

3, 4, 5세 유아의 공간기하 인지 발달

김보경 · 이순형
서울대학교 생활과학대학 아동가족학과

Development of Spatial Geometry Cognition in 3-, 4-, and 5-Year-Old

Bokyung Kim · Soon Hyung Yi
Department of Child Development and Family Studies, College of Human Ecology, Seoul National University, Seoul, Korea

Abstract

This study composed spatial cognition tasks within the system of geometric area to study children's spatial cognition development systematically. It surveyed children's execution of direction, rotation, symmetry, conjugation, and part/whole cognition tasks. A spatial geometry cognition task set (consisting of total 27 sub-tasks) was presented to 60 children (20 each in groups of 3-, 4-, and 5-year-old) in order to confirm how children's execution of spatial geometry cognition changed depending on children's age and sex as well as if the execution of the spatial geometry cognition showed a difference after each task area. As a result, the execution of the whole direction task and the part/whole task gradually increased between age 3 and age 5. The execution of the whole rotation task, whole symmetry task, and whole conjugation task rapidly increased between age 3 and age 4. Significant sexual difference did not appear in the execution of spatial geometry cognition tasks. The execution of the conjugation and part/whole task was high in each task area, and the execution of the direction, rotation, and symmetry task was relatively low. In addition, the difference of task execution appeared in the sub-tasks of direction, symmetry, and conjugation areas. This result suggests the theoretical discussion possibility of children's spatial geometry cognition development. In addition, the empirical results of this study can be applied to child education plans and activity compositions appropriate for child development.

Keywords

spatial geometry cognition, direction, rotation, symmetry

서론

공간 인지란 자극의 방향, 원근, 위치 등 공간적 배치에 대한 인식과 이해를 말한다. 이러한 공간 인지는 인간의 생존과 적응을 돕는 기초적인 능력이다. 3차원 세계에서 외부 대상들의 위치와 이동 등을 파악하는 것은 인간이 환경 요소들을 인식하고 예측하며, 자신의 행동을 계획할 수 있도록 해준다. 이와 같이 인간의 생존과 활동에 중요한 공간 인지는 출생 직후에는 그 능력이 제한되어 있지만, 이후 영아의 지각 능력과 운동 능력이 발달함에 따라 점차 발달해 간다[15, 58]. 유아기는 지각 능력과 제반 인지 능력이 급격히 발달하고 활발한 신체 활동으로 환경과의 상호작용이 크게 이루어지는 시기이다. 따라서 이 시기에 공간 인지의 급격한 발달이 예측된다. 유아들의 공간 인지 발달에 대한 연구는 공간 인지의 발달 양상과 이론적 이슈에 대한 논의를 가능하게 해주고 교육적 적용에 대한 시사점을 제공해줄 수 있다.

그동안 유아의 공간 인지 발달은 체계성을 갖추고 활발하게 연구되지 못하였다. 대부분 방향, 회전, 대칭 등 일부 공간 인지 영역들에서 그 발달이 개별적으로 조사되었을 뿐이며[7, 13, 14, 18, 43, 59], 유아들의 공간인식 능력의 발달을 총체적으로 살펴본 연구는 찾아보기 어렵다. 유아들의 공간 인지 발달에 대

Received: November 18, 2016

Revised: December 23, 2016

Accepted: December 27, 2016

This article is a part of Bokyung Kim's master's thesis submitted in 2013.

Corresponding Author:

Bokyung Kim

Department of Child Development and Family Studies, College of Human Ecology, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea
Tel: +82-2-471-3900
Fax: +82-2-873-8517
E-mail: bokyungk@gmail.com

한 최근의 연구들도 관련 역량들의 포괄적 조사보다는 공간 인지에서 공간 언어의 역할[17, 44], 공간 인지 참조체계의 이용 발달[33, 55] 조사 등에 더 집중되어 있다. 유아들의 공간 인지 역량을 포괄적이고 체계적으로 조사하는 것은 공간 인지의 각 역량들의 발달 순서와 발달 속도를 밝혀, 발달에 적합한 유아교육의 제공에 중요하게 기여할 수 있다. 이러한 중요성에도 불구하고 지금까지 체계적인 유아 공간 인지의 발달 연구가 부족했던 이유로는 공간 인지 구성체에 대한 중요한 합의가 존재하지 않았다는 점을 들 수 있다. 선행 연구자들은 공간 인지를 서로 다른 구성 요소들의 총체로 제시하였다. McGee [38]는 공간 인지를 공간 시각화와 공간 방향화 요소의 총체로, Linn과 Petersen [35]은 공간 인지를 공간 지각, 정신 회전, 공간 시각화 요소의 총체로 제시하였다. 또한 Del Grande [11]는 공간 인지를 눈-운동 협응, 지각 항상성, 공간 내 위치 지각, 공간 관계 지각, 형태-바탕 지각, 시각적 변별, 시각적 기억의 하위 요소들의 구성체로 제안하였다. 이와 같이 공간 인지 능력의 하위 구성 역량들에 대한 합의의 부재는 유아의 공간 인지 발달을 포괄적이고 체계적으로 조사하기 어렵게 만들었다. 따라서 공간 인지의 총체적인 틀에 대한 체계적인 접근과 논의가 요구된다.

공간 인지의 하위 역량의 구성은 공간 인지를 다루는 하나의 학문적 체계 내에서 이루어질 때 그 타당성과 체계성이 더 확보될 수 있다. 기하학은 도형과 그것이 차지하는 공간의 성질에 대해 연구하는 학문으로 기하학의 각 영역들은 공간 내 위치, 근접, 위치 변환 등 다양한 공간 관계에 대해 포괄적으로 다루고 있다. 위상기하학은 공간 내의 위치, 근접, 열림과 닫힘, 연속성 등에 대해 다루는 기하 영역이며, 유클리드기하학은 도형의 양적 속성인 길이, 넓이, 부피, 각 등을 다루는 기하 영역이다. 또한 이동기하학은 도형의 모양이나 크기를 변화시키지 않은 채 위치만의 변환을 다루는 기하 영역이며, 좌표기하는 유클리드기하학과 대수가 결합한 영역으로 도형 및 함수의 그래프를 좌표로 나타내고 그 관계를 수리적 방법으로 연구하는 기하 영역이다[7, 40]. 기하학의 각 영역은 유아기 교육에서도 다루어진다. Kennedy 등[29]은 유아의 수학 학습에 대해 언급하며 유아기에 필요한 초기의 기하학적 경험으로 위상기하, 유클리드기하, 좌표기하, 이동기하의 기본적인 기하학적 경험들을 들었다. 또한 National Council of Teachers of Mathematics [40]가 제시한 미국 유아의 기하교육 영역은 도형, 위치와 공간관계, 변환/대칭, 시각화/공간적 추리 및 모델링으로 세부 내용구준들을 통해 이 영역들이 각각 유클리드기하, 위상기하, 이동기하, 좌표기하와 관련되어 있음을 확인할 수 있다[39]. 이와 같이 기하학은 도형과 공간 관계에 대한 체계적인 학문 분야이며, 기하학의 각 영역과 관련된 기초적인 교육이 정규 교육 과정을 통해 유아기부터 시작된다. 따라서 기하학에서 다루는 공간

관계에 대한 유아의 인식과 이해를 조사하는 것은 유아의 공간 인지 발달 연구에 포괄성과 체계성을 부여해줄 수 있을 것이다.

공간 인지 발달의 기하학적 접근은 Piaget와 Inhelder [48]에 의해 선구적으로 이루어졌다. 그들은 유아의 공간개념을 위상학적 공간 개념, 사영적 공간개념, 유클리드적 공간개념으로 나누었고 유아들의 공간개념의 발달을 조사하였다. 그들은 유아들이 모양이나 크기가 변화하여도 불변하는 근접, 분리, 연속, 순서, 주위 등과 관련한 위상학적 공간개념을 가장 먼저(3-7세) 습득하고, 물체의 투사와 관련한 사영적 공간개념을 그 다음으로(5-10세) 습득하며, 도형의 각, 크기, 부피 등과 평행 개념, 수평·수직 개념을 포함한 유클리드적 공간개념을 가장 마지막으로(9세 이후) 습득한다고 밝혔다. Piaget와 Inhelder [48]가 주장한 공간개념의 발달 순서와 발달 시점이 이후 연구들에서 동일하게 검증된 것은 아니지만[12, 50, 60], 그럼에도 불구하고 Piaget와 Inhelder [48]의 연구는 공간 인지를 기하학과 접목하여 유아의 공간 인지 발달을 체계적으로 규명하고자 한 최초의 시도로 그 가치를 인정받고 있다. 또한 유아의 공간개념 발달을 조사한 근래의 연구들에서도 Piaget와 Inhelder [48]가 제안한 공간개념의 틀을 주요하게 제시하고 이를 이용해왔다[30, 53].

하지만, 이 연구는 많은 연구자들에 의해 비판적으로 논의되어 왔다. 첫째, 이들의 연구에 개념 및 용어 사용의 오류가 존재한다는 점이다. Martin [37]은 Piaget의 수학적 개념이 정교하지 못하고, 그가 일반적으로 모든 직선 형태를 유클리드기하로, 모든 구부러진 모양을 위상기하로 잘못 명명하였음을 지적하였다. 또한 Fuson [16]은 Piaget가 '사영적(projective)' 등의 기하학 용어를 수학적 용법과 다르게 사용하였음을 지적하였다. 둘째, 과제의 협소성이 지적되었다. Carpenter [4]는 Piaget류의 연구들이 유아들의 공간개념 발달을 조사하기 위해 Piaget가 제시한 몇몇 제한된 과제만을 이용하였다는 것을 지적하였다[1]. 마지막으로 Piaget가 제시한 공간개념의 틀이 더 확장될 필요가 있다는 점이 지적될 수 있다. 기하학의 영역 중 이동기하와 좌표기하는 유아기부터 관련 경험이 필수적인 중요한 영역으로 제안되고 있다[29]. 이 영역들과 관련한 공간개념의 발달 조사는 유아들의 공간 인지 발달을 더 폭넓게 확인시켜줄 수 있을 것이다. Piaget와 Inhelder [48]의 연구가 많은 비판을 받아왔음에도 불구하고 이 연구를 더 보완하고 발전시켜 유아의 공간 인지 발달을 체계적으로 조사한 연구는 찾아보기 어렵다. 대부분의 연구들이 Piaget와 Inhelder [48]가 제시한 공간개념 영역의 틀과 측정 도구를 그대로 이용하여 유아의 공간 인지 발달을 조사하고 논의해왔다[12, 21, 30, 53, 60]. 따라서 이 연구에서는 Piaget와 Inhelder [48]의 공간 인지와 기하학의 접목을 전체 연구의 기본적 접근으로 수용하되, 기하 개념 및 용어 사용의 정확성, 공간기하 영역 구성의 포괄성, 과제의 적

절성 등을 고려하여 유아기의 공간 인지 발달을 조사하고자 한다.

