기억과의 상호작용을 모델링할 수 있는 다음과 같은 모형을 제시하였다<그림 6>.

Burgess와 Hitch(2005, 2006)의 음운회로 모형은 입력음소들(input phonemes), 출력음소들(output phonemes), 경쟁적 순차화에 의한 항목들(items), 경쟁적 순차화에 의한 맥락들(context/ timing) 등 네 가지 하위요소로 구성되었다. <그림 6>에서 점선화살표는 장기 및 단기 수정이 가능한 연결, 그리고 선분화살표는 이 모형에 대한 입력과 입력음소와 출력음소의 일대일 연결을 보여준다. 이탤릭체로 표시한 부분은 해당 경로에서 나타난 실험효과를 말한다. <Burgess와 Hitch(1999)의 모형에서는 경쟁적 순차화의 과정이 항목들에서만 일어나는 것으로 가정한 반면에, Burgess와 Hitch(2005, 2006)의 모형에서는 맥락처리 과정에서도 경쟁적 순차화가 일어나는 것으로 가정하였다는 점에서 차이가 있음.>.

이 모형은 입력음소들 처리 때문에 청각적 접미효과(auditory suffix, 청각자극들의 맨 끝에 0을 제시하면 신근효과가 사라짐.)와 조음억제 효과, 제시양식(modality)에 따른 차이가 생긴다고 설명한다. 출력음소들 처리 때문에 단어길이 효과와 조음억제 효과가

발생한다. 맥락/타이밍(context/timing)처리에 의해 Hebb 반복효과(Hebb repetition, 한 목록이 앞서 제시되고 회상된 후 다시 제시되면 회상이 향상됨.), 일시적 그룹핑(temporal grouping, 특정 일시적 집단화로 항목들을 제시하면 수행은 촉진됨.) 및 순차 간섭(serial order intrusion, 앞의 자극목록에 포함된 한 목록이 다른 목록의 위치에 틀리게 회상됨.) 효과가 발생한다. 입력음소들에서 항목순차화에 이르는 처리, 그리고 항목 순차화에서 출력음소들에 이르는 처리 때문에 항목친숙성(item familiarity)과 음운유사성(phonological familiarity) 효과가 발생한다.



<그림 6> Burgess와 Hitch(2005)의 음운회로 모형

<그림 6>의 음운회로 모형은 즉시순차회상(instant serial recall) 과제에서 어떻게 작동하는가? 이 과정은 계산론적 관점에서 다음과 같이 설명된다.

“어떤 청각적 항목을 제시(presentation)하게 되면, 이것은 대응하는 입력 음소, 그 다음 출력 음소, 그리고 어떤 하나의 항목 노드(경쟁적 순차화에 의해 선택된)를 활성화 하는데, 이때 맥락적 신호는 고정값에 따라 변하며, 그리고 결합가중치들은 수정된다. 거의 사용되지 않는 결합들에 대한 변화들(예, 어떤 낮은 목록에 대한 맥락-항목 결합들)은 단기 기억 수정에 의해 지배되는 반면에, 잘 사용되는 결합들(예, 친숙한 낱말들에 대한 항목-음소결합들)은 또한 유의미한 장기 기억 구성요소를 가진다. 재생(retrieval)에서는, 맥락신호가 재시동되고, 제시하는(presentation) 동안 만들

어진(즉 각 회상된 항목의 고정값에 의해 변화되는) 변화를 산출한다. 항목노드들은 그들의 맥락항목 결합을 통해 재활성화 되며, 가장 활성화 된 것이 선택되며, 선택된 산출음소들이 활성화 된다. 음소들의 활성화는 입력음소들을 경유해서 다시 항목노드들에 피드백을 활성화 한다. 출력(output)은 경쟁적 순차화에 의한 마지막 선택에 대응하는 반면에, 이 동안 항목 노드들은 음소 입력과 맥락적 입력 모두를 수용한다. 이 단계는 잡음(noisy)인 것으로 간주된다. 왜냐하면, 아직 회상되지 않은 목록들이 유사한 맥락에 잘못 연합되거나 또는 음소표상들이 표적항목들을 대체하는 오류가 일어날 수 있기 때문이다.”(2005, p.537)

이 모형은 어떤 측면에서 음운회로의 개념을 가지게 되는가? 계산론적 모형에서 반복적 재생에 의한 시연은 사라져가는 단기 결합 가중치, 즉 기억흔적들을 새롭게 하는 역할을 한다. 시연이나 시각적 입력 동안 출력 음소들에 의한 입력 음소들의 활성화는 개인이 자신의 내적 음성(inner voice)을 듣는 것, 즉 음성화 시연과 대응한다.

