

## 문장 처리 능력 발달에서 실행 기능의 역할 재검증: 억제인가 인지적 유연성인가?\*

남 민 지

최 영 은<sup>†</sup>

중앙대학교 심리학과

실행 기능의 하위 요소 중에서 인지적 억제 미성숙은 만 4-5세 아동들의 문장 해석에서 문장 초기 정보를 억제하지 못하여 오류를 범하게 하고, 문장의 오해석을 수정하지 못하게 하는 주요한 원인이라는 가설이 제기되어 왔다. 그러나 그 간의 축적된 연구들에서는 문장 처리 능력과 억제 능력 발달 사이의 직접적인 관계보다는 인지적 유연성과의 관련성이 더 많이 관찰되어 왔고, 두 요소 중 어떤 요소가 직접적으로 기여할 수 있는지를 검토한 연구가 없었다. 따라서 본 연구에서는 만 4-5세 한국어 습득 아동들의 문장 처리 발달에 실행 기능의 어떤 요소의 발달이 기여하는지를 보다 체계적으로 검토하였다. 아동들에게 중의적인 문장을 들려준 후, 문장의 의미를 시연하게 하여 문장 해석의 정확도를 측정하였고, 플랭커 과제를 통해 억제와 인지적 유연성을, 칭각 작업 기억 과제로 작업 기억을 측정하였다. 회귀 분석 결과, 연령과 문장 처리 능력의 개인차를 통제하고도 4-5세 아동의 문장 해석 오류에 인지적 유연성은 유의하게 고유한 기여를 하였으나 억제 능력의 설명력은 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이는 최근 실행 기능 발달에서 억제보다 목표 탐지 능력의 발달이 중요하다는 가설과 더불어 문장 처리 발달에서도 억제보다 목표나 규칙의 변화를 꾸준히 탐지하면서 인지적으로 유연할 수 있는 정도의 발달이 보다 중요할 수 있음을 시사한다.

주요어 : 문장 처리, 언어 발달, 실행 기능, 인지적 유연성, 억제, 순차적 일치 효과, 순행 통제

\* 이 연구에 참여해주신 모든 부모님과 아동들께 깊은 감사를 드립니다. 더불어 연구를 허락하고 지원해주신 해란 어린이집의 선생님들께도 감사드립니다. 자료 수집에 도움주신 주나래, 유성재, 이유진, 김미나 학생과 자료 정리를 도와주신 신민하, 정소미 학생에게도 깊은 감사를 표합니다.

<sup>†</sup> 교신저자: 최영은, 중앙대학교 심리학과, 서울특별시 동작구 흑석로 84

E-mail: yochoi@cau.ac.kr

인지와 정서, 사회성의 발달에 있어 실행 기능의 중요성은 최근 수많은 연구를 통해 제기되어 왔다. 지능보다도 실행 기능이 학업 성취도(Blair & Razza, 2007; Diamond & Lee, 2011)나 직업적 성공(Prince et al., 2007), 사회 생활이나 결혼 생활에서(Eakin et al., 2004)의 성공 여부를 예측하는 주요한 요인일 가능성이 제기되었고, 마음이론(Carlson & Moses, 2001)이나 출처 탐지 과제 수행(Hala, McKay, Brown, & San Juan, 2016) 등 주요한 발달 관련 과제의 수행 능력의 차이에서도 실행 기능은 관련이 있는 것으로 보고되었다.

최근에는 언어의 사용 및 처리와 관련한 부분에서도 실행 기능이 개입되어 있을 가능성이 많이 제기되었다. 이중 언어 습득 및 사용 환경에 노출된 아동과 노인들은 단일 언어 사용자에 비해 실행 기능이 잘 발달된 것으로 보고되었고(Bialystok, 2015 참조), 단일 언어 사용자의 경우에도 실행 기능의 개인차는 문장 해석 오류율과 관련이 있을 가능성이 보고되었다(Novick, Trueswell, & Thompson-Schill, 2005; Novick, Thomson-Schill, & Trueswell, 2008).

이러한 관점에서 Choi와 Trueswell(2010)은 아동의 문장 처리 능력의 발달에서도 실행 기능의 발달 정도가 중요한 역할을 할 가능성을 제기하였다. 특히, 실시간 문장의 해석에서 문장 내 정보들이 청자의 귀에 도달하는 순서대로 즉각적으로 이뤄지는 인간 문장 처리의 패턴 때문에 문장 초기 정보에 기반한 해석이 문장 후기 정보의 추가에 따른 해석과 상충될 때, 후기 정보를 반영하여 수정하지 못하면 해석의 오류를 보인다. 그리고 이러한 해석의 오류는 만 4-5세 아동에게서 가장 많이 관찰된다(손현주, 최영은, 2011; 최영은, 2009; Choi & Trueswell, 2010; Trueswell, Sekerina, Hill, &

Logrip, 1999; Weighall, 2008). 연구자들은 실행 기능 중에서도 이 시기 아동들의 억제 능력의 미성숙이 문장 초기 정보에 기반한 해석을 억제하는데 실패하게 하여 적절한 문장 의미 수정을 하지 못하고 오해석에 이르게 하는 원인이라고 제안하였다(손현주, 최영은, 2011; Choi & Trueswell, 2010; Mazuka, Jincho, & Oishi, 2009; Novick, Trueswell, & Thompson-Schill, 2005; Novick, Thompson-Schill, & Trueswell, 2008).

실행 기능(Executive Function, EF)이란 계획하기, 억제(inhibitory control), 인지적 유연성(cognitive flexibility), 작업 기억(working memory) 등과 같은 하위 요소들을 포함하는 상위 인지 능력을 이른다(Diamond & Lee, 2011; Hughes, 1998; Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter & Wager., 2000). 이 중 억제는 우세한 사고나 행동을 억제할 수 있는 능력을 지칭하고, 인지적 유연성은 변화되는 상황에서 바뀌는 규칙이나 환경에 따라 유연하게 사고와 행동을 조절하는 능력을 이른다. 성공적인 문장 의미 해석이 초기의 우세한 문장 정보에 의해 구성된 의미를 적절히 억제해야 한다는 점에서 언어 처리와 언어 처리 발달에서 실행 기능 중에서도 억제는 주요한 역할을 담당할 것이라 제안된 것이다.

성인의 문장 처리에서 Oishi, Jincho와 Mazuka(2010)는 인지적 억제 능력을 측정하는 스트룹 과제(stroop task)를 통해 중의성을 가지는 일본어 문장 처리 시 억제 능력이 관여하고 있음을 보고하였다. 영어에서도 억제 능력의 개인차는 성인의 일시적 오해석의 개인차와도 관련이 있다고 보고되었다(Novick, Trueswell, & Thompson-Schill, 2005).

그러나 좀 더 관련한 연구가 축적되면서 문

장 처리 과정에 억제 능력만이 아니라 인지적 유연성이 개입되고 있을 가능성이 빈번히 관찰되었다. 인지적 억제만이 아니라 유연성도 담당하는 것으로 보고된 대뇌의 하좌위 전두회(left inferior frontal gyrus, LIFG)(Banich et al., 2000; Milham, Banich, Webb, Barad, Cohen, Wszalek, & Kramer, 2001)는 스트룹 과제와 플랭커 과제 등의 억제, 유연성 측정의 실행 기능 과제를 수행할 때도 활성화되지만 중의성을 가지는 문장을 성인이 처리할 때에도 공통적인 영역이 활성화 된다고 한다(January, Trueswell, & Thompson-Scill, 2009; Ye & Zhou, 2009). 뿐만 아니라 LIFG 중심 부분의 손상이 있는 환자들은 중의성을 가지는 문장을 해석하는데 어려움을 보였다(Novick, Kan, Trueswell, & Thompson-Schill, 2009).

아동의 문장 처리 능력과 억제 기능의 관계를 직접 검증한 연구들에서 억제 기능의 개인차와 문장 해석 오류율과의 직접적인 상관은 보고되지 않았고 인지적 유연성과의 관련성이 지속적으로 관찰되어 왔다(손현주, 최영은, 2011; Woodard, Pozzan, & Trueswell, 2016). 손현주와 최영은(2011)은 한국어를 습득하는 만 3-6세 아동들을 대상으로 인지적 유연성을 측정하기 위해 차원 변경 카드 분류 과제(Dimensional Change Card Sorting Task, DCCS task), 그리고 억제 능력을 측정하기 위해 빨간 개/파란 개 과제(Red Dog/Blue Dog)와 반응 억제 과제(Go/No-go Task)를 사용하여 문장처리 능력과의 관련성을 살펴본 결과, 인지적 억제 능력을 측정하는 과제에서는 문장 처리 능력과의 상관이 관찰되지 않았던 반면에 인지적 유연성을 측정하는 차원 변경 카드 분류 과제(DCCS)에서는 상관이 관찰되었다.