이 연구에서 유아의 공간기하 인지 발달을 조사하기 위해 먼저 공간 인지의 기하학적 틀에 대한 논의가 필요하였다. Piaget와 Inhelder [48]는 유아의 공간을 위상기하, 사영기하, 유클리드기하의 틀에서 살펴보았지만, 이 연구에서는 Kennedy 등[29]이 제시한 유아기의 기초적인 네 가지 기하학적 경험들과 National Council of Teachers of Mathematics [40]의 유아 수학 교과 영역들을 바탕으로 유아의 공간기하 인지 발달을 위상기하, 이동기하, 좌표기하의 틀에서 살펴보고자 하였다. 전체 공간기하 영역의 틀에서 유클리드기하를 제외한 것은 유클리드기하 영역의 경우 도형의 속성 이해와 증명을 중심으로 하는 영역으로 공간 관계에 대한 인식이 중심이 되지 않으며, 도형의 공간적 배치의 인식 부분은 이후 유클리드기하와 대수 영역이 결합된 좌표기하 영역에 포함되었기 때문이다.

기하학의 각 영역은 다양한 공간관계를 포함하며, 이러한 점에서 특정 공간관계에 대한 인식과 이해가 그 영역에 대한 인식과 이해를 포괄하는 것은 아니다. 이 연구에서는 유아들의 공간기하 인지 발달을 기하학의 각 영역(위상기하, 이동기하, 좌표기하)에 포함되는 매우 주요한 몇몇 공간관계의 이해와 인식을 중심으로 체계적으로 살펴보고자 하였고, 공간기하의 각 하위 인지들을 기하학의 용어가 아닌 관련 과제의 용어를 사용함으로써 해석상의 오류를 피하고자 하였다. 이 연구에서 그 발달을 살펴보고자 한 유아들의 공간기하 인지는 방향 인지, 회전 인지, 대칭 인지, 접합 인지, 부분/전체 인지이다. 먼저 방향 인지는 위상기하 경험과 관련하여 매우 중요하게 손꼽히는 공간관계 인지이다. Piaget가 제시한 위상기하의 하위 공간관계에서 방향 인지는 순서(ordering)와 관련되어 있다. 순서는 근접과 분리를 인식함을 전제로 하며, 앞, 뒤, 옆, 사이 등의 공간관계의 이해를 포함한다[30]. 다음으로 회전 인지와 대칭 인지는 이동기하 경험과 관련되는 중요한 공간관계 인지들이다. Choi와 Lee [7]는 유아의 이동기하 인지 발달을 각각 옮기기, 돌리기, 뒤집기 과제의 수행을 통해 살펴본 바 있다. 동일한 두 대상의 평행이동, 회전이동, 대칭이동 관계의 이해와 인식은 다양한 공간 관계의 이해에 바탕이 될 수 있다. 좌표기하 인지는 그동안 선행연구들에서 거의 다루어지지 않았었다. 좌표기하에서 어떤 직선이나 곡선(함수의 그래프), 또는 임의의 형태는 이들을 구성하는 각 점들의 좌표적 집합체이다. 깊은 수준에서는 이 좌표적 집합체를 수리적으로 표현하고 분석하는 것이 좌표기하 인지라 할 수 있지만, 낮은 수준에서는 연속된 점들의 위치 관계를 파악(전체 점들의 연결 형태 파악)하거나 또는 전체 형태에서 비어있는 부분을 채우기 위해 연속된 점들의 위치를 유추하고 파악하는 것 등이 포함될 수 있다. 이 연구에서는 좌표기하와 관련한 하위 인지 요소들로 접합 인지(동일한 형태의 그래프

인식)와 부분/전체 인지(전체 중 빈 부분의 형태 유추)를 선정하고 이들의 유아기 발달을 조사하고자 하였다.

지금까지 개별 연구들을 통해 유아의 방향, 회전, 대칭, 접합, 부분/전체 인지의 발달을 부분적으로 조사한 연구들은 존재한다. 하지만 이들은 몇 가지 한계를 갖는다. 먼저, 이들 개별 연구들은 측정 도구와 조건들이 다양하여 각 연구의 연구 결과들을 같은 차원에서 비교하기 어렵다는 한계를 보인다. 예를 들어, 유아의 방향 인지 발달을 조사한 연구들은 실물 대상[2, 31, 47, 54] 또는 그림카드[25, 59]를 각 연구들의 도구로 이용하였다. 또한 회전 및 대칭 연구들에서는 조작할 수 있는 구체물을 제공하지 않은 경우가 대부분이었지만 [9, 10, 14, 20, 49, 50], 조작 가능한 구체물을 제공한 경우도 있었다[7]. 이러한 측정 도구와 조건들의 다양성은 유아의 공간기하 인지 발달을 영역별로 포괄적이고 상대적으로 비교하는 것을 어렵게 한다. 따라서 동일한 기준이 적용된 공간기하 인지 도구 세트를 제작하여 유아의 공간기하 인지의 발달을 조사할 필요가 있다.

둘째, 일부 회전 인지 연구에서는 유아의 회전 인지의 수행을 반응시간으로 측정하여 수행의 효율성과 수행 발달을 확인하였지만 [32, 34] 대다수의 공간기하 인지 연구들은 유아의 공간기하 인지 발달을 특정 공간 인지의 개념 획득 여부나 정답률의 변화를 통해 확인하고자 하였다[3, 8, 14, 20, 49]. 유아의 공간기하 인지 발달에서 수행의 정확도 또는 개념의 습득은 유아의 발달 수준을 가장 잘 반영해주는 지표가 될 수 있다. 하지만 특정 공간기하 인지 개념을 동일하게 습득한 경우에도 연령이 증가함에 따라 인지적 처리 효율성은 끊임없이 발달하며, 이로 인하여 관련 과제의 수행 속도가 달라질 수 있다 [26-28]. 유아의 공간기하 인지 발달은 개념의 습득 측면에서뿐 아니라 처리 속도의 측면에서 함께 살펴볼 때 더 깊이 있는 발달적 논의가 가능해질 수 있을 것이다. 따라서 이 연구에서는 유아의 공간기하 인지 과제 수행 시 정답률뿐 아니라 응답시간을 측정하여 유아의 공간기하 인지 발달을 보다 다각적으로 살펴볼 필요가 있다.

셋째, 유아의 공간기하 인지 발달 연구에서 성차에 대한 조사는 부족하며, 선행연구의 결과들 또한 불일치한다. 전통적으로 성인 연구에서 나타나는 공간 인지 영역에서의 남성의 우위성은[35, 56] 유아기 연령에서도 이와 같은 결과가 나타나는지 주목하게 한다. 유아의 공간 인지 발달에서 성차가 나타나는 시점은 공간 인지 영역에서 확인되는 성차의 원인이나 기제에 대한 논의를 가능하게 해줄 수 있다. 지금까지의 유아 대상 공간 인지 연구들에서는 대부분 유아기의 공간 인지 능력에서 성차가 나타나지 않음을 밝히고 있지만[13, 31, 41, 59] 일부 연구들에서는 아동기 또는 유아기에 남아의 공간 인지 능력의 우위성을 보고하기도 하였다[50, 57]. 이 연구에서는 공간 인지 능력의 성차와 관련한 다양한 논의의 가능성을 위해 공간기하 인지

과제의 수행이 유아의 성별에 따라 다르게 나타나는지 확인하고 그 결과에 대해 논의할 필요가 있다.

마지막으로 많은 개별 연구들은 유아의 공간기하 인지 발달이 영역별로 다른 발달 시점을 가지며, 특정 영역 내에서도 하위 과제에 따라 발달 수준이 차이를 보임을 제시해왔다[7, 43, 46, 50, 59]. 이러한 결과들은 유아의 기하인지 발달이 영역별, 과제별로 각각 다른 발달적 특성을 보일 수 있음을 시사한다. 하지만, 앞서 언급한 바와 같이 각 연구별 도구의 다양성과 측정 조건의 다양성은 영역별, 과제별 수행 결과들을 같은 차원에서 비교하기 어렵게 만들었다. 따라서 이 연구에서는 일정한 기준으로 제작된 연구 도구를 통해 각 공간기하의 영역별, 하위 과제별 인지 발달의 수준을 확인함으로써 공간기하 인지 발달의 영역 일반성 및 영역 특정성에 대해 논의할 필요가 있다.

이와 같은 연구 필요성에 따라 이 연구는 유아의 공간 인지 발달을 보다 포괄적이고 체계적으로 조사하기 위해 기하학의 세 영역(위상기하, 이동기하, 좌표기하)과 밀접하게 관련을 맺는 다섯 가지의 공간기하 인지(방향, 회전, 대칭, 접합, 부분/전체 인지)의 발달을 살펴보고자 하였다. 구체적으로 유아의 연령과 성별에 따른 공간기하 인지 수행을 살펴봄으로써 유아의 공간기하 인지의 발달 양상과 발달의 성차, 발달의 질적 또는 양적 변화를 확인하고, 각 영역별, 하위 과제별 과제의 수행을 살펴봄으로써 유아의 공간기하 인지 발달의 영역 특수성 여부와 영역별 발달 순서 등을 확인하고자 하였다. 이 연구의 연구문제는 다음과 같다.

- 연구문제 1. 유아의 공간기하 인지 과제 수행(정답률, 반응시간)은 유아의 연령 및 성별에 따라 유의한 차이를 보이는가?
- 연구문제 2. 유아의 공간기하 인지 과제 수행은 영역별, 하위 과제별로 유의한 차이를 보이는가?

연구방법

1. 연구대상

이 연구의 연구 대상은 만 3, 4, 5세 유아 60명이었다. 이 조사에 필요한 총 표본의 수는 검정력 분석 프로그램인 G-power 3.1.5 프로그램(<http://www.gpower.hhu.de/en.html>)을 통해 결정되었다. α (1종 오류 확률)를 .05로 power (검정력, $1-\beta$)를 .80으로 설정하였을 때, 2-way analysis of variance 분석 시 높은 수준의 효과크기는 총 64의 표본수를, 보통 수준의 효과크기는 총 158의 표본수를 필요로 하였다. 이 연구에서는 강한 효과크기의 유의한 결과를 얻기 위해 총 표본 크기를 60으로 선정하였다.

만 3, 4, 5세는 인지 발달의 민감기로 유아의 제반 인지 능력이 급

격하게 변화하는 시기이다. 이 연구에서는 연령과 성별에 따른 유아의 공간기하 인지 과제의 수행과 유아들의 영역별, 하위 과제별 공간기하 인지 과제 수행을 살펴보기 위해 경기도에 위치한 유치원에 재원 중인 만 3, 4, 5세 유아 60명(각 연령별 20명, 남아 10명, 여아 10명)을 연구 대상으로 임의 선정하였다. 조사 참여 유아의 평균 월령은 만 3세 유아가 43.2개월(월령 범위, 38-47개월), 만 4세 유아가 55.2개월(월령 범위, 52-59개월), 만 5세 유아가 64.6개월(월령 범위, 60-70개월)이었다.

2. 연구도구

이 연구에서는 유아들의 공간기하 인지 발달을 총체적으로 확인하고 영역별로 비교할 수 있도록 하기 위해, 각 공간기하 인지 영역의 과제 도구를 동일한 기준으로 제작하였다. 조작 가능한 구체물은 전 조작기 유아의 공간기하 과제의 수행을 도울 수 있지만, 각 영역의 과제 수행에서 요구되는 구체물의 종류와 활용 방법이 다를 경우 수행에 또 다른 영향 요인이 될 수 있다. 따라서 이 연구에서는 과제 도구를 구체물이 없는 종이 도구(A4 용지 크기) 형태로 제작하였고, 구체물은 몇몇 영역의 예시 과제에서 유아의 과제 수행의 이해를 돕기 위해서만 이용하였다.