기존의 음운회로의 기능과 Burgess와 Hitch(2005, 2006)의 음운회로 개념은 무엇이 다른가? Burgess와 Hitch의 음운회로 모형에서 음운론적 표상들과 분리하여 하나의 맥락적 신호를 포함하는 것은 한편의 일시적 그룹핑, 순차 간섭, Hebb 반복의 효과들과, 다른 한편의 Baddeley가 제안했던 음운유사효과, 단어길이효과, 그리고 조음억제효과 등과 같은 전통적으로 음운회로와 관련된 효과들 사이의 분리를 가정하는 것이다. Baddeley의 작업기억과 장기기억의 상호작용 모형을 이 음운회로 모형은 어떻게 설명하는가? 이 연구에서는 경쟁적 순차화에 의한 항목노드들의 회상에는 장기기억(언어)과 음운회로가 관여하는 것으로서, 그리고 맥락신호의 회상에는 일화적 장기기억과 일화적 완충기의 작용이 관여하는 것으로 간주하였다. 그리고 반복적인 시연에 의해 맥락신호와 항목노드간의 결합가중치가 강해지는 것으로 해석한다.

선행연구에서 한글 읽기장애아동의 즉시순차회상 과제에서 항목기억과 맥락기억은 어떤 특징을 보이는가? Burgess와 Hitch의 음운회로 모형 즉, 작업기억의 즉시순차회상 과제에서 항목기억과 맥락기억의 분리하여 조사한 연구는 아직 한글 읽기장애아동을 대상으로 하여 시도되지 않았다. 이 모형을 토대로 추측해 보면, 읽기장애아동의 음운회로의 단기기억 용량의 측정은 기억폭에 한정되어서는 안 되며, 항목기억에 부가해서 Hebb 반복효과, 순차 간섭, 일시적 그룹핑의 관점 등의 맥락기억을 함께 고려하여 일화적 완충기와 일화적 장기기억, 음운회로와 언어의 상호작용에 대한 메커니즘을 밝히는 후속 연구가 필요하다.

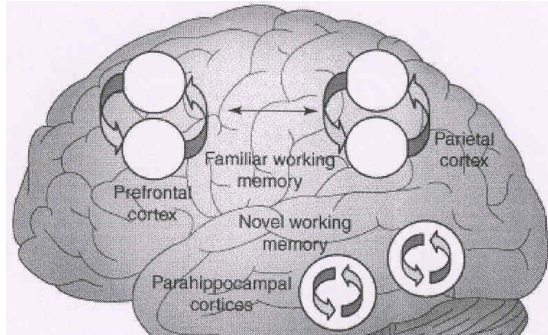
VI. 친숙한 정보와 새로운 정보의 작업기억

친숙한 정보를 처리하는 과정과 새로운 정보를 처리하는 과정이 작업기억에서 다르게 설명된다(Baddeley. et. al., 1998; Jacquemot & Scott, 2006; Burgess & Hitch, 2005, 2006; Hasselmo & Stern, 2006).

비단어반복 과제와 어휘 사이에 상관이 있다는 연구결과(Service, 1992; Gathercole & Baddeley, 1993)와, 친숙한 음소 순서들과는 달리 친숙하지 못한 음소 순서들에 대한 참여자들의 수행결과는 후속하는 어휘학습의 좋은 예언인자라는 연구결과(Brown & Hulme, 1996) 등은 친숙한 정보자극과 새로운 자극정보의 처리 메커니즘이 다름을 시사한다. 이러한 선행연구에 기초하여, Baddeley 등(1998)은 친숙하지 않은 새로운 정보에 대한 처리, 즉 비단어반복 과제를 수행하기 위해서는 음운회로의 저장장치와 조음산출 두 가지 모두를 요구하며, 그리고 단기 저장장치가 외국어학습이나 낯선 단어의 학습에서 일차적인 역할을 하는 것으로 제안하였다.

Jacquemot와 Scott(2006)의 음운회로 모형에서는 심성어휘경로를 거치지 않는 입력 완충기에서 출력 완충기로의 직접 경로와 지식의 영향을 받는 심성어휘경로를 구분하였다. 여기서 친숙한 정보는 심성어휘경로를 사용하는 반면에, 비단어반복이나 외국어 등의 새로운 정보는 입력 완충기에서 출력 완충기로의 직접 경로에 의해 처리되는데, 이 경로가 학습에서 핵심적인 역할을 하는 것으로 주장하였다. Jacquemot와 Scott(2006)의 작업기억 모형에서는 심성어휘경로와 직접경로를 배타적으로 설명하고 있다는 점에서, 앞에서 설명한 Baddeley나 아래에서 설명되는 Hasselmo와 Stern(2006), Burgess와 Hitch(2005)의 연구와 차이가 있다.