이와 유사하게 최근 Woodard, Pozzan, 그리

고 Trueswell(2016)의 연구에서도 역시 아동의 문장 처리 능력에 억제보다는 인지적 유연성이 중요한 역할을 할 가능성이 제기되었다. Woodard 등(2016)은 플랭커 과제(Flanker task)를 만 4-5세 영어 습득 아동을 대상으로 실시하였는데, 연령과 어휘력, 중의성이 없는 문장의 해석 정확도나 오류율, 그리고 작업 기억의 개인차를 통제하였을 때, 플랭커 과제에서 순차적 일치 효과(sequential congruency effect, SCE; congruency sequence effect, CSE라고도 함.)가 중의적인 문장 해석의 오류율을 고유하게 설명하고 있음을 보고하였다. 순차적 일치 효과란 연속하는 시행의 조건이 같을 때(예, 불일치 시행 - 불일치 시행)에 연속하는 시행의 조건이 다를 때(예, 일치 시행 - 불일치 시행)보다 수행의 정확성이 높고 시행 속도가 빨라지는 현상을 의미한다(Weissman, Jiang, & Egner, 2014). 순차적 일치 효과는 방해 자극의 간섭을 조절하는 정도와 더불어 개인의 인지적 유연성을 나타내는 측정치로도 고려된다(Egner et al., 2010; Weissman et al., 2014; Woodard et al., 2016).

따라서 이들의 결과는 인지적 유연성이 아동의 문장 처리 능력의 발달에서 보다 주요한 역할을 할 가능성을 제기하고 있는 것이다. 실제 성인에게서 관찰된 문장 처리와 관련하여 활성화된 LIFG의 영역은 억제 능력만이 아니라 인지적 유연성을 담당하고 있다고 한다(January, Trueswell, & Thompson-Scill, 2009; Ye & Zhou, 2009). 성인들의 경우 이 두 요소가 모두 발달되어 있기에 문장 처리에서 각 요소의 분리된 역할을 보기 어려운 점이 있었다. 또한 최근에는 3-8세 아동들에게서 가장 크게 변화되고 발달되는 실행 기능의 하위 영역은 인지적 유연성과 같이 보다 능동적으로 변화

되는 규칙을 반영할 수 있는 영역이라고 한다 (Munakata, Snyder, & Chatham, 2012).

그러나 아직까지 실행 기능의 억제와 인지적 유연성 두 요소 중에서 어떠한 요소가 직접적으로 문장 처리 능력의 발달의 변화에 관여하고 있는지를 밝힌 연구는 없었다. 손현주와 최영은(2011)은 억제와 인지적 유연성을 모두 측정하였으나 상관관계의 관찰에만 그쳐 두 요소 중에서 어떠한 요소가 문장 처리 능력 발달의 차이를 예측하는지를 검증하지는 못하였다. Woodard 등(2016)의 경우에도 플랭커 과제 중에서 순차적 일치 효과에만 집중하여 상대적으로 억제와 인지적 유연성이 문장 처리 능력의 개인차에서 담당하는 역할을 직접적으로 규명하지는 못하였다.

본 연구에서는 만 4-5세 한국어 습득 아동의 중의적 문장 해석 오류 반응이 억제와 인지적 유연성 중 어떠한 실행 기능의 하위 요소와 직접적으로 관련이 있는지를 재검증하면서 영어 습득 아동과의 직접적인 비교도 해보고자 하였다. 이를 위해 Woodard 등(2016)에서 사용한 플랭커 과제를 사용하여 한국어 습득 4-5세 아동의 인지적 억제 능력과 더불어 인지적 유연성을 측정하고, 한국어 습득 아동들이 많은 오류를 보이는 중의적인 문장의 의미 시연 과제를 실시하여 문장 처리 오류율을 측정하였다. 그리고 두 측정치가 아동들의 연령이나 작업 기억, 기본적인 문장 해석 능력의 요소들을 통제하였을 때 어떠한 관계를 가지는지를 회귀 분석을 통해 체계적으로 살펴보았다.

## 방 법

### 연구대상

실험은 서울시에 위치한 어린이집을 방문하여 진행하거나 대학교에 위치한 연구실에 직접 방문한 총 44명의 만 4-5세 아동들이 참여하였다. 이 중 과제를 모두 수행하지 못한 아동 1명, 주의 산만으로 실험을 진행할 수 없었던 아동 1명, 언어 발달 지연으로 평가받은 아동 1명을 제외한 41명의 자료가 분석에 포함되었다. 이 중 만 4세가 20명(평균: 52.8개월, 범위: 48-59개월, 여아 10명)이었고, 만 5세는 21명(평균: 64.2개월, 범위: 60-71개월, 여아 7명)이었다.

### 실험 과제

#### 문장 시연 과제(Sentence Act-Out Task)

아동들의 문장 해석 패턴을 관찰하기 위해 아동에게 문장을 들려주고 주어진 사물로 문장의 의미를 시연하도록 하는 문장 시연 과제를 실시하였다. 과제에 사용된 문장은 손현주와 최영은(2011, Choi & Trueswell, 2010)도 참조)에서 사용된 문장과 동일한 형태의 오인 문장(예제 1A 참조)을 제시하였다. 참가자는 2번의 연습 시행 이후에 9개의 검사 시행에서 주어진 사물들에 대한 지시문을 듣고 해당 문장의 의미를 시연하도록 하였다.

각 시행에서는 실험자가 우선 사전 제작된 선반에 미리 준비된 사물들의 세트(예, 빈 바구니, 바구니 안에 놓인 고양이 인형, 고양이 인형, 상자)를 네 곳의 선반에 정해진 위치에 배치하고, 이 사물들의 명칭을 아동에게 제시하였다(예, “바구니, 바구니, 고양이, 고양이, 상자가 있네”). 그런 뒤 사물들을 가지고 행할 수 있는 지시문이 3개에서 5개 제시되었다(예,

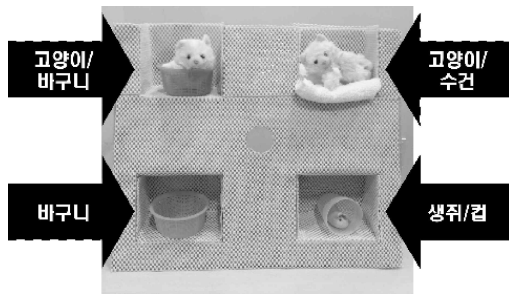


그림 1. 문장 시연 과제에서 아동이 문장을 듣는 동안 제시된 사물의 예.

바구니에 고양이를 잡으세요 → 이제 고양이를 안아주세요 → 고양이를 상자에 넣으세요, 등). 지시문은 아동의 각 문장에 대한 시연이 완료되면 제시하였다(그림 1 참조).

따라서 각 시행별로 제시된 지시문은 3개에서 5개로 총 70문장(이 중 6문장은 연습시행 문장들임)이었고, 이 중 9개가 검사 문장이었다. 9개의 검사 문장 중 6개는 중의성을 띤 모호한 문장(아래 예제 1A와 같이)이었고, 3개는 관형사형을 삽입하여 중의성을 없앤 통제 문장(아래 예제 1B와 같이)이었다. 검사 문장은 모두 ‘잡다’ 또는 ‘잡다’ 동사를 사용하였다. 나머지 문장들은 모두 방해 문장(filler sentences; 아래 예제 1C와 같이)으로 검사 문장과 통제 문장의 패턴과 더불어 다른 형태의 문장들도 섞어서 제시하였다. 지시문들은 모두 사전에 한 명의 여성 화자의 목소리로 아동지향어로 발화하도록 하여 녹음하였다. 사전 녹음된 문장들은 파워포인트를 이용하여 컴퓨터 스피커를 통해 청각적으로 아동에게 제시하였다. 컴퓨터 화면은 실험자 방향으로 배치하여 아동에게는 보이지 않았으며 아동에게 제시되고 있는 문장의 종류 및 시행번호를 실험자가 확인할 수 있도록 하였다.

### 예제 1. 문장 시연 과제에 사용된 문장의 예

(A) 검사 문장

→ 바구니에 고양이를 잡으세요.

(B) 통제 문장

→ 바구니에 있는 고양이를 잡으세요.

(C) 방해 문장

→ 공룡에게 책을 보여주세요.

### 플랭커 과제(Flanker Task)

만 4-5세의 실행 기능의 억제와 인지적 유연성을 동시에 측정할 수 있게 변형된 플랭커 과제를 사용하였다(de Abreu, Cruz-Santos, Tourinho, Martin, & Bialystok, 2012; Rueda et al., 2004; Woodard et al., 2016). 이 과제에서는 전형적으로 일치 시행(congruent trial)과 불일치(incongruent) 시행들만으로 구성되는 플랭커 과제와 다르게 억제 시행(No-Go trials)도 포함되어 있어 선택적 주의력과 인지적 유연성만이 아니라 억제 능력도 동시에 측정할 수 있었다.