1) 방향 인지과제 도구

방향 인지과제 도구는 선행연구들[25, 59]이 이용한 도구들을 토대로 연구자가 새롭게 구성하였다. 이 도구는 유아의 왼쪽-오른쪽, 위-아래 방향 인지를 각각 측정하는 좌우방향 과제 도구와 상하방향 과제 도구로 구성되었다. 이 연구에서 방향 인지과제 도구는 이미지들의 공간적 배치를 통해 제작되었다. 모든 수행 도구에서 A4 용지 크기의 검사지 중앙에는 유아들에게 친숙한 기준 이미지(5 cm × 5 cm)가 배치되었고, 좌우방향 과제 도구에서는 기준 이미지의 좌우에, 상하방향 과제 도구에서는 기준 이미지의 상하에 각각 또 다른 친숙한 이미지(5 cm × 5 cm)가 배치되었다. 기준점과 이를 중심으로 각 방향에 배치된 이미지들은 유아들이 쉽게 인식하고 발화할 수 있는 이미지들이었다. 방향 인지과제 도구는 각 하위 과제별로 연습시행 과제 1개와 본시행 과제 3개로 구성되었다. 과제 수행의 실시 과정은 다음과 같다. 먼저 좌우방향 과제의 연습시행에서 연구자는 유아의 식사하는 손과 그 반대 손의 방향을 각각 확인시켜 주었고, 이러한 방향 확인 후 연구자는 유아에게 “OO(중앙 이미지)의 오른쪽에는 무엇이 있나요?”와 “OO(중앙 이미지)의 왼쪽에는 무엇이 있나요?”라고 질문하였다. 연습 시행에서 유아의 응답이 틀렸을 시에는 이를 교정하여 주었다. 본 시행에서는 연구자가 양손 방향의 확인 없이 바로 방향 과제의 질문을 하고 유아의 방향 과제 수행을 확인하였다. 상하

방향 인지과제의 수행도 같은 방식으로 실시되었다. 유아의 방향 과제 수행 시 유아의 응답 반응과 응답시간이 측정되었다. 이 연구의 방향 과제 수행에서는 유아의 발화 수준이 유아의 응답 시간에 영향을 미칠 수 있어 연구자는 유아에게 지시 방향의 이미지를 말하거나 또는 손으로 가리키도록 하였다. 응답시간은 초 단위로 소수점 둘째 자리까지 측정하였고, 응답 반응은 유아의 각 방향 인지과제 세트의 세 문제를 다 맞힌 경우 그 방향의 개념을 알고 있는 것으로 채점하여 두 방향 중 우연히 맞는 대답을 하여 맞힌 경우를 제외시켰다. 세 문제를 다 맞힌 경우는 1점, 세 문제 중 모두 틀리거나 한 문제 또는 두 문제를 맞힌 경우는 0점으로 채점하였다.

2) 회전 인지과제 도구

회전 인지과제 도구는 선행연구들[7, 49, 50]이 이용한 도구들을 토대로 연구자가 새롭게 구성하였다. 이 도구는 유아의 우로회전과 좌로회전 인지를 각각 측정하는 우로회전 과제(오른쪽으로 90도 회전)와 좌로회전 과제(왼쪽으로 90도 회전) 도구로 구성되었다. 이 연구에서 회전 인지과제 도구는 정신적 회전을 수행할 기준 이미지와 회전된 후의 이미지를 포함하는 선택 항목들의 제시를 통해 제작되었다. 모든 수행에서 A4 용지 크기의 검사지 중앙 상단에는 방향 단서가 확실한 기준 이미지(5 cm×5 cm)가 배치되었고, 검사지 하단에는 과제 종류에 맞게 좌로 또는 우로 회전된 정답 이미지를 포함하는 세 가지의 선택 항목들이 나란히 배치되어 제시되었다. 자극의 방향적 단서는 심적 조작 과정에 가이드로서 도움을 준다[50]. 회전 과제에 이용된 이미지들은 유아들에게 친숙하고 방향 단서가 확실하게 존재하는 이미지들이었다. 회전 인지과제 도구는 각 하위 과제별로 연습시행 과제 1개와 본시행 과제 3개로 구성되었다. 과제 수행의 실시 과정은 다음과 같다. 먼저 연습 시행에서 연구자는 목표로 하는 정신적 회전을 유아에게 정확하게 설명하기 위해 실물 이미지 조각(4.5 cm×5 cm)을 이용하여 좌로 또는 우로 회전 과정을 시연하였다. 시연 후에 연구자는 회전된 이미지와 같은 것이 선택 항목 중에 있는지, 그것이 무엇인지 유아에게 질문하고 유아의 수행을 확인하였다. 연습 시행에서 유아의 응답이 틀렸을 시에는 이를 교정하고 자세한 설명을 통해 유아의 정확한 과제 이해를 도왔다. 본 시행에서는 실물 시연 없이 연구자가 “OO(기준 이미지를 가리키며)를 조금 전과 같이 오른쪽/왼쪽으로 돌리면 어떤 모양이 되나요?”라고 질문하여 유아의 정신적으로만 이미지를 회전하고 정답을 선택 항목들에서 고르도록 하였다. 유아의 회전 과제 수행 시 유아의 응답 반응과 응답시간이 측정되었다.

3) 대칭 인지과제 도구

대칭 인지과제 도구는 선행연구들[7, 49]의 도구를 참고로 하여

회전 인지과제 도구와 유사하게 제작되었다. 이 도구는 유아의 Y축 대칭과 X축 대칭 인지를 각각 측정하는 Y축 대칭 과제와 X축 대칭 과제 도구로 구성되었다. 이 연구에서 대칭 인지과제 도구는 정신적 대칭 과제를 수행할 기준 이미지와 대칭된 후의 이미지를 포함하는 선택 항목들의 제시를 통해 제작되었다. 모든 수행에서 A4 용지 크기의 검사지 중앙 상단에는 방향 단서가 확실한 기준 이미지(5 cm×5 cm)가 배치되었고, 검사지 하단에는 정답 이미지를 포함하는 세 가지의 선택 항목들이 나란히 배치되어 제시되었다. 회전 과제의 이미지들과 마찬가지로 대칭 과제에 이용된 이미지들은 유아의 심적 조작을 도울 수 있는 유아들에게 친숙하고 방향 단서가 확실한 이미지들이었다. 대칭 인지과제 도구는 각 하위 과제별로 연습시행 과제 1개와 본시행 과제 3개로 구성되었다. 과제 수행의 실시 과정은 다음과 같다. 먼저 연습 시행에서 연구자는 목표로 하는 정신적 대칭 과제를 유아에게 정확하게 설명하기 위해 예시 문항과 연구자의 손을 이용하여 Y축 대칭 또는 X축 대칭 과정을 설명하였다. 연습 과제에서 연구자는 기준 이미지를 손으로 덮고, 손을 Y축 또는 X축을 기준으로 뒤집은 후, 이와 같이 좌우 또는 상하가 뒤집힌 이미지를 유아의 선택 항목들에서 찾을 수 있도록 하였다. 연습 시행에서 유아의 응답이 틀렸을 시에는 이를 교정하고 자세한 설명을 통해 유아의 정확하게 과제를 이해할 수 있도록 하였다. 본 시행에서는 연구자가 “OO(기준 이미지를 가리키며)를 조금 전과 같이 좌우/상하로 뒤집으면 어떤 모양이 되나요?”라고 질문하여 유아의 대칭 과제를 정신적으로 수행하고 정답을 선택 항목들에서 고르도록 하였다. 유아의 대칭 과제 수행 시 유아의 응답 반응과 응답시간이 측정되었다.

4) 접합 인지과제 도구

접합 인지과제 도구는 기존의 선행연구들에서 거의 다루어지지 않았기 때문에 연구자가 다른 과제들과 동일한 기준을 적용하여 새롭게 구성하였다. 접합 인지과제 도구는 곡선 또는 직선으로 이루어진 두 선의 모양 일치 여부를 유아의 인식할 수 있는지 측정하기 위해 제작되었다. 이 도구는 유아의 좌우 접합면 일치 인식과 상하 접합면 일치 인식을 각각 측정하는 좌우접합 과제와 상하접합 과제 도구로 구성되었다. 이 연구에서 접합 인지과제 도구는 특정 접합면을 갖는 기준 이미지와 이와 완전하게 접합되는 이미지를 포함하는 선택 항목들의 제시를 통해 제작되었다. 모든 수행에서 과제의 종류에 따라 A4 용지 크기의 검사지 중앙 좌측 또는 중앙 상단에 접합 기준 이미지(5 cm×5 cm)가 배치되었고, 검사지 중앙 우측 또는 중앙 하단에는 정답 이미지를 포함하는 세 가지의 선택 항목들이 나란히 배치되어 제시되었다. 과제에 제시된 이미지들은 기준 이미지와 정답 이미지를 서로 맞붙였을 때 검정 직사각형이 되도록 구성하였고, 분리된 조각

의 접합 테두리가 곡선 또는 직선을 포함하도록 제작하였다. 접합 인지과제 도구는 각 하위 과제별로 연습시행 과제 1개와 본시행 과제 3개로 구성되었다. 과제 수행의 실시 과정은 다음과 같다. 먼저 연습시행에서 연구자는 유아에게 예시 과제를 제시하고 “OO(기준 이미지를 가리키며)과 딱 맞아떨어지는 것은 무엇인가요?”라고 질문하였고, 제시된 항목들에서 정답을 고르도록 하였다. 연구자는 유아와 함께 정답을 확인하며 유아가 접합 과제를 정확하게 이해할 수 있도록 하였다. 본 시행도 이와 같은 방식으로 실시되었고, 유아의 접합 과제 수행 시 유아의 응답 반응과 응답시간이 측정되었다.

5) 부분/전체 인지과제 도구

부분/전체 인지과제 도구로 선행연구들에서 다루어졌던 것으로는 웹슬러 아동지능검사의 빠진곳찾기 과제 도구가 있다. 하지만 이 도구는 사물의 본질적인 부분과 비본질적인 부분을 구별하는 능력의 측정에 초점을 맞추었기 때문에, 이 연구의 목적에 맞는 새로운 도구의 제작이 필요하였다. 이 연구에서 부분/전체 인지과제 도구는 전체 형태에서 부분에 해당하는 형태를 유추하고 유아가 형태를 구성하는 연속된 점들의 위치 관계를 파악할 수 있는지 측정하기 위해 제작되었다. 이를 위해 A4 용지 크기의 검사지 중앙에 유아에게 친숙한 전체 동물 그림(12 cm×10 cm) 중 일부를 빈칸 처리하여 배치하였고, 그 하단에 빈칸에 들어갈 부분 이미지를 포함하는 세 개의 선택 이미지들을 나란히 배치하였다. 제작된 도구 이미지들은 색을 통제하기 위하여 흑백처리 되었다. 부분/전체 인지과제 도구는 연습시행 과제 1개와 본시행 과제 3개로 구성되었다. 과제 수행의 실시 과정은 다음과 같다. 먼저 연습시행에서 연구자는 유아에게 예시 과제를 제시하고 “OO(빈칸을 손으로 가리키며)에 무엇이 들어가야 할까요?”라고 질문하였고, 유아가 제시된 항목들에서 적절한 부분 이미지를 고르도록 하였다. 연구자는 유아와 함께 정답을 확인하며 과제를 확실하게 이해할 수 있도록 도왔다. 본 시행도 이와 같은 방식으로 실시되었고, 유아의 부분/전체 과제 수행 시 응답 반응과 응답시간이 측정되었다.