뇌신경 연구를 통해 작업기억과 관련한 새로운 정보에 대한 학습 메커니즘을 밝힌 연구가 Hasselmo와 Stern(2006)에 의해 발표되었다. Hasselmo와 Stern(2006)은 새로운 정보에 대한 작업기억과 친숙한 정보에 대한 작업기억은 다르며, 친숙한 자극을 작업기억에 저장하는 데는 전두피질(prefrontal cortex) 및 두정피질(parietal cortex) 체계만으로도 충분하지만, 새로운 자극들은 이에 부가해서 내후각뇌(entorhinal) 및 비열주변(perirhinal) 피질 내의 셀룰러(cellular) 메커니즘을 요구하게 된다고 주장하였다. 즉, 새로운 자극에 대한 작업기억은 뇌후각내 피질과 다른 부해마(parahippocampal) 피질에서의 아세틸콜린에 의해 활성화되는 부가적인 셀룰러 메커니즘을 요구하며, 친숙한 자극에 대한 작업기억에서 요구하는 메커니즘과 본질적으로 다르다. 이 모형을 그림으로 제시하면 다음의 <그림. 7>과 같다.



<그림. 7>
Hasselmo와 Stern
(2006)의 새로운
자극 과 친숙한 자
극에 대한 작업기
역의 뇌 메커니즘
(p.488)

작업기억의 작동과정을 보면, 전두피질 및 두정피질 체계는 친숙한 정보의 유지를 설명한다. 친숙한 정보의 유지에는 아세티콜린이 요구되지 않는데, 왜냐하면 친숙한 정보의 입력은 뉴우런들 사이의 흥분에 의한 글루타민산(glutamatergic) 결합의 패턴에 의하며(그림 7의 왼 간의 화살표), 이것이 지속적인 점화(spiking)의 유지를 가능하게 하기 때문이다.

내후각뇌 및 비열주변 피질 내의 셀룰러(cellular) 메커니즘은 새로운 정보의 유지를 설명한다. 새로운 정보의 유지는 지속적 점화를 위한 내재적 메커니즘의 콜린성(collinergic, 아세티콜린에 의해서 자극, 활성화 또는 전달되는) 활성화(그림 7의 왼 내부의 화살표)으로 가능하다. 왜냐하면, 흥분에 의한 순환 결합 없이도 개개의 뉴우런들이 점화를 위한 내재적인 재생산 메커니즘을 가지기 때문이다. 이 모형은 병변(lesion) 연구, fMRI, 콜린성 연구, 그리고 셀룰러 생리학(physiology)의 결과들로 인해 설득력을 얻고 있다. Hasselmo와 Stern(2006)의 연구는 작업기억 과정에서 낯선 자극이나 단어의 처리과정이 친숙한 자극의 처리과정과 완전히 다른 이중해리로 간주되는 것이 아니라, 낯선 자극의 처리를 위해서는 친숙한 처리에 필요한 과정에 부가해서 직접 경로처리가 이뤄져야 한다는 것을 분명하게 해 준다.

Burgess와 Hitch(2005)는 작업기억 측정을 위한 즉시순차회상 과제에서 항목정보와 맥락정보를 구분하였으며, 친숙한 단어들은 장기기억의 강력한 영향으로 말미암아 보다 잘 회상되며, 친숙하지 않은 고안된 비단어들은 단어들보다 회상하기가 어렵다고 주장하면서 친숙한 정보와 친숙하지 않은 정보를 구분하였다. 나아가 그들은 언어지식과 음운회로사이의 결합을 항목정보와 관련된 것으로서, 그리고 일화적 완충기와 일화적 장기기억 사이의 관계를 맥락 신호 형식의 순서정보에 관련된 것으로 해석하였다. Hasselmo와 Stern(2006)은 뇌의 부해마 구조에서의 콜린성 메커니즘이 장기기억으로의 부호화(long-term encoding)를 위한 완충기로서 역할을 하는데, 여기서는 다양한 양식들로부터 온 정보를 통합하고 유지하며, 작업기억에서 항목들의 순서에 관한 정보를 유지하며, 장기 일화적 기억으로 정보를 입력할 수 있는 용량을 가진다고 보았다. 이러한 콜린성 메커니즘의 역할은 Baddeley(2000)의 작업기억 모형에서의 일화적 완충기에 대

한 개념과 거의 일치한다.