참가 아동에게는 “배고픈 물고기에게 밥 주기 게임”을 할 것이라고 설명하고, 컴퓨터 화면에 5마리의 물고기가 횡렬로 등장하면 중앙에 위치한 물고기에게만 밥을 주도록 지시하였다. 물고기에게 밥을 주기위해 정중앙에 위치한 물고기가 바라보는 방향에 따라 키보드의 왼쪽(‘a’ 버튼) 또는 오른쪽에 위치한 버튼(‘l’ 버튼)을 누르도록 지시 하였으며(키보드 해당 버튼 위에 화살표 스티커를 부착하여 표시해 둠), 어항이 화면에 나타날 때는 아무런 반응도 하지 않도록 요구하였다. 과제를 수행하기에 앞서 12번의 연습 시행이 있었으며, 연습 시행에서 4번 이상의 오류를 보인 경우에는 연습 시행을 반복하여 과제의 규칙을 잘 숙지하도록 하였다. 또한, 연습 시행 동안에는 아동의 반응에 대한 피드백을 제공하여 규칙

을 숙지하도록 도와주었다. 본 연구에 사용된 플랭커 과제는 총 36 시행으로 이루어졌으며 각각 12시행의 일치 조건, 불일치 조건, 그리고 억제 조건을 포함하였다. 일치 조건에서는 가운데 물고기와 주변 물고기가 바라보는 방향이 동일하여 인지적 방해가 전혀 없는 조건이었다. 불일치 조건에서는 가운데 물고기와 주변 물고기가 다른 방향을 바라보았다. 그러므로 목표 자극과 관련되지 않은 방해 자극들은 억제하고 목표 자극에만 집중해야 하는 선택적 주의 조절 능력이 요구되었다. 반응 억제 조건에서는 가운데 물고기와 함께 양쪽에 어항이 등장하였는데, 이때에는 아무런 반응을 하지 않도록 하였다. 따라서 반응 억제 조건에서는 아동의 억제 능력이 요구되었다. 세 조건의 순서는 무선화 하여 제시하되 동일 조건이 2번 이상 연속적으로 제시되지 않도록 하였다. 세 조건이 무작위로 제시되기 때문에 물고기의 방향이 주변 자극과 일치하거나 일치하지 않거나 어항이 나타나는 등 시행 간에 변화되는 규칙과 단서에 맞게 반응을 조절하도록 구성되어 있었기에 과제 전체적으로 인지적 유연성을 요구하였다.

각 시행은 먼저 화면 중앙에 450ms동안의 고정점(+) 제시와 함께 시작되었다. 고정점 제시 후, 다섯 마리의 물고기가 횡렬로 제시되었고, 물고기 자극은 아동이 반응 버튼을 누르면 사라지고, 반응이 없어도 5000ms가 될 때까지 화면에 유지되었다. 본 과제는 E-Prime 2.0 (Psychology software tools, Inc.) 프로그램을 이용하여 구성, 제시되었고, 아동의 반응시간과 반응의 정확도와 오류가 기록되도록 하였다.

분석에는 일치, 불일치, 반응 억제조건의 오류율, 플랭커 효과(flanker effect), 그리고 순차적

일치 효과(sequential congruency effect) 점수를 추출하여 사용하였다. 위에서 언급 하였듯이 불일치 조건에서의 수행은 선택적 주의 조절 능력과 관련되어 있고, 반응 억제 조건에서의 수행은 인지적 억제 능력과 관련되어 있다. 플랭커 효과 점수는 불일치 조건과 일치 조건의 반응시간 차이를 산출한 점수로써 아동이 방해 자극의 간섭을 얼마나 효과적으로 억제하는지를 보여주는 측정치이다. 일치 조건과 불일치 조건의 반응시간 중앙값을 구하여, 불일치 조건에서 일치 조건의 반응시간 중앙값을 뺀 값을 플랭커 효과 점수로 분석에 사용하였다(de Abreu et al., 2012; 반응시간 200ms이하인 것과 표준편차 3이상의 극단치는 제외한 후 산정함).

마지막으로 순차적 일치 효과는 선행 시행으로부터 인지적 조절 유지를 발생시키도록 단서를 받아 잇따라 일어나는 갈등을 감시하고 조절하는 갈등 탐지(conflict monitoring) 또는 순행 통제(proactive control)의 능력과 더불어 기존의 규칙을 억제하고 새로운 규칙을 유연하게 적용하는 인지적 유연성을 동시에 측정한다. 순차적 일치 효과 분석에서는 선행시행과 현재시행의 일치여부에 따라 (1) 일치-일치 조건(congruent-congruent condition, cC), (2) 일치-불일치 조건(congruent-incongruent condition, cI), (3) 불일치-일치 조건(incongruent-congruent condition, iC), (4) 불일치-불일치(incongruent-incongruent condition, iI) 조건으로 구분하였다. 일치 조건의 시행이 선행되는 cC 조건과 cI 조건 시행에서의 반응시간 또는 정확률 차이 값에서 불일치 시행이 선행되는 iI 조건과 iC 조건 시행에서의 반응시간 또는 정확률의 차이 값을 뺀 값을 순차적 일치 효과 점수로 분석에 사용하였다(산출 공식: SCE = (cI - cC) - (iI - iC),

Egner et al., 2010, Weissman et al., 2014). 순차적 일치 효과는 선행 시행이 일치 시행일 경우 후행 시행들에서의 반응이 대체로 느려지고 정확도가 느려지는 경향(특히, 불일치 시행이 후행하였을 경우)과 더불어 선행 시행이 불일치 시행이었을 때, 후행이 불일치 시행이면 반응 시간이 빨라지고 정확도도 올라가는 반응 경향성(갈등적응효과, conflict adaptation)을 이룬다(박현진, 김초복, 박영신, 2015; Ambrosi, Lemaire, & Blaye, 2016; Egner et al., 2010; Weissman et al., 2014 등). 선행 시행이 불일치 조건이었으면 이후 시행에서도 자극 간에 갈등이 있는지를 더 능동적으로 탐색하고 그에 맞게 유연한 반응을 하게 되기 때문이라는 것이다. 이러한 이유에서 순차적 일치 효과는 인지적 유연성과 더불어 갈등 탐지와 순행 통제 능력이 함께 반영되어 있다고 여겨진다. Grundy와 Bialystok(2015)의 보고에 따르면 이중 언어 사용 성인들의 순차적 일치 효과의 크기가 단일 언어 사용자들의 순차적 일치 효과보다 작아서 인지적 유연성과 더불어 순행 통제 능력이 더 우월할 수 있다고도 하였다.

#### 작업 기억 과제(Working Memory task)

작업 기억(Working Memory)은 단기적으로 저장된 정보 중 필요한 정보만을 유지, 조작하는 능력으로, 작업 기억 모델에 따르면 중앙집행기(central executive)를 중심으로 시공간 잡기장(visuospatial sketchpad)과 음운고리(phonological loop)를 수반하여 정보를 저장하고 출력하는 체계로 보았다(Baddeley, 2000; Baddeley & Hitch, 1974). 특히, 이중 음운고리(the phonological loop)는 청각적 정보를 처리하며 언어 능력을 필요로 하는 과제를 처리할 때 요구된다(Baddeley, 2000). 그러므로 본

연구에서는, 작업 기억 과제 중에서도 언어 능력과 관련이 더 높은 청각 작업 과제를 실시하여 아동의 청각 작업 기억 개인차를 측정하였다(Woodard, Pozzan, & Trueswell, 2016). 아동에게 컴퓨터를 통해 한 행(row)에 3개의 사물(예, 곰, 장미, 바나나)로 구성된 화면을 제시하고, 아동에게 각 그림을 명명하도록 하였다. 그리고 각 행의 우측 마지막 열(column)에 위치한 사물만 기억하도록 요청한 후에, 화면에 있던 모든 사물이 사라지고 빈 화면을 보여주며 마지막 열에 있던 사물을 기억하고 있는지 확인하였다. 아동이 각 행의 마지막 열에 배치한 사물들을 성공적으로 기억할 때마다 새로운 세 가지 사물로 구성된 행을 추가하여 제시하였다. 행이 증가 될 때마다 아동이 기억해야 하는 물체의 수도 함께 증가하였으며, 행이 최대 6개가 될 때까지 진행할 수 있게 구성되었다. 따라서 마지막 6번째 시행에서는 총 18개의 물체 중 6개의 마지막 열에 위치한 물체들을 기억하도록 하였다. 분석에는 총 6개의 시행 중 아동이 정확히 기억하지 못한 물체의 수(1~6)와 오류율을 사용하였다.

#### 절차

부모님의 서면 동의를 얻은 아동들을 대상으로 어린이집 또는 대학 내 실험실의 독립된 공간에서 개별적으로 검사를 실시하였다. 아동은 문장의 의미와 관련 있는 사물들이 놓인 사분면의 선반 앞에 앉아 문장 시연 과제를 실시하였다(그림 1 참조). 실험자는 각 선반 위에 사물을 먼저 제시하고, 아동에게 사물의 이름을 알려주었다. 아동이 잘 모르는 사물의 이름은 아동이 사물의 이름을 반복하도록 하였다. 문장 시연 과제를 수행하는 동안 아동

의 시연 반응은 비디오로 기록하고 사후에 코딩하였다. 문장 시연 과제와 실행기능 과제의 시행 순서는 무작위로 아동에게 제시되었으며, 한 아동에 약 30-40분가량 소요되었다.