방향, 회전, 대칭, 접합, 부분/전체 과제로 구성된 공간기하 인지과제 세트는 만 3, 4, 5세 유아가 충분히 수행할 수 있도록 가장 기본적인 난이도로 제작되었다. 예비조사를 통해 유아들이 어려워하거나 헷갈릴만한 여지가 있는 과제들은 과제 구성에서 제외하였다. 제작된 도구는 석사학위 이상을 소지한 유아교육 전문가 2인과 어린이집 교사 2인으로부터 각각 타당도를 검사받았다. 공간기하 인지과제 도구는 종이 도구로 각각 A4 용지 크기로 제작되었고, 조사 시 유아에게 제시되었다. 방향 인지과제를 제외하고는 각 수행에서 맞힌 경우에 1점, 틀린 경우에 0점으로 채점하였고, 각 하위 인지 영역에서 총 3번

의 수행 점수를 평균하여 수행의 평균 정답률로 계산하였다. 이 실험에서 측정된 응답시간은 유아가 문제를 들고 응답하기까지의 시간을 말한다. 응답시간은 초 단위로 소수점 둘째 자리까지 측정하였고, 총 3번의 수행의 평균 응답시간은 수행에서 맞힌 경우의 응답시간들을 평균하여 계산하였다.

3. 연구절차

본조사를 실시하기 전, 유아의 공간기하 인지과제 도구의 적합성과 과제 수행 소요 시간의 적절성을 검토하기 위해 예비조사를 실시하였다. 예비조사에서는 경기도에 위치한 유치원의 만 3, 4, 5세 유아 중 연령별로 각 3명씩을 임의 추출하였고, 이들 유아 9명을 대상으로 개별 조사를 실시하였다. 예비조사 결과 공간기하 인지과제의 난이도는 만 3, 4, 5세 유아들에 전반적으로 적절한 것으로 나타났고, 총 과제 수행 소요 시간도 20분 정도로 적절한 것으로 나타났다. 예비조사를 통해 유아에게 어려운 것으로 확인된 과제들은 좀 더 기본적인 난이도의 과제들로 대체되었고, 과제의 질문들도 유아가 더욱 이해하기 쉬운 말로 수정되었다. 또한 유아가 더욱 정확하게 과제를 이해할 수 있도록 부가적인 설명 방법(회전과제에서 실물 이용의 시연 등)을 도입하였다.

예비조사 이후 본조사에서는 만 3, 4, 5세 유아 60명을 임의 추출하여 이들 유아들을 개별 조사하였다. 연구자는 연구 대상 유아들을 한 명씩 유치원의 조용한 공간으로 부르 후 간단한 대화를 통해 유아가 연구자와 친숙해질 수 있도록 하였다. 본조사에서는 예비조사를 통해 수정, 보완된 공간기하 인지과제 세트(5영역 총 27문항)가 도구로 이용되었다. 연구자는 각 과제를 설명하고 과제의 수행을 안내하였으며, 연구 보조자 1인은 유아의 과제 응답시간을 초시계로 측정하였다. 과제는 임의의 순서로 제시되어 순서 효과가 통제되었다. 연구자는 과제별로 정해진 질문을 하였고, 유아의 과제 수행 시 응답 반응과 응답시간이 기록되었다. 조사에 소요된 시간은 유아 1인당 약 20분 정도였다.

4. 자료분석

수집된 자료는 IBM SPSS ver. 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였다. 통계 방법으로는 평균, 표준편차, 이원분산분석, 대응표본 t -검증, Kruskal-Wallis 검증, Mann-Whitney 검증, Wilcoxon signed-rank 검증 등을 이용하였다. 이 연구에서는 높은 효과크기를 갖는 유의한 결과를 얻기 위해 총 60명의 유아를 조사 대상으로 선정하였다. 그러나 각 연령별로 남아 10명, 여아 10명을 추출하였기 때문에 그룹 당 적은 표본수로 인하여 분포의 정규성이 의심될 수 있었다. 이러한 이유로 이 연구에서는 모수 분

Table 1. Correct Answer Rate and Response Time of Direction Tasks Depending on Children's Age

Sub-task	Age (yr)	Correct answer rate ^{a)}		Age (yr)	Response time ^{b)}	
		M (SD)	F		M (SD)	F
Left-right	3	.10 (.31)	3.14 ($p=.052$)	3 ^{ab}	2.77 (1.84)	4.41 [*]
	4	.15 (.37)		4 ^b	5.16 (2.27)	
	5	.40 (.50)		5 ^a	2.25 (.88)	
Up-down	3 ^a	.65 (.49)	3.88 [*]	3 ^{ab}	1.91 (.51)	3.70 [*]
	4 ^b	.95 (.22)		4 ^b	2.15 (.83)	
	5 ^{ab}	.90 (.31)		5 ^a	1.54 (.64)	
Total	3 ^a	.38 (.28)	4.73 [*]	3	2.04 (.76)	2.61
	4 ^{ab}	.55 (.22)		4	2.38 (1.05)	
	5 ^b	.65 (.33)		5	1.77 (.75)	

^{a)}Left-right ($n=60$), up-down ($n=60$), total ($n=60$). ^{b)}Left-right ($n=14$), up-down ($n=50$), total ($n=52$).

Scheffé test: ^{a)}low, ^{b)}high.

* $p<.05$.

석과 비모수 분석을 함께 실시하였고, 모수 분석의 결과가 비모수 분석의 결과와 대부분 일치하는 것을 확인하였다. 따라서 이 연구에서는 모수 분석의 결과를 중심으로 기술하고, 모수 분석 결과와 비모수 분석 결과가 다른 소수의 부분에 대해서만 비모수 분석의 결과를 반영하여 결과를 기술하였다.

모수 통계 분석으로는 유아의 공간기하 인지과제 수행의 전반적인 경향을 파악하기 위해 수행 정답률과 응답시간의 평균과 표준편차를 살펴보고, 연령과 성별에 따른 유아의 공간기하 인지과제 수행을 살펴보기 위해 이원분산분석을 실시하였다. 또한 하위 영역별 과제 수행의 차이를 확인하기 위해 수행 정답률에 대한 대응표본 t -분석을 실시하였다. 비모수 통계 분석으로는 유아의 연령에 따른 공간기하 인지과제 수행의 차이를 알아보기 위해 Kruskal-Wallis 검증을 실시하였고, 성별에 따른 공간기하 인지과제 수행의 차이를 알아보기 위해 Mann-Whitney 검증을 실시하였다. 또한 하위 영역별 과제 수행의 차이를 확인하기 위해 수행 정답률에 대하여 Wilcoxon signed-rank 검증을 실시하였다.

연구결과

1. 연령과 성별에 따른 공간기하 인지 과제 수행

방향 인지과제 수행이 유아의 연령과 성별에 따라 차이가 나타나는지 알아보기 위해 이원분산분석을 실시한 결과, 상하방향 과제 ($F[2, 54]=3.88, p<.05, \eta_p^2=.38$), 전체 방향 과제 ($F[2, 54]=4.73, p<.05, \eta_p^2=.42$)의 수행 정답률에서 연령에 따른 주효과가 나타났

다. 또한 좌우방향 과제의 연령에 따른 주효과는 .05에 근사한 유의 확률로 나타났다($F[2, 54]=3.14, p=.052$). 이원분산분석의 연령 효과와 Scheffé 사후검증의 결과는 Table 1과 같다. 상하방향 과제의 수행 정답률은 3세에서 4세 사이에 급격하게 증가하고, 전체 방향 과제의 수행 정답률은 3세와 5세 사이에 점진적으로 향상됨을 확인할 수 있었다. 분석 결과에서 눈여겨 볼 수 있는 것은 좌우방향 과제의 수행 정답률이 5세 연령에서도 높지 않다는 점이다. 선행연구에서 Piaget [47]는 유아의 좌우방향 개념이 5-8세에, Swanson과 Benton [54], Belmont와 Birch [2]는 5-6세에 이루어짐을 제시하였다. Piaget가 제시한 75%의 수행 성공률을 방향 개념 획득의 기준으로 보았을 때, 이 연구는 5세 이후 좌우방향 개념을 획득한다는 선행 연구 결과들을 지지한다. 이에 반해 상하과제의 정답률은 4세와 5세가 모두 .90을 넘어 3세 이후에 상하방향 개념을 획득함을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 성인에서도 나타나는 좌우 방향 판단의 상대적 어려움과 관련하여 논의할 수 있다[36, 51]. 성인에서도 수직의 위치 판단보다 수평의 위치 판단이 더 오래 걸리는데, 연구자들은 이러한 현상의 원인이 좌우 방향 인식의 어려움에 있는 것이 아니라 좌우 방향의 언어적 인코딩의 어려움에 있음을 밝혀내었다. 따라서 유아에서 나타나는 상하/좌우의 방향 개념 습득의 발달적 차이는 방향 구별의 인식적 차이에 의한 것이기보다는 수직 방향과 수평 방향의 언어적 인코딩의 난이도 차이에 의한 것일 가능성이 크다. 한편 방향 인지과제의 수행에서 성차는 나타나지 않았다. 몇몇 성인 대상의 선행 연구들에서는 빠른 방향 판단 수행에서 남성 우위성을 확인하고, 이를 남녀의 좌, 우 반구의 기능적 비대칭성에 기인하는 것으로 해석하기도 하였다[23, 42, 52]. 하지만 성인 연구에서 나타나는 방향 판

단의 성차가 대부분의 유아 대상 연구들에서는 나타나지 않았고[13, 31, 59], 이 연구에서도 유아의 성별에 따른 방향 개념 획득의 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 유아와 성인의 뇌 발달 수준 및 특성의 차이로 설명될 수도 있지만, 이에 대한 더 많은 연구와 검증이 필요할 것이다.

회전 인지과제 수행은 우로회전 과제($F[2, 54]=34.58, p<.001, \eta_p^2=1.13$), 좌로회전 과제($F[2, 54]=14.32, p<.001, \eta_p^2=.73$), 그리고 전체 회전 과제($F[2, 54]=27.92, p<.001, \eta_p^2=1.02$)에서 수행 정답률의 연령에 따른 차이가 나타났다. 이원변량분석의 연령 효과와 Scheffé 사후검증의 결과는 Table 2와 같다. 사후분석 결과 회전 과제의 각 하위 과제에서 3세와 4세 간 유의한 차이가 나타났다. 이는 유아의 회전 인지 능력의 발달 민감기가 3세에서 4세 사이임을 보여주는 것이다. Piaget와 Inhelder [49]의 고전적인 연구에서는 유아의 회전 개념 획득이 9세 이후에 이루어짐을 주장하였지만, 이들 연구의 회전 자극은 파랑 왼쪽, 빨강 아래 테두리를 가지는 정사각형이었다. 따라서 색 요소를 제외한 자극 모양의 네 방향 대칭성은 회전 인지의 과제 난이도를 높게 만들었다고 지적될 수 있다. 더 많은 단서의 수를 제시하여 회전 과제의 난이도를 낮춘 Rosser 등[50]의 연구에서는 4-5세 유아의 회전 인지 가능성을 확인하였고, 유아에게 친숙한 이미지 자극을 사용한 최근의 연구[32]에서는 3-6세 유아들이 충분히 정신적 회전을 수행할 수 있음을 제시하였다. 방향 단서가 확실하고 유아들에게 친숙한 자극을 이용한 이 연구도 유아들이 Piaget가 주장한 시기보다 훨씬 빠른 4, 5세에 이미 충분히 정신적 회전을 수행할 수 있음을 보여준다. 이는 최근 연구들의 주장을 지지하는 결과들이다. 회전 인지과제의 응답시간은 좌로회전 과제($F[2, 32]=5.23, p$