새로운 정보의 처리과정과 친숙한 정보에 대한 처리과정과 관련된 작업기억 모형은 어떻게 상정되어야 하는가? 살펴본 바와 같이, Baddeley 등(1998), Jacquemot와 Scott(2006), Burgess와 Hitch(2005), Hasselmo와 Stern(2006)의 작업기억 모형에서는 이러한 두 가지 정보가 처리되는 과정에 대한 설명이 각각 다르다.

지금까지 살펴본 친숙한 정보의 처리과정과 새로운 정보의 처리과정에 대한 제안된 작업기억 모형들은 학습 메커니즘이나 읽기장애아동의 특성에 관련한 매우 유의미한 정보를 제공할 가능성이 높음에도 불구하고, 현재는 단지 하나의 작업기억 모형으로서만 존재할 뿐이고, 어느 모형이 설득력이 있는지에 대한 것뿐만 아니라 읽기장애아동을 대상으로 하여 이것이 어떻게 실천적으로 적용될 수 있는지에 대한 연구도 미완의 과제로 남아있다. 그리하여 새로운 정보와 친숙한 정보의 처리과정에 관한 하나의 작업기억 모형을 상정하고, 한글 읽기장애아동을 대상으로 하여 이에 따른 특성을 실천적으로 밝히는 후속 연구가 절실하다.

Ⅶ. 맺음말

한글 읽기장애아동의 작업기억 특성은 어떻게 설명될 수 있는가? 살펴본 바와 같이 이에 대한 물음의 일부는 이 분야의 선구적인 연구들에 의해 이미 밝혀졌다. 한글 읽기장애아동은 일반아동에 비해 음운회로, 중앙처리장치 등의 작업기억 하위 구성요소에서 결함을 가지는 것으로 확인되었다. 그리고 읽기장애아동이 가지는 작업기억의 음운회로에서의 결함이 음운인식능력 결함과 명명속도 결함과 관련이 있는 것으로 시사되었다.

최근에 Baddeley는 기존의 작업기억 모형을 수정하여 일화적 완충기를 부가하고 장기기억과의 상호작용을 가정한 작업기억 모형을 상정하였다. 그러나 그는 이 모형에서 음운회로의 보다 분석적인 모형, 단기기억과 장기기억의 상호작용 메커니즘, 그리고 일화적 완충기의 역할 등에 대한 구체적인 설명을 제시하지 않고 이러한 문제들을 앞으로 해결해야 할 미완의 과제로서 남겨두었다.

본 연구에서 고찰한 Jacquemot와 Scott(2006), Burgess와 Hitch(2005, 2006), Hasselmo와 Stern(2006)의 작업기억 모형들은 Baddeley가 구체적으로 밝히지 않았던 중요한 연구문제들에 접근하고 있다. 본 연구에서는 이들이 상정한 작업기억 모형들을 Baddeley의 최초 제안된 모형 및 수정된 작업기억 모형과 연계하여 살펴보았다. 본고에서의 작업기억에 대한 이러한 고찰의 과정은 작업기억 연구의 과거와 현재를 아우르는 전체적인 모습을 미흡하지만 가치있게 제시하였다고 생각한다.

고찰한 문헌에 기초해 보면, 지금까지 한글 읽기장애아동의 작업기억 특성 연구는

주로 초창기에 Baddeley가 제안한 작업기억 모형의 관점에서 이뤄졌을 뿐이다. 이러한 선행한 읽기장애아동의 작업기억 관련 가치있는 연구에 더하여, 이제는 최근 제안된 작업기억 모형의 관점에서 한글 읽기장애아동의 특성을 밝힐 차례이다.