## 결 과

모든 과제의 측정 변인과 측정 내용은 표 1에 요약되어 있다.

### 문장 시연 과제 결과

아동이 문장을 듣고 의미를 시연한 것을 코딩하여 세 가지 반응으로 분류하였다: (1) 목표 논항 반응(goal action)으로 문장의 첫 번째 전치사 구(예, '바구니에')를 동사의 목표 논항으로 해석하여 이를 목적지로 고려한 경우이다. 예를 들어, 고양이를 집어 빈 바구니 안으로 옮긴 것과 같이 반응하였을 때를 포함하였다. (2) 수식구 반응(modifier action)으로 첫 번째 전치사 구를 고양이의 수식구로 해석하여 시연반응에 빈 바구니를 사용하지 않고, 이미 바구니 안에 있는 고양이를 집는 반응을 보였

을 때를 포함하였다. (3) 다른 반응(other)은 위의 두 반응 외의 다른 반응을 보이는 경우로서 문장에 언급되지 않은 물건을 시연하는 반응 등을 다른 반응으로 분류하였다. 반응 코딩은 먼저, 기록된 비디오를 보면서 두 명의 코더(coder)가 전체 자료의 30%(12명)을 모두 코딩한 후 일치도를 확인한 결과 일치도가 100%로 나타났다. 이 후 두 명의 코더가 나머지 자료를 나누어 코딩하고 분석에 사용하였다.

검사 문장에서 '잡다'와 '집다'의 동사가 사용되었으므로 수식구 반응을 정답반응으로 1점을 부여하고, 목표 논항 반응과 다른 반응은 오류 반응으로 0점을 부여하였다. 그리고 검사 문장과 통제 문장에서의 정답율과 오류율을 산출하여 분석에 사용하였다. 표 2에 검사 문장과 통제 문장에서 각 반응들의 정답율과 오류율을 연령별로 제시하였다. 표 2에서 처럼 검사 문장에서는 48.81%가 정답 반응 해석을 보였으며, 50.36%가 오류 반응을 보였다. 오류 반응의 대부분이 목표 논항 반응(40.46%)이었다. 통제 문장에서 84.48%가 정답 반응을 보였고, 오류 반응은 13.85%로 낮게 나타났다.

표 1. 과제의 측정 변인 및 각 변인의 측정 내용

측정 과제	측정 변인	측정 내용
문장처리 과제	검신문장 오류율	일시적 중의적인 문장 해석 능력
	통제문장 오류율	중의성이 없는 문장 해석 능력
플래커 과제	불일치 시행 오류율	선택적 주의력
	반응 억제 시행 오류율	인지적 억제 능력
	플래커 효과 점수	인지적 유연성 및 간섭 조절 능력
	순차적 일치 효과 반응시간 및 오류율	인지적 유연성 및 갈등 탐지, 순행 통제 능력
작업기억 과제	작업기억 오류율	작업 기억 능력



표 2. 연령집단, 문장조건에 따른 시연 반응 점수

		연령 집단		
		4세 (n=20)	5세 (n=21)	전체 (n=41)
검사문장	정답률(%)	50.00	47.62	48.81
	오류율(%)	48.33	52.38	50.36
통제문장	정답률(%)	81.67	87.30	84.48
	오류율(%)	15.00	12.70	13.85

이는 아동들이 중의성이 없는 통제 문장의 이해는 상대적으로 큰 어려움이 없음을 보여준다. 이러한 아동의 행동 반응은 아동들이 중의성이 있는 문장을 해석할 때, 문장의 첫 번째 수식구를 목표 반응으로 자주 오해석하며 문장을 끝까지 다 듣고 난 후에도 처음의 오해석을 다시 수정하는데 어려움을 나타내는 경향성을 보여주고 있다.

연령이 아동의 해석 정확도에 영향을 미쳤는지 검토하고자 검사 문장 오류율을 종속변인으로 하고, 아동의 연령집단은 참여자간 변인으로(4세, 5세), 문장 조건(통제, 검사)은 참여자내 변인으로 혼합 모델에 의한 분산분석을 수행하였다. 분석결과, 연령과 문장 조건의

상호작용은 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다( $F(1, 39) = 0.001, p = .98$ ). 연령의 주효과도 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다( $F(1, 39) = 2.130, p = .152$ ). 그러나 문장 조건의 주효과는 유의한 것으로 나타났다( $F(1, 39) = 54.436, p < .05$ ). 즉, 4세와 5세 아동의 중의적 문장의 오해석 경향은 크게 다르지 않은 반면에 문장의 중의성이 배제된 관형사형 삽입 문장에 대한 해석은 두 연령 집단 모두 정확도가 높은 것으로 나타났다.

### 실행 기능 과제 결과(플랭커 및 청각 작업 기억 과제)

모든 실행 기능 측정 변인들의 평균과 표준편차, 그리고 각 변인의 점수 범위가 표 3에 요약되어 있다. 우선, 아동의 플랭커 과제 수행 분석을 위해 일치 조건, 불일치 조건, 그리고 반응 억제 조건의 각 조건별 오류율을 구하였다. 연령집단에 따른 각 조건의 수행에서 오반응의 차이를 확인하기 위해 각 과제 별로 독립표본 t-검정을 실시하였다. 플랭커 과제의 오반응 점수는 일치 조건과 억제 조건 모두에서 연령 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다(일치:  $t(39) = -1.076, p = .289$ , 억제:  $t(39)$

표 3. 실행기능 과제의 평균, 표준편차

		평균 (표준편차)			범위	
		4세	5세	전체	최솟값	최댓값
작업기억과제	작업기억_오답률	.43 (.07)	.29 (.05)	.36 (.27)	.00	.83
	일치조건 오답률	.06 (.02)	.03 (.01)	.04 (.07)	.00	.33
	불일치조건 오답률	.44 (.08)	.24 (.07)	.34 (.36)	.00	1.00
플랭커 과제	반응억제조건 오답률	.20 (.07)	.15 (.05)	.18 (.28)	.00	1.00
	플랭커 효과	423.00 (145.52)	358.15 (84.124)	388.87 (498.90)	-541.00	1840.50

= -.559,  $p = .579$ ). 하지만 불일치 조건에서는 아동의 연령 집단 간 정확률 차이가 유의 수준에 근접( $t(39) = -1.836, p = .074$ )하여 선택적 주의 조절 능력에서만 연령에 따른 차이가 나타나는 경향성을 보였다.

플랭커 효과(flanker effect) 점수 산출에는 정확하게 반응한 시행만을 포함하였으며, 200ms 이내에 반응한 시행과 각 시행 조건별 3 표준편차(standard deviation, SD) 이상을 넘어가는 반응시간을 가지는 시행은 극단치로 분석에서 제외하여 아동 중 불일치 조건과 일치 조건 중 한 조건이라도 결측값을 가지는 아동의 자료는 분석에서 제외되었다. 4세 2명, 5세 1명의 자료가 제외되었고 총 38명의 자료가 분석에 포함되었다. 플랭커 효과 점수는 연령 집단 간 차이 분석에서 유의한 차이가 나타나지 않았다( $t(36) = .396, p = .695$ ).

표 4에는 선행 시행과 현재 시행의 일치여부 조합에 따라 (1) 일치-일치 조건(cC), (2) 일치-불일치 조건(cI), (3) 불일치-일치 조건(iC),

(4) 불일치-불일치(iI) 조건으로 각 시행들을 구분하여 조건 별로 정확률과 반응시간의 평균을 구하였다. 각 조건에 따른 반응 시간 분석을 위해 선행 연구에서와 같이 첫 번째 시행과 오류시행을 분석에서 제외하였다(Ambrosi et al., 2016). 그리고 200ms 이내에 반응한 시행과 조건별로 평균 반응 시간의 3SD를 넘는 시행들을 반응 시간 분석에서 제외 하여 4가지 일치여부 조합 조건 중 한 조건이라도 결측값을 가지는 아동들은 분석에서 제외되었다. 분석에는 아동 13명의 자료(4세: 9명, 5세: 4명)가 제외되고 총 28명의 자료가 최종 분석에 포함되었다. 정확도의 경우에도 200ms 이내에 반응한 시행과 조건별로 평균 반응 시간의 3SD를 넘는 시행을 제외한 결과 최종 분석에 40명의 자료가 포함되었다.