$<.05, \eta_p^2=.57$)와 전체 회전 과제($F[2, 38]=5.42, p<.01, \eta_p^2=.53$)에서 연령에 따른 차이가 나타났다. 정답률과 응답시간의 결과를 함께 살펴보면(Table 2), 유아의 회전 과제 정답률은 3세와 4세 사이에 크게 증가한 데 비해, 유아의 회전 과제 응답시간은 3세와 5세 사이에 점진적으로 감소하였다. 이러한 결과는 유아의 회전 인지 능력이 특정 시기에 수행의 큰 질적인 변화를 보이지만, 그와 동시에 끊임없이 인지적 처리 효율성이 증가함을 반영한다. 이는 Piaget의 단계 이론을 기본적으로 가정하면서도 인지 과정의 효율성 증가를 주장한 신피아제 이론을 뒷받침하는 근거이다[5, 19, 26, 27]. 한편, 회전 인지 과제의 수행에서 성차는 나타나지 않았다. 성인 공간 인지 능력의 메타분석[35, 56]에서 수행의 성차가 가장 뚜렷한 영역은 회전 인지 영역이었다. 성인에서는 정신적 회전의 남성 우위성이 일관되고 뚜렷하게 확인되었지만, 유아기나 아동기에는 그 결과가 일치하지 않고 있다[24, 34, 41, 50, 57]. Hahn 등[18]은 5세 유아의 정신적 회전 과제 수행에서, 수행 속도와 정확도의 성차를 발견하지 못하였지만 수행 시 남아들의 우반구 편재화가 여아에 비해 뚜렷하게 나타났음을 확인하였다. 이러한 잠재적인 신경생리학적 차이는 더 본질적으로 회전 인지과제 수행의 성차를 설명하고 성차의 발현 시점에 대한 설명을 가능케 할 수 있다. 따라서 회전 인지 과제 수행의 성차를 발생시키는 근본적 기제에 대한 더 폭넓은 연구들이 요구된다.

유아의 대칭 인지과제 수행 시, Y축대칭 과제($F[2, 54]=3.59, p<.05, \eta_p^2=.36$), X축대칭 과제($F[2, 54]=13.51, p<.001, \eta_p^2=.71$), 그리고 전체 대칭 과제($F[2, 54]=10.26, p<.001, \eta_p^2=.62$)의 수행 정답률에서 연령에 따른 주효과가 나타났다. Scheffé 사후검증의 결과, Table 3과 같이 Y축대칭 과제의 경우 3세에서 5세 사이에 수행이

Table 2. Correct Answer Rate and Response Time of Rotation Tasks Depending on Children's Age

Sub-task	Age (yr)	Correct answer rate ^{a)}		Age ^{b)} (yr)	Age ^{c)} (yr)	Response time ^{d)}	
		M (SD)	F			M (SD)	F
Rotate to right	3 ^a	.15 (.28)	34.58***	3	-	2.90 (1.48)	2.71
	4 ^b	.77 (.31)		4	-	2.79 (1.36)	
	5 ^b	.83 (.25)		5	-	1.91 (1.12)	
Rotate to left	3 ^a	.15 (.31)	14.32***	3 ^b	3 ^b	3.26 (1.02)	5.23*
	4 ^b	.62 (.46)		4 ^b	4 ^{ab}	2.91 (1.52)	
	5 ^b	.77 (.34)		5 ^a	5 ^a	1.69 (.90)	
Total	3 ^a	.15 (.28)	27.92***	3 ^b	-	2.95 (1.14)	5.42**
	4 ^b	.69 (.33)		4 ^{ab}	-	2.87 (1.25)	
	5 ^b	.80 (.27)		5 ^a	-	1.80 (.87)	

^{a)}Rotate to right (n=60), rotate to left (n=60), total (n=60). ^{b)}Parametric. ^{c)}Nonparametric. ^{d)}Rotate to right (n=43), rotate to left (n=38), total (n=48). Scheffé test: ^{a)}low, ^{b)}high. *p<.05, **p<.01, ***p<.001.

Table 3. Correct Answer Rate and Response Time of Symmetry Tasks Depending on Children's Age

Sub-task	Age (yr)	Correct answer rate ^{a)}		Age (yr)	Response time ^{b)}	
		<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>F</i>		<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>F</i>
Y-axis	3 ^a	.40 (.40)	3.59 [*]	3	2.64 (1.08)	1.35
	4 ^{ab}	.68 (.40)		4	2.27 (.95)	
	5 ^b	.72 (.41)		5	2.07 (1.18)	
X-axis	3 ^a	.05 (.12)	13.51 ^{***}	3	2.33 (.55)	.61
	4 ^b	.45 (.46)		4	2.25 (.77)	
	5 ^b	.67 (.43)		5	1.86 (.94)	
Total	3 ^a	.23 (.22)	10.26 ^{***}	3	2.52 (.77)	1.28
	4 ^b	.57 (.38)		4	2.30 (.89)	
	5 ^b	.69 (.36)		5	2.04 (1.00)	

^{a)}Y-axis ($n=60$), X-axis ($n=60$), total ($n=60$). ^{b)}Y-axis ($n=44$), X-axis ($n=29$), total ($n=46$).

Tukey test (Y-axis), Scheffé test (X-axis, total): ^{a)}low, ^{b)}high.

^{*} $p < .05$, ^{***} $p < .001$.

점진적으로 향상되었고, X축대칭 과제와 전체 대칭 과제의 경우 3세에서 4세 사이에 수행이 급격히 향상되었다. Piaget와 Inhelder [49]의 고전적인 연구에서는 아이들이 8-9세에 이르러서야 대칭 개념을 획득한다고 주장하였지만, 이 연구에서는 이미 5세에 전체 대칭 과제의 정답률이 .69로 8세 미만의 유아들도 대칭 개념을 획득할 수 있음을 보여주고 있다. 이러한 결과는 회전 인지 결과에서 논의한 바와 같이, Piaget와 Inhelder의 과제 자극이 두 방향의 색 요소를 가지고 있었지만 네 방향이 모두 대칭이어서 과제 수행의 난이도가 높아졌던 것이라 볼 수 있다. 이 연구의 결과는 Rosser 등[50]의 주장과 같이 3-5세 유아들도 이동기하에 대한 지식을 가지고 있으며 대칭 과제를 수행할 수 있음을 보여주고 있다. 또한 구체물을 사용하지 않은 정신

적 대칭 과제의 수행이 3세에서 5세 사이에 질적으로 향상되는 것을 확인시켜 주었다. 그러나 유아의 대칭 과제의 수행 시 응답시간은 연령에 따라 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과에 대해, 인지 수행의 양적 발달은 질적 발달과 함께 끊임없이 이루어지지만, 유아의 양적 발달 수준이 더 명확하게 드러나기 위해서는 충분한 질적 발달이 선행되어야 한다고 주장될 수 있을 것이다. 회전 인지의 경우 4, 5세 유아의 수행 정확도가 전체 과제 수행에서 대략 70% 이상이었지만 대칭 인지의 경우 57% 이상에 그쳤다. 이러한 결과는 특정 과제의 수행 효율성의 발달이 특정 인지 영역에서 충분한 질적 발달이 이루어진 후, 즉 그 수행을 정확하게 수행할 수 있게 된 후에야 더 명확하게 나타날 수 있음을 보여준다. 대칭 인지과제의 수행에서 성별에 따른 차

Table 4. Correct Answer Rate and Response Time of Conjugation Tasks Depending on Children's Age

Sub-task	Age (yr)	Correct answer rate ^{a)}		Age (yr)	Response time ^{b)}	
		<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>F</i>		<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>F</i>
Left-right	3 ^a	.83 (.33)	4.29 [*]	3 ^b	2.18 (.57)	3.47 [*]
	4 ^{ab}	.98 (.07)		4 ^{ab}	1.94 (.61)	
	5 ^b	1.00 (.00)		5 ^a	1.69 (.57)	
Up-down	3 ^a	.70 (.21)	13.11 ^{***}	3 ^c	2.42 (.74)	17.35 ^{***}
	4 ^b	.97 (.10)		4 ^b	1.91 (.57)	
	5 ^b	.92 (.18)		5 ^a	1.31 (.39)	
Total	3 ^a	.77 (.22)	12.13 ^{***}	3 ^b	2.31 (.57)	12.96 ^{***}
	4 ^b	.98 (.06)		4 ^b	1.93 (.51)	
	5 ^b	.96 (.09)		5 ^a	1.50 (.42)	

^{a)}Left-right ($n=60$), up-down ($n=60$), total ($n=60$). ^{b)}Left-right ($n=58$), up-down ($n=60$), total ($n=60$).

Scheffé test: ^{a)}low, ^{c)}high.

^{*} $p < .05$, ^{***} $p < .001$.

Table 5. Correct Answer Rate and Response Time of Part/Whole Tasks Depending on Children's Age

Sub-task	Age (yr)	Correct answer rate (N=60)		Age (yr)	Response time (N=60)	
		M (SD)	F		M (SD)	F
Find missing part	3 ^a	.85 (.20)	3.58 [*]	3	2.55 (.67)	.05
	4 ^{ab}	.95 (.12)		4	2.59 (.87)	
	5 ^b	.97 (.10)		5	2.49 (1.36)	

Tukey test: ^alow, ^bhigh.
**p*<.05.

이는 나타나지 않았다. 유아의 대칭 인지과제 수행의 성차에 대한 선행연구는 거의 찾아보기 어렵다. 하지만 대칭 인지는 대상의 정신적 조작을 포함하는 인지적 역량으로 회전 인지과제의 수행에서 나타나 는 성차 논의와 맥을 같이 할 수 있을 것이다.

유아의 접합 인지과제의 수행에서, 수행 정답률은 좌우접합 과제 ($F[2, 54]=4.29, p<.05, \eta_p^2=.40$), 상하접합 과제($F[2, 54]=13.11, p<.001, \eta_p^2=.70$), 전체 접합 과제($F[2, 54]=12.13, p<.001, \eta_p^2=.67$) 모두에서 연령에 따른 차이가 나타났다. Scheffé 사후검증의 결과 Table 4와 같이 좌우접합 과제 정답률은 3세와 5세 사이에 점진적인 향상을 보였고, 상하접합, 전체 접합 과제에서는 3세와 4세 사이에 급격하게 향상되었다. 하지만 전체 접합 과제의 수행 정답률은 이미 3세에 .77로 접합면 모양의 인식과 변별은 매우 어린 시기부터 가능성을 확인할 수 있었고, 접합 인지 과제 수행의 발달의 민감기는 3세 이전으로 추정될 수 있다. 접합 인지 과제의 수행에서는 연령에 따른 응답시간의 차이도 나타났다. 좌우접합 과제($F[2, 52]=3.47, p<.05, \eta_p^2=.37$), 상하접합 과제($F[2, 54]=17.35, p<.001, \eta_p^2=.80$), 그리고 전체 접합 과제($F[2, 54]=12.96, p<.001, \eta_p^2=.69$)의 응답시간에서 연령에 따른 주효과가 나타났다. Table 4와 같이 좌우접합 과제는 3세에서 5세 사이에 점진적으로, 상하접합 과제는 3세에서 4세, 4세에서 5세 사이에 응답시간이 유의하게 감소 하였다. 이러한 결과는 회전 과제의 수행 결과와 같이 발달의 질적, 양적 변화를 모두 보여주는 결과라 할 수 있다. 특히 앞서 언급된 바와 같이, 끊임없이 이루어지는 유아들의 인지적 처리 효율성 발달[5, 19, 26, 27]은 특정 과제의 수행이 질적으로 충분히 발달된 후에 그 과제의 효율적 수행 결과로 반영되어 나타날 수 있을 것이다. 접합 인지과제의 수행에서 성별에 따른 차이는 나타나지 않았고, 이는 이 연구에서 다른 하위 영역의 과제에서 확인된 결과와 일치한다.