참고문헌

- 권유현(2003). 단순언어장애 아동의 언어성 작업기억과 문장이해간의 관계. 석사학위논문, 단국대학교 대학원.
- 김미경(2003). 읽기장애아동의 음운처리 능력과 읽기 능력 연구. 박사학위논문, 대구대학교 대학원.
- 김미경, 서경희(2003). 읽기장애아동의 음운인식 능력과 읽기 유창성 연구. **정서, 행동장애연구**, 19(4), 381-400.
- 김성수(2003). 단순언어장애 아동의 기능적 작업기억과 낱말 습득 특성. 박사학위논문, 단국대학교 대학원.
- 김우리, 김동일(2005). 읽기저성취 아동의 음운인식과 초기 읽기의 관계. **2005년 추계학술대회 발표회 논문집**(pp.313-325). 한국특수교육학회. 공주.
- 송은영(2004). 읽기부진아동의 음운인식, 빠른이름대기, 작업기억 특성연구. 석사학위 논문, 단국대학교 대학원.
- 송은영, 황민아(2005). 읽기부진아동의 음운인식, 빠른이름대기, 작업기억 특성 연구. **2005년 추계학술대회 발표논문집**(pp. 327-335). 한국특수교육학회. 공주.
- 송중용(1999). 한글 읽기장애 아동의 작업기억 특성. 박사학위논문, 서울대학교 대학원.
- 이은주(2004). 읽기 장애아동들의 읽기이해와 작업기억과의 관계. 석사학위논문, 성균관대학교 대학원.
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. London: Oxford University Press.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *TRENDS in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A. (2003a). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, 189-208.
- Baddeley, A. (2003b). Working memory: Looking back and looking forward. *NATURE REVIEWS, NEUROSCIENCE*, 4, 829-839.
- Baddeley, A., Gathercole, S., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105, 158-173.
- Baddeley, A., & Hitch, G.(1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation*(pp. 47-90). New York: Academic Press.
- Baddeley, A., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. In A. Miyake & P. Shah (Ed.), *Models of working memory*(pp.28-61). NY: Cambridge university Press.
- Brown, D. G. A., & Hulme, C. (1995). Non-word repetition, STM, and word age of acquisition: A computational model. In Gathercole (Ed.), *Models of short-term memory*(pp.129-148). Hove, England: Psychology Press.
- Burgess, N., & Hitch, G. (1999). Memory for serial order: A network model of the phonological loop and its timing. *Psychological Review*, 06(3). 551-581.
- Burgess, N., & Hitch, G. (2005). Computational models of working memory: putting long term memory into context. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 9(11). 535-541.

- Burgess, N., & Hitch, G. (2006). A revised model of short-term memory and long-term learning of verbal sequences. *Journal of Memory and Language*, 55, 627-652.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. (1993). *Working memory and language*. Hove: LEA.
- Hasselmo, M. E., & Stern, C. E. (2006). Mechanism underlying working memory for novel information. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 10(11), 487-493.
- Jacquemot, C., & Scott, S. K. (2006). What is the relationship between phonological short-term memory and speech processing? *TRENDS in Cognitive Sciences*, 10(11), 480-486.
- Just, M. A. & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99, 122-149.
- Savage, R., Lavers, N., & Pillay, V. (2007). Working memory and reading difficulties: What we know and what we don't know about the relationship. *Educ Psychol Rev*, 19, 185-21.
- Service, E. (1992). Phonology, working memory, and foreign language. *Quartly Journal of Experimental Psychology*, 45A, 21-50.
- Stanovich, K. E. (1988). Expanding the differences between the dyslexia and garden variety poor reader: The phonological -core variance-difference model. *Journal of Learning Disabilities*, 21, 590-604.
- Swanson H. L., Howard, C. B., & Saez, L. (2007). Do different components of working memory underlie different subgroups of reading disabilities? *Journal of Learning Disabilities*, 39(3), 252-269.
- Vallar, G. S., & Papagno, C. (2002). Neuropsychological impairments of verbal short-term memory. In A. Baddeley, M. D. Kopelman, & B. A. Willson (Ed.), *Handbook of memory disorders*(2nd ed., pp.249-270). Chichester: Wiley.

A Study on Recent Working Memory Models: Implications for Children with Korean Reading Disabilities

Chung, Yong Seok

Chinju National University of Education

<Abstract>

This study is a review for studying the working memory of children with reading disabilities in Korea. We reviewed as follows.

First, we reviewed studies about reading characteristics of children with the Korean reading disabilities. Most of them implied that children with reading disabilities had a difficulty in phonological processing and rapid speed naming tasks, and Korean reading disabilities had a difficulty in working memory. It was suggested that it was important to study about working memory in Korean reading disabilities. Second, we reviewed and compared the working memory model of Baddeley and Hitch(1974) which studies on Korean reading disabilities were based on, to the working memory model of the Baddeley(2000) which added interactivities of short-term memory, and long-term memory and episodic buffer to it. Third, we reviewed the study of Jacquemot and Scott (2006) which was focused on the relationship between phonological short-term memory and speech processing, and the studies of Burgess and Hitch (2005, 2006) which were focused on computational models of working memory with putting long-term memory into context. Finally, we reviewed studies related to the working memory and novel information processing mechanisms of children with reading disabilities.

key words: reading disabilities, working memory, phonological loop, episodic buffer

논문 접수: 2007. 7. 10 심사 시작: 2007. 8. 5 게재 확정: 2007. 9. 21