순차적 일치 효과 및 연령에 따른 차이를 확인하기 위해 연령 집단은 참여자간 변인으로(4세, 5세), 플랭커 과제 선행 조건(일치, 불일치)과 플랭커 과제 현재 조건(일치, 불일치)

표 4. 연령집단, 선행시행-현재시행 조합 조건, 플랭커 순차적 일치 효과에 따른 정확률과 반응시간의 평균과 표준편차

선행시행-현재시행	정확률 (표준편차)			반응시간 (표준편차)		
	4세	5세	전체	4세	5세	전체
일치-일치	.98 (.03)	1.00 (.00)	.99 (.01)	1438.68 (77.02)	1223.93 (89.64)	1328.69 (61.00)
일치-불일치	.50 (.11)	.72 (.09)	.62 (.07)	1966.68 (133.54)	1680.73 (162.44)	1799.05 (111.56)
불일치-일치	.97 (.01)	.96 (.02)	.96 (.01)	1814.88 (98.03)	1476.00 (85.62)	1641.31 (69.44)
불일치-불일치	.58 (.11)	.85 (.06)	.71 (.06)	1464.91 (187.95)	1677.78 (140.72)	1593.92 (112.62)
순차적 일치 효과	-.05 (.09)	-.17 (.07)	-.11(.06)	980.51 (282.18)	446.44 (161.44)	656.25 (153.24)

을 참가자 내 변인으로 한 혼합 모델 분산분석을 두 종속 변인(반응 시간, 정확도)에 대해 실시하였다(성별을 투입한 사전 분석 결과, 성별은 유의하지 않아 이후 검증에서는 제외함).

먼저, 반응 시간의 경우, 연령의 주효과( $F(1, 26) = 1.099, p = .304$ )와 선행 시행 조건의 주효과는 유의하지 않았고( $F(1, 26) = 1.670, p = .208$ ). 현재 시행 조건의 주효과는 유의하였다( $F(1, 26) = 11.107, p < .01$ ). 그리고 선행 시행과 현재 시행 조건의 상호작용 효과도 유의하였다( $F(1, 26) = 22.310, p < .001$ ). 선행 조건이 일치 조건인 경우, 현재 조건이 불일치이면 일치 조건보다 반응 시간이 현저히 느려졌고(표 3 참조), 선행 조건이 불일치 조건이면 현재 조건이 불일치인 경우의 반응 시간이 많이 줄어들어 일치 조건과 유사한 수준을 보였다. 연령 집단은 선행 조건과 현재 조건과 유의 수준에 근접한 삼원 상호작용 효과를 보였다( $F(1, 26) = 3.125, p = .089$ ).

반응의 정확도를 종속변인으로 하여 동일한 분석을 실시한 결과, 연령의 주효과( $F(1, 38) = 4.131, p < .05$ )와 현재 조건의 주효과( $F(1, 38) = 31.078, p < .001$ )는 유의하였으나 선행 조건은 유의하지 않았다( $F(1, 38) = 1.443, p = .237$ ). 현재 조건과 연령의 상호작용 효과도 유의하였고( $F(1, 38) = 4.634, p < .05$ ), 선행 조건과 현재 조건의 상호작용도 경계선에서 유의하였으나( $F(1, 38) = 3.697, p = .062$ ) 세 변인의 삼원상호작용은 유의하지 않았다( $F(1, 38) = 1.055, p = .311$ ). 이러한 결과는 표 3에 제시되었듯이, 불일치-일치 조건을 제외하고 모든 조건에서 연령이 높아질수록 아동의 정확도가 높아짐을 확인할 수 있다.

마지막으로, 청각 작업 기억 과제에서는 두 연령 집단 간 작업 기억 능력에 유의한 차이

는 나타나지 않았다( $t(39) = 1.670, p = .103$ ).

### 실행 기능 과제 결과와 문장 시연 과제 결과의 상관관계 분석

아동의 문장 해석 오류율과 실행 기능 수준과의 관계를 검토하기 위해 상관 분석을 실시하였다. 표 5에는 문장 시연 과제 변인과 각 실행 기능 과제 변인들 간의 상관 분석 결과가 제시되어 있다. 아동의 연령은 월령으로 환산하여 분석에 포함하였다. 먼저, 아동의 월령은 플랭커 불일치 조건에서 오류율( $r(41) = -.347, p < .05$ )과 상관을 보여, 아동의 선택적 주의 조절 능력이 월령에 따라 높아지는 것으로 나타났다.

문장 시연 과제에서 검사문장 오류율과 선행 시행 조건 간의 상관관계에서는 일치-불일치 시행에서 반응시간과 유의한 정적 상관( $r(27) = .532, p < .01$ )을 보였으며, 불일치-불일치 시행에서 반응시간과는 경계선에서 유의한 부적 상관( $r(30) = -.342, p = .064$ )이 나타났다.

또한, 순차적 일치 효과에서 반응시간과 아동의 검사문장 오류율 간의 유의한 정적 상관( $r(28) = .530, p < .01$ )을 보였으며, 이는 아동의 플랭커 과제 수행에서 순차적 일치 효과 점수가 작을수록 문장 시연과제에서 정확률이 높았음을 의미한다. 하지만 검사 문장 오류율과 아동의 억제 능력을 측정한 플랭커 불일치 시행과 플랭커 억제 시행에서는 유의한 상관이 없었다(불일치 시행:  $r(41) = -.089, p = .581$ , 억제 시행:  $r(41) = .062, p = .702$ ). 이는 억제 능력보다 순차적 일치 효과가 아동의 문장 처리 능력에 더욱 관여하고 있음을 보여주는 결과이다.

검사 문장과 통제 문장의 오류율은 경계선

표 5. 실행기능과 문장처리 점수들 간의 상관 분석 결과

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. 월령	-.105	-.254	-.212	-.347*	-.032	-.104	-.307	-.174	-.388*	-.327 <sup>†</sup>	-.424**	.098	-.195
2. 검사 문장 오류율		.301 <sup>†</sup>	.040	-.089	.062	.115	.530**	.062	.013	.532**	-.061	-.342 <sup>†</sup>	-.036
3. 통제 문장 오류율			.070	.025	.034	-.067	-.045	.013	.079	.092	.183	.035	.190
<b>플랭커 과제</b>													
4. 일치시행 오류율				.480**	.156	.271	.266	.086	-.038	.425*	-.254	.114	.484**
5. 불일치시행 오류율					-.195	.400*	.423*	-.134	.130	.298	.205	.487**	.347*
6. 반응 억제 시행 오류율						.065	-.111	.058	-.125	-.059	-.234	-.192	.124
7. 플랭커 효과							.531**	-.192	.086	.558**	.130	.482**	.189
8. 순차적 일치 효과_반응시간								-.270	-.109	.705*	.035	-.327	-.057
9. 순차적 일치 효과_오답률									.166	-.135	-.035	-.282	-.086
10. 일치-일치 시행 반응시간										.249	.707**	.340 <sup>†</sup>	.074
11. 일치-불일치 시행 반응시간											.254	.397*	.172
12. 불일치-일치 시행 반응시간												.456*	-.139
13. 불일치-불일치 시행 반응시간													.209
<b>작업기억 과제</b>													
14. 작업기억 오류율													

<sup>†</sup> $p < .10$ , \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ ; 음영이 있는 부분은 플랭커 과제 점수들과의 상관을 보이는 부분을 표시한 것임.

에서 정적 상관을 보여( $r(41) = .301, p = .056$ ) 통제 문장에서 오류를 보일수록 검사 문장에 서도 오류를 많이 보이는 경향성이 나타났다.

문장 시연 과제 결과를 예측하는 실행 기능의 설명력 검증(위계적 회귀 분석) 상관 분석 결과와 앞서 제시한 가설을 바탕으로

표 6. 문장 처리 능력(검사 시행 오류율)을 예측하는 모형(다섯 개 변인)의 회귀 분석 결과 요약

투입순서/변인	B	SEB	R <sup>2</sup>	$\Delta R^2$	$\beta$	t-Value	p-Value
1 월령	.004	.011	.020		.069	.372	.714
2 통제 시행 문장 오류율	.227	.155	.060	.040	.261	1.461	.158
3 작업기억 오류율	-.081	.251	.060	.000	-.060	-.323	.750
4 플랭커 반응 억제 시행 오류율	.152	.199	.063	.003	.135	.764	.453
5 순차적 일치 효과_반응시간	.000	.000	.361	.297	.581	3.200	.004**

수정된 결정계수  $R^2 = .361, p = .063$ . 모든 측정치의 분산 팽창 계수(VIF) < 5.

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

으로 문장 시연 과제에서 검사 문장 오류율을 예측하는 변인들을 투입하여 각 변인의 설명력을 검토하는 위계적 회귀분석을 실시하였다(표 6 참조). 월령, 통제 문장 오류율, 작업 기억 오류율을 순서대로 투입하고 마지막 단계에서 플랭커 과제의 반응 억제 점수와 선행시행과 현재시행 조합에 따른 순차적 일치 효과 점수를 투입하였다. 전체 모형은 검사 시행 오류율을 36.1% 가량 설명하였으나 5개의 변인을 모두 포함한 모형은 경계선에서 유의하였다( $F(5, 27) = 2.484, p = .063$ ). 표 7에 제시된 모델 요약에서 볼 수 있듯이 아동의 월령, 통제 문장 오류율, 그리고 작업 기억 오류율을 통제하여도 순차적 일치효과는 아동의 검사 시행 오류율을 설명하는 고유한 설명력을 가지고 있는 것으로 나타났다( $\beta = .581, t = 3.200, p < .01$ ). 반면에 반응 억제 점수의 경우에는 유의한 설명력이 나타나지 않았다.