부분/전체 인지과제의 수행에서, 과제 수행의 정답률은 유아의 연령에 따라 유의한 차이가 나타났다($F[2, 54]=3.58, p<.05, \eta_p^2=.36$). 사후검증의 결과, Table 5와 같이 과제의 정답률은 3세에서 5세 사이에 점진적으로 향상되었다. 이 연구에서 고안된 빠진곳찾

기 과제의 3세 수행 정답률은 .85로 어린 연령인 3세 유아도 기본적인 부분/전체 과제를 충분히 수행할 수 있음을 확인할 수 있었다. 유아와 친숙한 이미지에 대한 빠진 부분의 형태 유추와 이의 선택은 매우 어린 연령에서도 가능하며 이러한 역량의 발달의 민감기는 3세 이전으로 추정된다. 부분/전체 과제는 접합 과제와 마찬가지로 3세에서 5세 사이에 충분한 수행의 성취를 보이고 있지만 수행의 속도 측면에서는 연령에 따른 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 이 연구에서 조사에 이용한 빠진곳찾기 과제가 3, 4, 5세 유아들에게 충분히 쉬운 난이도로 질적, 양적인 발달이 모두 충분히 이루어진 상태를 보여주는 것일 수 있다. 이 연구에서는 유아들이 충분히 수행할 수 있는 빠진곳찾기 과제를 이용하여 유아의 부분/전체 인지 발달을 확인해보고자 하였고, 3세 연령에서도 충분히 전체 중 부분의 유추와 그 부분의 선택 수행이 가능성을 확인하였다. 하지만 더 어려운 부분/전체 과제를 통한 유아들의 부분/전체 인지의 발달 조사는 유아기의 부분/전체 인지 발달에 대해 더 폭넓은 정보를 제공할 수 있을 것이다. 부분/전체 인지과제의 수행에서 성별에 따른 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 이 연구의 다른 하위 영역의 과제에서 확인된 결과와 일치한다.

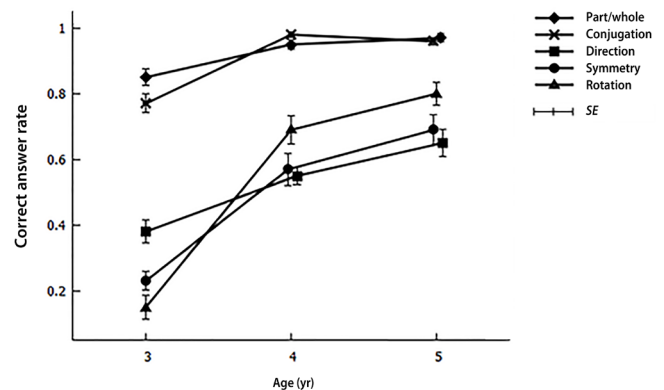


Figure 1. Correct answer rates of spatial geometry cognition tasks following task areas for each age. Error bars represent standard errors (SE).

Table 6. Difference of Correct Answer Rate Following the Sub-Tasks of Each Area

Area	Sub-task	Age (yr)						Total (N=60)	
		3 (n=20)		4 (n=20)		5 (n=20)		M (SD)	t
		M (SD)	t	M (SD)	t	M (SD)	t		
Direction	Left-right	.10 (.31)	-4.07**	.15 (.37)	-8.72***	.40 (.50)	-4.36***	.22 (.42)	-9.12***
	Up-down	.65 (.49)		.95 (.22)		.90 (.31)		.83 (.38)	
Rotation	Rotate to left	.15 (.28)	.00	.77 (.31)	1.528	.83 (.25)	1.073	.58 (.41)	1.720
	Rotate to right	.15 (.31)		.62 (.46)		.77 (.34)		.51 (.46)	
Symmetry	Y-axis	.40 (.40)	3.94**	.68 (.40)	2.57*	.72 (.41)	.53	.60 (.42)	3.89**
	X-axis	.05 (.12)		.45 (.46)		.67 (.43)		.39 (.45)	
Conjugation	Left-right	.83 (.33)	1.80	.98 (.07)	.57	1.00 (.00)	2.03	.94 (.21)	2.59*
	Up-down	.70 (.21)		.97 (.10)		.92 (.18)		.86 (.21)	

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

2. 공간기하 인지 영역별, 과제별 과제 수행

Figure 1은 유아의 연령별 각 인지 과제의 수행을 그래프로 나타낸 것이다. 공간기하 인지과제 정답률을 바탕으로 영역별 과제 수행의 차이를 분석하기 위해 대응표본 t -검증을 실시한 결과, 3세 유아의 과제 수행 수준은 부분/전체와 접합 과제가 가장 높았고, 방향 과제, 마지막으로 대칭과 회전 과제 순으로 낮게 나타났다. 4세의 경우에는 접합과 부분/전체 과제가 상대적으로 높은 수행 수준을, 방향, 대칭, 회전 과제가 상대적으로 낮은 수행 수준을 보였다. 5세의 경우에는 부분/전체와 접합 과제의 수행 수준이 가장 높았고, 회전 과제, 대칭과 방향 과제 순으로 수행 수준이 낮게 나타났다. 이 연구에서 각 영역의 과제들이 세 종류의 기하 영역들(위상기하, 이동기하, 좌표기하)에서 다루는 모든 공간 관계 인지를 반영하고 있지는 않지만, 전반적으로 좌표기하와 관련을 맺는 접합 과제, 부분/전체 과제의 수행이 위상기하, 이동기하와 관련을 맺고 있는 방향, 회전, 대칭 과제의 수행보다 더 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 접합 과제, 부분/전체 과제의 난이도가 다른 과제들에 비해 낮은 수준이었기 때문일 수 있다. 하지만 이 연구에서 각 과제는 각 영역에서 가장 기본적인 수준으로 구성하였기 때문에 이러한 영역별 수행의 차이가 비단 과제 자체의 난이도 때문인 것은 아니며 각 과제에서 요구되는 인지적 수행 수준의 차이에서 기인하는 것일 수 있다. 즉, 좌표기하 영역의 과제들에서 요구되는 공간 인지는 점들의 위치관계 파악, 그래프 또는 도형의 형태 파악 등 좀 더 직관적 인식 요소들을 포함하는 반면, 이동기하 영역 과제들에서 요구되는 공간 인지는 정신적 회전 및 대칭 등 정신적 조작 능력들을 바탕으로 한다. 따라서 눈에 보이는 형태를 눈에 보이지 않는 또 다른 형태로 심상적으로 변형시켜야하기 때문에 더 높은 수준의 인지적 역량을 필요로 한다고 볼 수 있다. 한편 위상기하 영역 과제들에서 요구되는 공간 인지는 기본적으로 근접, 열림과 닫

힘, 연속성 등 직관적인 파악이 가능한 종류들이 대부분이지만, 방향 인지의 경우 과제 수행 시 언어적 인코딩이 함께 요구되기 때문에 보다 고차원의 인지적 역량을 요구한다고 할 수 있다. 이와 같이 이 연구의 결과를 통해 각 기하영역의 공간관계 인식의 발달적 순서를 직접적으로 논할 수는 없지만, 각 공간 인지의 영역별로 요구되는 서로 다른 인지적 처리 수준이 공간 인지의 영역별 발달 순서와 밀접하게 관련될 수 있음이 논의될 수 있을 것이다.

공간기하 인지의 각 영역에서 하위 과제별 수행 수준을 비교하기 위해 각 하위 과제의 정답률을 바탕으로 대응표본 t -검증을 실시한 결과는 Table 6과 같다. 먼저, 방향과제에서는 상하방향 과제의 수행이 좌우방향 과제의 수행보다 3세 유아($t = -4.07, p < .01$), 4세 유아($t = -8.72, p < .001$), 그리고 5세 유아($t = -4.36, p < .001$) 모두에서 더 높게 나타났다. 이는 유아기에 상하방향 과제 수행이 좌우방향 과제 수행에 비해 더 높게 나타남을 확인한 선행연구들[8, 43, 59]의 결과와 일치하며, 앞서 논의한 바와 같이 이러한 수행의 차이는 좌우 방향의 인식적 구별의 어려움보다는 좌우 방향의 언어적 인코딩의 어려움에 기인하는 것으로 볼 수 있을 것이다[36, 51]. 회전과제의 경우 3, 4, 5세 유아 모두에서 우회전 과제와 좌회전 과제의 수행 수준이 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 회전 과제의 수행에 있어 오른쪽 또는 왼쪽의 방향이 수행에 영향을 미치지 않는 것을 보여준다. 대칭과제의 수행에서는 Y축 대칭의 수행이 X축 대칭의 수행보다 3세($t = 3.94, p < .01$)와 4세($t = 2.57, p < .05$)에서 유의하게 높게 나타났다. 이는 대칭과제의 경우 좌우의 정신적 조작 및 좌우로 나란한 이미지들의 비교가 먼저 발달함을 보여주는 결과로, 두 과제 간의 수행의 차이를 보이지 않았던 선행연구의 결과[49]와는 다른 결과이다. 한편, 접합과제에서는 각 연령별로 좌우접합과 상하접합 과제의 수행 차이는 나타나지 않았지만, 3세에서 5세 유아 전체를 대상

으로 한 분석에서는 좌우접합 과제의 수행이 상하접합 과제의 수행보다 더 높게 나타났다($t=2.59, p<.05$). 대칭 과제와 접합 과제의 결과들을 함께 볼 때, 이들은 나란히 배열된 대상에 대한 속성 파악에서 유아의 수평적 지각 및 인식이 수직적 지각 및 인식보다 더 먼저 발달함을 나타내는 결과로 볼 수 있다. 이러한 인식적 발달 순서는 생후 2개월 후에 나타나는 수평추시와 수직추시의 출현 순서와도 일치한다. 이 연구에서는 공간관계 인식의 하위 과제들을 통해, 유아들이 수평으로 놓인 자극들을 수직으로 놓인 자극들보다 더 잘 인식하고 파악하며, 비교할 수 있음을 확인할 수 있었다.

이와 같은 유아들의 영역별, 하위 과제별 공간기하 인지 과제의 수행 확인은 Piaget가 주장하였던 인지 발달의 영역 및 과제 일반성이 아닌 영역 및 과제 특정성을 지지한다. 즉, 유아의 공간기하 인지 발달이 각 영역별로 다른 발달 속도를 보이며, 동일한 영역 내에서도 하위 과제들에 따라 발달 수준이 차이를 보일 수 있음을 확인시켜준 것이다. 또한 이러한 결과는 다양한 인지 과제의 수행을 통해 인지 발달의 영역 특정성과 과제 특정성을 입증한 선행연구의 결과들[7, 43, 46, 50, 59]과 일치한다.