실제로 위의 모형에서 반응 억제 점수를 제외하고 분석을 시행하면 전체 모형이 유의하게 나타났고( $F(4, 27) = 3.014, p < .05$ ), 검사 시행 오류율을 34.4% 가량 설명하는 것으로 나타났다(표 7 참조). 이 모형에서도 아동의 월령, 통제 시행 오류율, 그리고 작업 기억 오류율을 통제하여도 순차적 일치효과는 아동의

검사 시행 오류율을 설명하는 고유한 설명력을 가지고 있는 것으로 나타났다( $\beta = .562, t = 3.153, p < .01$ ).

## 논 의

아동의 문장 처리 오류 해석은 영어, 중국어, 일본어, 한국어 등 다른 여러 나라언어에서도 관찰되며, 이는 문장의 구조 분석 발달에 언어 보편적으로 나타나는 양상이다(최영은, 2009; 손현주, 최영은, 2011; Choi & Trusewell, 2010; Omaki, White, Goro, Lidz, & Phippips, 2014; Trusewell et al., 1999). 성인과 달리 아동들에게 독특한 문장 처리 오류가 나타나는 원인에 대해 지시적 맥락 사용의 어려움(Trusewell, Papafragou, & Choi, 2011)이나 동사 정보의 우세 등의 가설들과 더불어 아동의 미성숙한 인지적 억제 능력이 문장 해석의 오류를 수정하는 데 어려움을 보이게 하는 기저 요인으로 고려되어 왔다(Choi & Trusewell, 2010; Mazuka, Jincho, & Oishi, 2009; Novick et al., 2005, 2008; Omaki, White, Goro, Lidz, & Phippips, 2014).

하지만 억제 능력의 개인차와 문장 처리 능

표 7. 문장 처리 능력을 예측하는 모형(네 개 변인 투입)의 회귀 분석 결과 요약

투입순서/변인	B	SEB	R <sup>2</sup>	ΔR <sup>2</sup>	β	t-Value	p-Value
1 월령	.003	.010	.020		.060	.330	.745
2 통제 시행 문장 오류율	.225	.154	.060	.040	.259	1.464	.157
3 작업기억 오류율	-.040	.243	.060	.000	-.30	-.165	.871
4 순차적 일치 효과_반응시간	.000	.000	.344	.283	.562	3.153	.004**

수정된 결정계수 R<sup>2</sup> = .344, p < .01. 모든 측정치의 분산 팽창 계수(VIF) < 5.

\* p < .05, \*\* p < .01

력 사이의 직접적 관계를 살펴보고자 한 연구들을 보면 억제 능력보다는 인지적 유연성과 관련된 지표들이 더 유의한 관계를 가지고 있는 것으로 보고되었다. 따라서 본 연구에서는 한국어를 습득하는 만 4.5세 아동들을 대상으로 플랭커 과제를 실시하여 인지적 억제 능력과 인지적 유연성을 측정하고 실행 기능의 하위 요소 중 어느 요소가 아동의 중의적 문장 처리 오류율과 직접적인 관계를 보이는지를 검토하였다.

아동의 문장 처리 오류율과 실행 기능 점수 간의 상관분석 결과, 플랭커 과제를 통해 측정된 반응 시간의 순차적 일치 효과가 중의적 문장 처리 능력과 유의한 상관을 보였다. 하지만 억제능력을 측정한 플랭커 과제에서의 억제 시행과 불일치 시행에서의 수행은 아동의 중의적 문장을 처리하는 능력과 상관이 나타나지 않았다. 회귀 분석에서 아동의 연령과 청각 작업 기억을 통제하고 살펴본 결과에서도 억제 능력은 문장 처리 오류율을 전혀 설명하지 못하였으나 반응 시간의 순차적 일치 효과는 아동의 문장 처리 능력 예측에 고유한 설명력을 지니는 것으로 나타났다.

이러한 결과는 이 시기 아동들이 보이는 문장 해석 오류가 인지적 억제 능력보다는 인지적 유연성의 미성숙에서 기인하고 있음을 시사한다. 특히, 이러한 결과는 Woodard 등(2016) 및 손현주와 최영은(2011)의 결과들과 같은 맥락으로 실행 기능 중 특히 변화하는 상황적 요구나 규칙에 대처하는 인지적 유연성이 문장 초기에 일시적인 중의성이 있는 문장을 처리할 때 적절하게 문장의 의미를 수정하는데 영향을 미치고 있음을 보여준다. 손현주와 최영은(2011)에서도 역시 인지적 유연성을 측정 한 차원 변경 카드분류(DCCS) 과제에서의 점

수는 문장 처리 오류율과 상관을 보였지만 반응 억제 과제(Go-No Go task)나 빨간 개/파란 개 과제의 억제 점수는 문장 처리 오류율과 상관을 보이지 않았었다. 아쉽게도 이들의 연구에서는 인지적 유연성이 연령이나 기억력을 통제하고도 유의한 설명력을 지니는 지의 검토는 하지 않아 차원 변경 카드 분류로 측정 한 인지적 유연성의 점수가 고유한 설명력이 있는지는 볼 수 없었다. 하지만 본 연구에서 연령, 작업 기억, 그리고 아동의 문장 처리 능력의 개인차를 통제하고도 인지적 유연성이 아동의 문장 처리 능력을 고유하게 예측할 수 있는 것으로 나타났고, 인지적 억제는 그렇지 않을 수 있음이 관찰되어 실행 기능의 하위 요인 중에서도 억제보다는 인지적 유연성의 발달이 문장 처리의 발달에 관여할 수 있음을 지지하고 있다.

Woodard 등(2016)과 더불어 본 연구에서도 플랭커 과제 점수 중에서도 플랭커 효과는 문장 처리 능력과 아무런 관련을 보이지 않은 반면에 순차적 일치 효과가 주요한 연관성을 보인 것은 주목할 만한 지점으로 보인다. 플랭커 효과는 인지적 유연성을 나타내는 지표로 널리 받아들여져 왔고, 실제 이중 언어 사용자와 단일 언어 사용자의 비교 연구에서도 실행 기능의 우세를 보이는 이중 언어 사용자와 이중 언어 발달 아동에게서 우월하게 관찰되는 지표이기도 하다(Bialystok, Barac, Blaye & Poulin-Dubois, 2010; de Abreu et al., 2012; Diamond, Barnett, Thomas, & Munro, 2007; Rueda et al., 2004 등). 그런데 유사한 인지적 유연성의 지표임에도 불구하고 순차적 일치 효과는 문장 처리 능력과의 관련성을 보인데 반하여 플랭커 효과는 그렇지 않았다. 이렇게 유사한 지표가 대조적인 결과를 보인 이유는

무엇일까?

플래커 효과와 순차적 일치 효과는 둘 다 인지적 유연성 및 간섭 조절 능력의 지표로 여겨지지만 순차적 일치 효과의 경우에는 인지적 유연성과 더불어 갈등 탐지, 순행 통제의 능력을 반영하는 지표로도 고려된다 (Ambrosi et al., 2016; Egner et al., 2010; Egner, 2007; Weissman et al., 2014). 즉, 갈등을 겪은 이후, 앞으로 접하게 될 상황에서 자극 간에 갈등이 존재하는 지에 더 주의를 기울여 탐색하고, 탐지된 갈등에 대한 반응을 유연하게 할 수 있도록 하는 일종의 순행적 목표와 상황 탐지 능력을 반영한다는 것이다. 두 측정치의 차이가 이 부분에 있다면, 이는 곧 인지적 유연성만이 아니라 갈등 탐지 능력, 순행 통제의 능력이 오인 문장 처리와 같은 문장 해석 능력의 발달과 보다 깊게 관련되어 있을 수 있음을 시사한다.

Munakata와 Snyder, Chatham(2012)은 인지적 통제 능력의 발달 과정을 세 개의 주요 변화 과정(transitions)으로 보았는데, 이들에 따르면 인지적 통제의 두 번째 변화 과정은 3세와 8세 사이에 일어나는 반응적 통제(reactive control)에서 순행적 통제(proactive control)로의 이행이다. 이러한 이행에서 중요한 것은 강력한 목표 표상을 행동 반응과 연결될 때까지 유지하는 보다 능동적으로 순행 통제를 할 수 있게 되는 능력의 발달이라고 하였다. 예컨대, 일정한 자극 쌍의 순차적 제시(예, A-X이면 반응하고, A-Y이면 반응하지 않음)에 따라 반응을 유연하게 해야 하는 과제(AX continuous performance task, Braver, Gray, & Burgess, 2007)를 수행할 때 3세 아동은 자극 쌍에서 두 번째 자극이 제시된 후에 더 많은 노력을 기울이지만(반응적 통제 노력) 8세의 경우에는 첫

번째 자극이 제시된 후에 더 많은 노력을 기울이는 것(순행적 통제 노력)을 볼 수 있다고 하였다(Chatham, Frank, & Munakata, 2009).