논의 및 결론

유아의 공간 인지 발달에 대한 연구가 이론적, 실증적으로 중요한 연구 분야임에도 불구하고 지금까지 유아의 공간 인지의 발달을 포괄적이고 체계적으로 조사한 연구는 찾아보기 어렵다. 이 연구는 공간 인지의 체계적 접근을 위해 공간 인지와 기하학의 접목을 시도하였고, 기하학 영역에서 다루는 공간 관계들에 대한 유아의 인식과 이해를 조사하고자 하였다. 이를 위해 이 연구에서는 기하학의 영역 중 위상기하, 이동기하, 좌표기하의 공간관계 인식을 조사하고자 하였고, 각 기하학 영역과 관련한 5가지의 하위 인지 영역들(방향, 회전, 대칭, 접합, 부분/전체 인지)을 선정하여 유아들의 공간 인지 수행을 살펴보았다. 공간기하 인지 과제 세트는 유아의 발달 수준에 적합하게 제작하였고, 이를 이용하여 만 3, 4, 5세 유아의 공간기하 과제 수행을 조사하였다. 조사 결과 유아의 공간기하 인지 수행은 유아의 연령이 증가함에 따라 수행 정답률이 증가하였고 일부 과제에서는 응답 시간 또한 감소하였다. 유아의 공간기하 인지 수행에서 성차는 나타나지 않았다. 또한 공간기하 영역별, 하위 과제별로 유아의 공간기하 인지 과제의 수행 수준은 차이를 보였다.

이 연구를 통해 밝혀진 결과들은 다음과 같은 논의의 가능성을 제기한다. 첫째, 유아의 공간기하 인지 발달이 일부 영역에서 고전적인 연구에서 Piaget가 제시했던 발달 연령보다 일찍 이루어진다는 주

장이다. Piaget와 Inhelder [48, 49]는 그들의 연구에서 좌우방향 인지 개념이 5-8세에, 회전 인지 개념이 9세 이후에, 대칭 인지 개념이 8-9세에 획득된다고 주장하였지만, 이 연구에서는 회전과 대칭 인지 개념의 경우 그보다 이른 5세에 획득되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 신피아제 학파의 주장과 같은 맥락에서, Piaget의 연구 과제가 유아의 기본적인 인지 수행을 측정하기에는 높은 난이도로 제작되었기 때문이라고 제안된다. 따라서 유아들이 이와 관련한 공간관계 인식 능력이 없는 것이 아니라 이 능력을 측정하는 과제의 난이도가 너무 높았기 때문에 이 능력이 제대로 측정되지 못하였다는 가능성이 제기된다. 이 연구에서는 유아들의 수준에 맞는 도구 제작을 통하여 몇몇 선행연구들[32, 50]에서 밝힌 바와 같이 3-5세 유아들도 어느 정도 회전 및 대칭 인지 능력을 획득하고 있음을 확인하였다.

둘째, 그동안 유아기 공간 인지 발달의 조사에서 성차에 대한 주장은 하나로 수렴되지 못하였다. 특히 유아들의 방향 인지의 수행에서는 대부분의 연구에서 성차가 존재하지 않음을 보여주었지만 [13, 31, 59], 회전 인지의 수행에서는 유아기에 성차가 나타나지 않는다는 주장[41]과 성차가 나타난다는 주장[50, 57]이 혼재되어 있었다. 이 연구의 결과에서는 모든 공간 인지 영역에서 남, 여 유아들의 수행의 성차를 발견하지 못하였으며, 성차가 존재하지 않는다고 주장한 선행연구들의 결과를 지지하였다. 하지만 Hahn 등[18]은 5세 유아가 정신적 회전 과제를 수행할 때 남아와 여아가 정확도와 속도 측면에서 수행의 차이를 보이지 않았지만 수행 시 뇌 반구의 편재화와 관련한 신경생리학적 차이가 존재하였다는 결과를 발표한 바 있다. 이와 같이 유아기에 공간 인지의 성차가 수행결과의 측면에서는 드러나지 않더라도 수행 시 근본적인 뇌신경학적 차이 등 기타 요소의 차이가 존재할 수 있을 것이다. 따라서 유아기의 공간 인지 발달에서의 성차 논의는 수행 결과에 국한될 것이 아니라 보다 근본적인 기제나 기타 요소들의 차이에 대한 논의로 확장되어야 할 것이다.

셋째, 유아들의 인지 발달은 질적인 변화를 보이는 동시에 인지 처리 효율성의 증가 등과 관련된 양적인 변화를 보인다는 점이 논의될 수 있다. 신피아제 이론[5, 45]은 유아들의 발달이 단계성을 지니는 동시에 각 단계에서 끊임없는 양적인 성장이 나타날 수 있다고 주장하였다. 이는 시냅스의 성장과 신경세포의 수초화로 인한 자동화, 처리 속도의 향상 등으로 가능해진다[6, 26-28]. 이 연구에서는 유아들의 공간 인지 발달에서 질적인 변화와 양적인 변화 모두를 확인할 수 있었다. 그런데 이러한 변화들이 잠재적으로는 끊임없이 함께 일어날 수 있겠지만, 질적 발달을 통해 특정 영역의 인지 개념이 어느 정도 습득되었을 때, 양적 발달을 통한 개념 적용의 효율성 향상이 수행 결과에 반영되어 나타났다. 유아의 질적 발달과 양적 발달이 유아의 인지 과제 수행에 미치는 영향에 대해서는 더욱 다양한 인지 과제

들을 통해 조사되고 논의될 필요가 있다.

넷째, 유아의 공간기하 인지 발달은 영역 특정적으로 이루어지며, 동일한 영역 내에서도 과제의 종류에 따라 특정하고 고유한 발달적 특성을 보일 수 있다. 이 연구의 결과들은 유아의 공간기하 인지 발달이 영역별로, 하위 과제별로 각각 다른 인지 발달의 민감기와 발달 속도를 보인다는 것을 밝혔다. 이는 유아의 영역별, 과제별 공간기하 인지 발달의 개별성을 반영하는 결과이며, 발달의 영역 특정성을 주장한 심피아제 학파의 이론을 지지하는 결과이다. 인간의 인지적 처리는 매우 다양한 수준에서 이루어질 수 있고, 또한 다양한 인지 과제들은 서로 다른 수준의 인지적 처리 과정을 요구할 수 있다. 이 연구에서 다른 방향, 회전, 대칭, 접합, 부분/전체 인지 과제들은 모두 공간 인지 과제에 포함되었지만, 각 인지 영역별로 서로 다른 수준의 인지적 처리 과정이 요구되었고 유아들은 각 인지 영역과 하위 과제들에서 서로 다른 발달 수준을 보여주었다. 인지 발달 연구에 있어서, 전체 영역에서의 발달 조사도 의미가 있지만 각 하위 영역의 인지 발달에서 요구되는 인지적 처리 수준과, 유아의 수행 수준을 세부적으로 살펴보는 것은 유아의 인지 발달에 대한 더 폭넓고 깊이 있는 정보를 제공해줄 수 있을 것이다.

이 연구는 다음과 같은 몇 가지의 제한점을 가진다. 먼저 이 연구는 유아의 공간 인지 발달을 포괄적이고 체계적으로 조사하는 것을 목표로 기하학 영역과의 접목을 시도하였지만, 이 연구에서 선정한 5가지의 공간기하 인지 영역들은 위상기하, 이동기하, 좌표기하에 포함되는 모든 공간 관계 인식을 포괄하는 데에는 부족함이 있다. 따라서 더 다양한 공간관계의 인식 발달을 조사하기 위해 더 폭넓은 공간기하 인지 영역 과제들을 포함할 필요가 있다. 또한 이 연구에서는 연구자가 선행연구들을 토대로 새롭게 제작한 공간기하 인지 과제들을 이용하였다. 유아교육 전문가들에 의한 도구의 타당화 검증 과정을 거쳤지만, 여전히 도구의 타당성과 과제 난이도의 적합도 등이 후속 연구에서는 더 면밀하게 검토되어야 할 것이다. 아울러 이 연구에서는 현실에서 더 빈번하게 접할 수 있는 3차원적 대상이 아닌 2차원적 평면 대상으로 유아의 공간 인지를 측정하였는데, 이는 3차원적 공간에서의 유아의 공간 인지 발달을 측정하는 데에는 한계가 있을 것으로 보인다. 후속 연구에서는 3차원적 공간 인지 발달을 측정하는데 더 적합한 도구를 고려하고 고안하여 조사에 이용할 필요가 있다 [22]. 마지막으로 이 연구의 결과를 토대로 유아의 공간 인지 발달의 성차에 대해 깊게 논의하기 어렵다는 한계를 가진다. 앞서 언급한 바와 같이 보다 깊은 유아기 인지 발달의 성차 연구와 논의를 위해서는 신경생리학적 요소 등 인지적 성차와 관련한 다른 기타 요소들을 함께 고려하고 이를 조사할 필요가 있을 것이다.

이러한 제한점에도 불구하고 이 연구는 다음과 같은 의의를 지닌

다. 첫째, 이 연구는 유아의 공간기하 인지의 포괄적이고도 체계적인 연구로서 연구의 의의를 지닌다. 이 연구는 그동안 대상의 속성 인지에 비해 연구가 적었던 공간 인지에 주목하고, 공간 인지 연구를 기하학의 영역과 접목시켰으며, 기하학의 각 영역과 관련된 개별 과제들을 구성하여 체계적인 연구를 시도하였다. 둘째, 이 연구는 비교 가능한 인지 영역별 과제를 통합적으로 구성하여 유아의 공간기하 인지 과제 수행 수준을 확인하고, 각 인지 영역이 영역별로 다른 발달 단계와 속도로 발달한다는 심피아제 학파의 주장을 입증했다는 점에서 의의가 있다. 셋째, 조사 인원 설정에 대한 고려로 연령과 과제 등에 따른 수행 차이를 대부분 강한 효과 크기를 입증하였다는데 의의가 있다. 넷째, 이 연구는 유아의 공간기하 과제 수행을 정답률과 응답시간을 나누어 분석함으로써 유아의 수행의 질적 변화와 차이뿐 아니라 인지적 처리효율성의 변화와 차이까지도 논의해볼 수 있는 가능성을 제시하였다. 특히 이 연구의 결과는 심피아제 이론에서 주장하는 인지적 성숙, 기억 용량의 확장, 인지적 처리효율성 등의 설명에 부합하는 결과를 보여주고 있다.

이 연구는 만 3, 4, 5세 유아를 대상으로 공간기하 인지의 발달 특성을 밝힘으로써 기존의 이론과 선행연구의 결과들에 대한 더 심도 깊은 논의 가능성을 제시하였다. 또한 공간기하 인지 영역별, 과제별 유아의 수행 수준을 밝힘으로써 현장에서 실무자들이 교육 활동의 구성에서 고려해야 할 유아들의 공간 인지의 발달 수준을 제시하였다. 이는 유아의 공간 인지 능력의 확장과 발달을 위해 계획된 활동에 참고가 되는 정보를 제공할 수 있을 것이다. 또한 그렇게 함으로써 유아의 공간기하와 관련한 영역을 보다 흥미롭게 받아들이고 기하 영역을 일상으로 확장시켜 일상과 연계한 학습을 할 수 있도록 하는데 기여할 것이다.

Declaration of Conflicting Interests

The authors declared that they had no conflicts of interest with respect to their authorship or the publication of this article.