그렇다면, 본 연구의 결과는 4-5세 아동들이 인지적 유연성만이 아니라 이러한 순행적 통제 능력을 발달하는 과정에서 문장 처리 능력이 향상되는 것일 가능성을 제기하는 것일 수 있다. 문장 처리가 귀에 들려오는 문장 정보를 실시간으로 계속해서 기다리지 않고 처리하는 과정(incremental processing, Fernald, Swingle, & Pinto, 2001)이면서 문장이 완료될 때까지 다른 정보가 계속 추가될 수 있음을 인식하고, 추가되는 정보에 맞게 즉각적으로 문장 의미가 수정되어야 할 가능성이 있음을 인식 하여야 한다는 것을 고려해보면, 이러한 가능성은 매우 설득력 있게 보인다.

실제로 Hsu와 Novick(2016)은 성인을 대상으로 하여 문장 처리 직전에 스트룹과제의 자극 불일치 조건을 경험한 참가자가 일치 조건을 경험한 참가자에 비해 오인 문장의 처리 시 오해석을 보다 짧게 고려하고, 올바른 문장 의미로의 수정을 더 빠르게 하는 것을 관찰하였다. 뿐만 아니라 전반적인 오해석의 비율도 줄어들었다고 보고하여 자극 갈등의 경험이 이후 과제(실행 기능 과제만이 아니라 문장 처리 과제에도)에서의 갈등 탐지 및 순행 통제를 촉진하여 문장의 해석 능력을 증진하였다고 보았고, 이러한 실행 기능의 작용이 문장 해석 능력에까지도 즉각적으로 사용되고 있을 가능성을 제시하였다.

이러한 가능성들은 매우 중요한 함의를 지니고 있다. Chevalier와 Chatham, Munakata(2014)의 연구를 보면 7-9세 아동의 억제 능력을 향상 시키는데 반응 억제를 반복적으로 훈련하는 것보다 목표 탐지를 훈련하는 것이 더 유

용하다고 보고하였기 때문이다. 심지어 3세 아동의 경우에도 반응할 수 있는 시간적 여유를 주는 것보다 목표가 무엇인지를 활성화해 주는 것이 억제 반응을 촉진시킬 수 있다고 하였다(Barker & Munakata, 2015). 이는 인지적 억제나 유연성의 발달의 기저에 능동적으로 목표와 갈등을 탐지하는 능력이 주요하게 작용하고 있음을 시사하며, 실행 기능의 촉진을 통해 언어 처리 능력의 발달을 촉진하고자 하는 경우에도 이러한 기저의 작동을 촉진하는 훈련이 주요할 수 있음을 시사하기 때문이다.

그러나 본 연구에서 사용된 순차적 일치 효과는 순행 통제나 갈등 탐지 능력만 측정하는 것이 아니라 인지적 유연성을 전체적으로 아우르고 있기에 발달 과정에서 순행 통제 능력과 문장 처리의 관련성을 단정 짓기는 아직 이르다. 이러한 측면은 향후 연구에서 보다 명확하게 순행 통제를 측정하는 과제의 사용을 통해 문장 처리와의 관련성을 다각적이고도 체계적으로 검토해야 할 것이다. 그리고 순행 통제의 훈련과 촉진이 언어 처리 발달 촉진에서 가진 역할도 추가적으로 세밀히 밝혀 보아야 할 것이다.

인지적 유연성은 비단 아동의 문장 처리 능력만이 아니라 읽기 발달 초기에 아동들의 구어 이해력 개인차도 예측하는 것으로 나타났다(주나래, 최영은, & 조증열, 2015). 여기에서의 구어 이해란 이야기를 듣고 그 구조와 세부 사항 등을 이해하는 능력으로 읽기 발달에 중요한 기반이 되는 능력이다(Dehaene, 2009; Foorman, Herrera, Petscher, Mitchell, & Truckenmiller, 2015). 이는 실행 기능의 요소들이 문장 처리 발달에서부터 문해 능력의 발달에 이르기까지 다차원적으로 영향을 행사하고 있음을 시사한다. 따라서 실행 기능의 특정

하위 요소들이 언어와 문해 발달에서 어떻게 구체적인 역할을 하는지를 밝히는 것은 언어와 문해 능력 발달을 촉진하기에 최적의 요인을 밝히는 것이 될 수도 있기에 더욱 중요하게 다루어져야 할 후속 작업인 것으로 보인다.

추가적으로, 본 연구에서 관찰된 만 4-5세에서의 순차적 일치 효과는 또 다른 의의도 가지고 있다. 기존의 국내 및 국외 연구에서 지금까지 이 시기의 아동을 대상으로 순차적 일치 효과를 검증한 연구는 거의 없었기 때문이다(박현진 외, 2015; Larson, Clawson, Clayton & South, 2012; Waxer & Morton, 2011등을 참조). 아주 최근에서야 Ambrosi 등(2016)에서 만 5-7세의 아동들도 순차적 일치 효과를 보인다는 결과 보고가 있었는데, 본 연구에서는 좀 더 어린 만 4-5세의 아동들에게서 순차적 일치 효과를 관찰하였고, 연령에 따라 순차적 일치 효과가 정확도에서는 향상되는 양상(반응 시간에서는 감소하는 경향성)을 관찰하였다는 점에서 유용한 추가적인 자료를 제공하고 있기 때문이다.

그러나 본 연구에서 순차적 일치 효과 점수 산출과정에서 결측치가 많았던 점과 어휘력의 측정이 누락되어 있던 점은 매우 아쉬운 점이다. 플랭커 과제의 경우 억제 능력을 함께 보기 위해 일치 조건과 불일치 조건의 시행 수가 많지 않았고, 반응 억제 시행들이 중간에 무작위로 섞여 제시되었기 때문에 순차적 일치 효과에 필요한 자료 확보가 다소 부족한 설계였다. 예컨대, 순차적 일치 효과를 중점적으로 검토한 Ambrosi 등(2016)은 일치 조건과 불일치 조건만으로 구성된 플랭커 과제를 17개의 시행씩 여섯 블록으로 6회 반복(총 102 시행)하였기에 순차적 일치 효과를 보기에 충분한 자료를 확보할 수 있었다. 이러한 제한



적 설계에도 불구하고 4, 5세 아동에게서도 유의한 순차적일치 효과가 관찰된 점은 의의가 있지만 추후 연구에서 보다 이에 적합한 설계를 적용하여 재검증해볼 필요는 여전히 남아 있어 보인다. 더불어 어휘력을 통제하지 못 하였기에 비록 선행 연구에서 어휘력을 통제하고도 순차적 일치 효과가 유의한 설명력이 있다는 보고가 있긴 하지만(Woodard et al., 2016) 한국어 연구에서도 동일할지 명확하게 검토해야할 과제도 남아있다.

### 참고문헌

- 박현진, 김초복, 박영신 (2015). 갈등적응효과로 살펴본 인지적 통제의 연령차. *한국심리학회지: 발달*, 28(3), 171-187.
- 손현주, 최영은 (2011). 학령전기 아동의 문장 처리 능력과 실행 기능의 관련성 연구. *한국심리학회지: 발달*, 24(3), 87-104.
- 주나래, 최영은, 조증열 (2015). 초기 한글 읽기 발달에서 실행 기능의 역할: 억제 능력 및 인지적 유연성을 중심으로. *한국심리학회지: 발달*, 28(2), 125-146.
- 최영은 (2009). 문장 의미 처리에서 학령전기 아동의 운율 정보 이용. *Communication Sciences & Disorders*, 14, 442-455.
- 최영은 (2011). 문장처리 발달 양상의 보편성 검토. *한국심리학회지: 인지 및 생물*, 23(1), 91-122.
- Ambrosi, S., Lemaire, P., & Blaye, A. (2016). Do Young Children Modulate Their Cognitive Control?. *Experimental psychology*, 63(2), 117-126.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current biology*, 20(4), R136-R140.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of learning and motivation*, 8, 47-89.
- Banich, M. T., Milham, M. P., Atchley, R. A., Cohen, N. J., Webb, A., Wszalek, T., ... & Shah, C. (2000). Prefrontal regions play a predominant role in imposing an attentional 'set': evidence from fMRI. *Cognitive Brain Research*, 10(1), 1-9.
- Barker, J. E. & Munakata, Y. (2015). Time isn't the essence: Activating goals rather than delays improves inhibitory control in children. *Psychological Science*, 26(12), 1898-1908.
- Bialystok, E. (2015). Bilingualism and the development of executive function: The role of attention. *Child Development Perspectives*, 9(2), 117-121.
- Bialystok, E., Barac, R., Blaye, A., & Poulin-Dubois, D. (2010). Word mapping and executive functioning in young monolingual and bilingual children. *Journal of Cognition and Development*, 11(4), 485-508.
- Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78(2), 647-663.
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological review*, 108(3), 624.
- Braver, T. S., Gray, J. R., & Burgess, G. C. (2007). Explaining the many varieties of working memory variation: Dual mechanisms