References

1. Beilin, H. (1984). Cognitive theory and mathematical cognition: Geometry and space. In B. Gholson & T. L. Rosenthal (Eds.), *Applications of cognitive-developmental theory* (pp. 49-69). Orlando, FL: Academic Press.
2. Belmont, L., & Birch, H. G. (1963). Lateral dominance and right-left

- awareness in normal children. *Child Development*, 34(2), 257-270. <https://doi.org/10.2307/1126726>
3. Bialystok, E. (1989). Children's mental rotations of abstract displays. *Journal of Experimental Child Psychology*, 47(1), 47-71. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(89\)90062-3](https://doi.org/10.1016/0022-0965(89)90062-3)
 4. Carpenter, T. P. (1979). Research in children's thinking and the design of mathematics instruction. In R. Lesh, D. Mierkiewicz, & M. Kantrowski (Eds.), *Applied mathematical problem solving* (pp. 207-228). Columbus, OH: ERIC/SMEAC.
 5. Case, R. (1985). *Intellectual development: Birth to adulthood*. Orlando, FL: Academic Press.
 6. Case, R., & Griffin, S. (1990). Child cognitive development: The role of central conceptual structures in the development of scientific and social thought. In C. A. Hauert (Ed.), *Developmental psychology: Cognitive, perceptuo-motor, and neuropsychological perspectives* (pp. 193-230). Amsterdam: Elsevier Science.
 7. Choi, Y., & Lee, J. W. (2006). Motion geometry concepts in young children. *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education*, 11(1), 197-215.
 8. Clark, E. V. (1980). Here's the "top": Nonlinguistic strategies in the acquisition of orientational terms. *Child Development*, 51(2), 329-338. <https://doi.org/10.2307/1129265>
 9. Clements, D. H. (1999). Your child's geometric world. *Scholastic Parent and Child*, 7(2), 48-54.
 10. Clements, D. H. (2004). Geometric and spatial thinking in early childhood education. In D. H. Clements, J. Sarama, & A. M. Dibiases (Eds.), *Engaging young children in mathematics: Standard for early childhood mathematics education* (pp. 267-297). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
 11. Del Grande, J. (1990). Spatial sense. *The Arithmetic Teacher*, 37(6), 14-20.
 12. Dodwell, P. C. (1963). Children's understanding of spatial concepts. *Canadian Journal of Psychology*, 17(1), 141-161. <https://doi.org/10.1037/h0083273>
 13. Fisher, C. B., & Braine, L. G. (1981). Children's left-right concepts: Generalization across figure and location. *Child Development*, 52(2), 451-456. <https://doi.org/10.2307/1129161>
 14. Frick, A., Hansen, M. A., & Newcombe, N. S. (2013). Development of mental rotation in 3- to 5-year-old children. *Cognitive Development*, 28(4), 386-399. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2013.06.002>
 15. Frick, A., & Mohring, W. (2013). Mental object rotation and motor development in 8- and 10-month-old infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 115(4), 708-720. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.04.001>
 16. Fuson, K. C. (1978). An analysis of research needs in projective, affine and similarity geometries, including an evaluation of Piaget's results in those areas. In R. Lesh & D. Mierkiewicz (Eds.), *Recent research concerning the development of spatial and geometric concepts* (pp. 243-260). Columbus, OH: ERIC/SMEAC.
 17. Gentner, D., Ozyurek, A., Gurcanli, O., & Goldin-Meadow, S. (2013). Spatial language facilitates spatial cognition: Evidence from children who lack language input. *Cognition*, 127(3), 318-330. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.01.003>
 18. Hahn, N., Jansen, P., & Hell, M. (2010). Preschoolers' mental rotation of letters: Sex differences in hemispheric asymmetry. *Cognitive Neuroscience*, 1(4), 261-267.
 19. Halford, G. S. (2004). Information-processing models of cognitive development. In U. Goswami (Ed.), *Blackwell handbook of childhood cognitive development* (pp. 555-574). Malden, MA: Blackwell Publishing.
 20. Harris, J., Newcombe, N. S., & Hirsh-Pasek, K. (2013). A new twist on studying the development of dynamic spatial transformations: Mental paper folding in young children. *Mind, Brain, and Education*, 7(1), 49-55. <https://doi.org/10.1111/mbe.12007>
 21. Harvey, C. B., Manshu, Z., Biao, K. C., & Jue, Z. F. (1986). Spatial conceptions in Chinese and Canadian children. *The Journal of Genetic Psychology*, 147(4), 457-464. <https://doi.org/10.1080/00221325.1986.9914522>
 22. Hawes, Z., LeFevre, J. A., Xu, C., & Bruce, C. D. (2015). Mental rotation with tangible three-dimensional objects: A new measure sensitive to developmental differences in 4- to 8-year-old children. *Mind, Brain, and Education*, 9(1), 10-18. <https://doi.org/10.1111/mbe.12051>
 23. Hirnstein, M., Ocklenburg, S., Schneider, D., & Hausmann, M. (2009). Sex differences in left-right confusion depend on hemispheric asymmetry. *Cortex*, 45(7), 891-899. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2008.11.009>
 24. Jansen, P., Schmelter, A., Quaiser-Pohl, C., Neuburger, S., & Heil, M. (2013). Mental rotation performance in primary school age children: Are there gender differences in chronometric test? *Cognitive Development*, 28(1), 51-62. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2012.08.005>
 25. Jedrysek, E., Klapper, Z., Pope, L., & Wortis, J. (1972). *Psychoeducational evaluation of the preschool child*. New York, NY: Grune & Stratton.
 26. Kail, R. (1988). Developmental functions for speeds of cognitive processes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 45(3), 339-364. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(88\)90036-7](https://doi.org/10.1016/0022-0965(88)90036-7)
 27. Kail, R. (1991). Developmental change in speed of processing during childhood and adolescence. *Psychological Bulletin*, 109(3), 490-501. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.109.3.490>
 28. Kail, R., & Park, Y. (1992). Global developmental change in processing time. *Merrill-Palmer Quarterly*, 38(4), 525-541.
 29. Kennedy, L. M., Tipps, S., & Johnson, A. (2004). *Guiding children's*

- learning of mathematics*. Belmont, CA: Wadsworth/Thomson Learning.
30. Kim, H. S. (2005). *The effect of children's body activities on young children's spatial concept* (Unpublished master's thesis). Chung-Ang University, Seoul, Korea.
 31. Kim, K. H. (1981). Development of conceptions of right and left in Korean children. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 3, 5-13.
 32. Kruger, M., Kaiser, M., Mahler, K., Bartels, W., & Krist, H. (2014). Analogue mental transformations in 3-year-olds: Introducing a new mental rotation paradigm suitable for young children. *Infant and Child Development*, 23(2), 123-138. <https://doi.org/10.1002/icd.1815>
 33. Lee, S. A., & Spelke, E. S. (2010). A modular geometric mechanism for reorientation in children. *Cognitive Psychology*, 61(2), 152-176. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2010.04.002>
 34. Levine, S. C., Foley, A., Lourenco, S., Ehrlich, S., & Ratliff, K. (2016). Sex differences in spatial cognition: Advancing the conversation. *Wiley Interdisciplinary Review: Cognitive Science*, 7(2), 127-155. <https://doi.org/10.1002/wcs.1380>
 35. Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479-1498. <https://doi.org/10.2307/1130467>
 36. Maki, R. H., Grandy, C. A., & Hauge, G. (1979). Why is telling right from left more difficult than telling above from below? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5(1), 52-67. <https://doi.org/10.1037//0096-1523.5.1.52>
 37. Martin, J. L. (1976). An analysis of some of Piaget's topological tasks from a mathematical point of view. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7(1), 8-24. <https://doi.org/10.2307/748762>
 38. McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.86.5.889>
 39. Nah, K. O. (2006). An analysis of standards of geometry education for young children in US and Korea. *Journal of Future Early Childhood Education*, 13(3), 163-184.
 40. National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
 41. Neuburger, S., Jansen, P., Heil, M., & Quaiser-Pohl, C. (2011). Gender differences in pre-adolescents' mental-rotation performance: Do they depend on grade and stimulus type? *Personality and Individual Differences*, 50(8), 1238-1242. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2011.02.017>
 42. Ofte, S. H., & Hugdahl, K. (2002). Rightleft discrimination in male and female, young and old subjects. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(1), 82-92.
 43. Olson, D. R., & Bialystok, E. (1983). *Spatial cognition: The structure and development of mental representations of spatial relations*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
 44. Oudgenoeg-Paz, O., & Riviere, J. (2014). Self-locomotion and spatial language and spatial cognition: Insights from typical and atypical development. *Frontiers in Psychology*, 5, 521. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00521>
 45. Pascual-Leone, J. (1970). A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica*, 32, 301-345. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(70\)90108-3](https://doi.org/10.1016/0001-6918(70)90108-3)
 46. Perham, F. (1978). An investigation into the effect of instruction on the acquisition of transformation geometry concepts in first grade children and subsequent transfer to general spatial ability. In R. Lesh & D. Mierkiewicz (Eds.), *Concerning the development of spatial and geometric concepts* (pp. 229-241). Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.
 47. Piaget, J. (1956). *Judgement and reasoning in the child*. London: Routledge & Kegan Paul.
 48. Piaget, J., & Inhelder, B. (1956). *The child's conception of space* (F. J. Langdon & J. L. Lunzer, Trans.). London: Routledge and Kegan Paul.
 49. Piaget, J., & Inhelder, B. (1971). *Mental imagery in the child: A study of the development of imaginal representation*. New York, NY: Basic Books.
 50. Rosser, R. A., Ensing, S. S., Glider, P. J., & Lane, S. (1984). An information-processing analysis of children's accuracy in predicting the appearance of rotated stimuli. *Child Development*, 55(6), 2204-2211. <https://doi.org/10.2307/1129792>
 51. Sholl, M. J., & Egeth, H. E. (1981). Right-left confusion in the adult: A verbal labeling effect. *Memory & Cognition*, 9(4), 339-350. <https://doi.org/10.3758/bf03197558>
 52. Snyder, T. J. (1991). Self-rated right-left confusability and objectively measured right-left discrimination. *Developmental Neuropsychology*, 7(2), 219-230. <https://doi.org/10.1080/87565649109540489>
 53. Song, Y. S. (2002). *A comparative study on the space concept of young children: Centering around Montessori program and general program* (Unpublished master's thesis). Sungshin Women's University, Seoul, Korea.
 54. Swanson, R., & Benton, A. L. (1955). Some aspects of the genetic development of right-left discrimination. *Child Development*, 26(2), 123-133. <https://doi.org/10.2307/1126294>
 55. Vasilyeva, M., & Lourenco, S. F. (2012). Development of spatial cognition. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 3(3), 349-362. <https://doi.org/10.1002/wcs.1171>
 56. Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of

- critical variables. *Psychological Bulletin*, 117(2), 250-270. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.117.2.250>
57. Wiedenbauer, G., & Jansen-Osmann, P. (2008). Manual training of mental rotation in children. *Learning and Instruction*, 18(1), 30-41. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.09.009>
58. Worthington, R. K., Typpo, M., & Worthington, E. L., Jr. (1980). Spatial concept learning in preschool children: Motoric experiences and verbal repetition as adjuncts to passive listening. *Perceptual and Motor Skills*, 50(1), 183-186. <https://doi.org/10.2466/pms.1980.50.1.183>
59. Yoon, K. S. (1985). *A study on the development of orientation concepts in the young children* (Unpublished master's thesis). Ewha Womans University, Seoul, Korea.
60. Yun, K. H. (1991). *A study on the development of the child's (five to eleven year-old) conception of space* (Unpublished master's thesis). Ewha Womans University, Seoul, Korea.