- of cognitive control. In A. Conway, C. Jarrold, M. Kane, A. Miyake, & J. Towse (Eds.), *Variation in working memory* (pp. 76-106). Oxford, England: Oxford University Press.
- Carlson, S. M., & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child development, 72*(4), 1032-1053.
- Chatham, C. H., Frank, M. J., & Munakata, Y. (2009). Pupillometric and behavioral markers of a developmental shift in the temporal dynamics of cognitive control. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 106*(14), 5529-5533.
- Chevalier, N., Chatham, C. H., & Munakata, Y. (2014). The practice of going helps children to stop: The importance of context monitoring in inhibitory control. *Journal of Experimental Psychology: General, 143*(3), 959-965.
- Choi, Y., & Trueswell, J. C. (2010). Children's (in) ability to recover from garden paths in a verb-final language: Evidence for developing control in sentence processing. *Journal of Experimental Child Psychology, 106*(1), 41-61.
- de Abreu, P. M. E., Cruz-Santos, A., Tourinho, C. J., Martin, R., & Bialystok, E. (2012). Bilingualism enriches the poor enhanced cognitive control in low-income minority children. *Psychological science, 23*(11), 1364-1371.
- Dehaene, S. (2009). *Reading in the brain: The new science of how we read*. Penguin.
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool Program Improves Cognitive Control. *Science, 318*(5855), 1387-1388.
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science, 333*(6045), 959-964.
- Eakin, L., Minde, K., Hechtman, L., Ochs, E., Krane, E., Bouffard, R., Greenfield, B., & Looper, K. (2004). The marital and family functioning of adults with ADHD and their spouses. *Journal of Attention Disorders, 8*(1), 1-10.
- Egner, T. (2007). Multiple conflict-driven control mechanisms in the human brain. *Trends in cognitive sciences, 12*(10), 374-380.
- Egner, T., Ely, S., & Grinband, J. (2010). Going, going, gone: characterizing the time-course of congruency sequence effects. *Frontiers in psychology, 1*, 154.
- Fernald, A., Swingle, D., & Pinto, J. P. (2001). When half a word is enough: Infants can recognize spoken words using partial phonetic information. *Child development, 72*(4), 1003-1015.
- Foorman, B. R., Herrera, S., Petscher, Y., Mitchell, A., & Truckenmiller, A. (2015). The structure of oral language and reading and their relation to comprehension in Kindergarten through Grade 2. *Reading and Writing, 28*(5), 655-681.
- Gratton, G., Coles, M. G., & Donchin, E. (1992). Optimizing the use of information: strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General, 121*(4), 480.
- Grundy, J. G., & Bialystok, E. (2015). It's not

- that simple: Sequential congruency effects reveal a bilingual disengagement advantage. In *Poster presented at the Workshop on Bilingualism and Executive Function: An Interdisciplinary Approach*, CUNY Graduate Center, New York, NY.
- Hala, S., McKay, L., Brown, A. M. B., & San Huan, V. (2016). Source monitoring and executive function in 2.5- to 3-year-olds. *Journal of Cognition and Development*, 1-17.
- Hsu, N. & Novick, J. M. (2016). Dynamic engagement of cognitive control modulates recovery from misinterpretation during real-time language processing. *Psychological Science*, 27(4), 572-582.
- Hughes, C. (1998). Executive function in preschoolers: Links with theory of mind and verbal ability. *British Journal of Developmental Psychology*, 16(2), 233-253.
- January, D., Trueswell, J. C., & Thompson-Schill, S. L. (2009). Co-localization of Stroop and syntactic ambiguity resolution in Broca's area: Implications for the neural basis of sentence processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(12), 2434-2444.
- Larson, M. J., Clawson, A., Clayson, P. E., & South, M. (2012). Cognitive control and conflict adaptation similarities in children and adults. *Developmental Neuropsychology*, 37(4), 343-357.
- Mazuka, R., Jincho, N., & Oishi, H. (2009). Development of executive control and language processing. *Language and Linguistics Compass*, 3(1), 59-89.
- Milham, M. P., Banich, M. T., Webb, A., Barad, V., Cohen, N. J., Wszalek, T., & Kramer, A. F. (2001). The relative involvement of anterior cingulate and prefrontal cortex in attentional control depends on nature of conflict. *Cognitive Brain Research*, 12(3), 467-473.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49-100.
- Munakata, Y., Snyder, H. R., & Chatham, C. H. (2012). Developing Cognitive Control: Three Key Transitions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(2) 71-77.
- Novick, J. M., Kan, I. P., Trueswell, J. C., & Thompson-Schill, S. L. (2009). A case for conflict across multiple domains: memory and language impairments following damage to ventrolateral prefrontal cortex. *Cognitive Neuropsychology*, 26(6), 527-567.
- Novick, J. M., Thompson-Schill, S. L., & Trueswell, J. C. (2008). Putting lexical constraints in context into the visual-world paradigm. *Cognition*, 107(3), 850-903.
- Novick, J. M., Trueswell, J. C., & Thompson-Schill, S. L. (2005). Cognitive control and parsing: Reexamining the role of Broca's area in sentence comprehension. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 5(3), 263-281.
- Oishi, H., Jincho, N., & Mazuka, R. (2010). Sentence processing under the control of executive control?: Contribution of inhibition function to garden-path recovery, Paper presented at CUNY conference on Human

- Sentence Processing, New York, NY, U.S.A, March 2010.
- Omaki, A., Davidson White, I., Goro, T., Lidz, J., & Phillips, C. (2014). No fear of commitment: Children's incremental interpretation in English and Japanese wh-questions. *Language Learning and Development, 10*(3), 206-233.
- Prince, M., Patel, V., Saxena, S., Maj, M., Maselko, J., Phillips, M. R., & Rahman, A. (2007). No health without mental health. *The Lancet, 370*(9590), 859-877.
- Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruber, D. B., Lercari, L. P., & Posner, M. I. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia, 42*(8), 1029-1040.
- Trueswell, J. C., Papafragou, A., & Choi, Y. (2011). Referential and syntactic processes: what develops?. *The Processing and Acquisition of Reference, 65-108*.
- Trueswell, J. C., Sekerina, I., Hill, N. M., & Logrip, M. L. (1999). The kindergarten-path effect: Studying on-line sentence processing in young children. *Cognition, 73*(2), 89-134.
- Waxer, M., & Morton, J. B. (2011). The development of future-oriented control: An electrophysiological investigation. *NeuroImage, 56*(3), 1648-1654.
- Weighall, A. R. (2008). The kindergarten path effect revisited: Children's use of context in processing structural ambiguities. *Journal of Experimental Child Psychology, 99*(2), 75-95.
- Weissman, D. H., Jiang, J., & Egner, T. (2014). Determinants of congruency sequence effects without learning and memory confounds. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance, 40*(5), 2022-2037.
- Woodard, K., Pozzan, L., & Trueswell, J. C. (2016). Taking your own path: Individual differences in executive function and language processing skills in child learners. *Journal of experimental child psychology, 141*, 187-209.
- Ye, Z., & Zhou, X. (2009). Conflict control during sentence comprehension: fMRI evidence. *Neuroimage, 48*(1), 280-290.
- 1차원고접수 : 2016. 07. 15.  
수정원고접수 : 2016. 08. 21.  
최종게재결정 : 2016. 08. 30.

## Re-examination of the Role of Executive Function in Sentence Processing Development: Inhibition versus Cognitive Flexibility

Minji Nam

Youngon Choi

Chung-Ang University, Psychology

Cognitive control hypothesis proposed that 4-5-year-old children's immature inhibitory control leads children to commit unique interpretation errors in processing a temporary ambiguous sentence. However recent findings showed a tendency of association between cognitive flexibility and children's sentence processing ability rather than inhibitory control. The present study examined which component of executive function between inhibitory control and cognitive flexibility, directly relates to 4-5-year-old children's sentence processing ability. Using flanker task, children's cognitive flexibility and inhibitory control were measured. A sentence act-out task was also administered to measure children's sentence processing abilities. The results showed that cognitive flexibility indexed by sequential congruency effect significantly and uniquely contributed to children's sentence interpretation errors, after controlling age, working memory, and abilities processing unambiguous sentences. By contrast, inhibitory control was not related to sentence processing. These results demonstrate that cognitive flexibility plays a more crucial role than inhibition in the development of child sentence processing ability, suggesting further that active goal/cue monitoring may be an important aspect of sentence processing abilities.

*Key words* : sentence processing, Language development, Executive Function, Cognitive flexibility, Inhibitory control, Sequential congruency effect, Proactive control