

4~6세 유아의 무게 측정전략 발달에 관한 연구

Strategies Used by Young Children in Weight Measurement Tasks

을지대학교 사회복지학과
강사 이보영
하이키즈 어린이집
원장 김주영

Department of Social Welfare, Eulji University
Lecture : Rhee Bo Young
High Kids Day Care Center
Principal : Kim Ju Young

◀ 목 차 ▶

- | | |
|-----------|-------------|
| I. 서론 | IV. 결과 및 해석 |
| II. 연구문제 | V. 논의 및 결론 |
| III. 연구방법 | 참고문헌 |

<Abstract>

The purpose of this study was to analyze the weight measurement tasks according to children's ages and whether 4-to 6-year-old children use proper measurement equipment to measure weight. The study subjects were 105 preschool children: 37,38, and 30 4-,5-, and 6-year-old children, respectively. The results showed that young children use 3 to 4 strategies. They used a strategy to estimate objects visually on the first step in measurement by direct comparison. On the second step, in measurement by nonstandard unit, they held up objects with one hand or two hands. That is, two strategies were shown in measuring objects with hands in this second step. On the third step, which is measured by standard unit, they used a strategy to choose the equal arm balance out of suggested measurement equipment.

주제어(Key Words): 무게측정 전략(weight measurement strategies), 비표준 단위 (nonstandard unit), 표준 단위(standard unit), 이행성(transitivity), 보존(conservation)

I. 서론

측정은 수학을 실제 세계에 적용할 수 있는 주요 부분 중에 하나이다(Clements, 2004). 3세 된 유아는 유니트 블록을 옮기는 동안 스스로 '무겁다. 무겁다' 라고 말을 함으로서 직접적으로 비교하여 측정할 수 있는 물체의 성질을 초기에 인식한다. 또한 유아들이 블록을 조립함에 따라 일찍 측정관계를 발견하고 발달중인 활동으로부터 나타나는 측정문제를 자연스럽게 푸는 것을 볼 수 있다(Schwartz, 1995). 이렇게 유아가 지닌 비형식적 측정 지식은 불완전할지라도, 일상생활의 문제해결에 유용하게 사용되고 이후의 형식적 수학지식의 토대가 된다.

측정이란 물체가 가지고 있는 속성에 수적인 가치를 부여하는 것(NCTM, 2000)으로서 수와 기하의 두 영역을 연결하도록 돕고, 서로에 대한 개념적 지원을 한다(Clements, 2004). 또한 유아가 스스로 자신의 수학적 능력에 확신을 갖고, 수학으로 문제를 해결하고, 수학적으로 의사소통하며, 수학적으로 추론하여 수학의 추상적 가치를 발달시키며, 기하와 수를 연결하여 가장 넓게 수학을 적용할 수 있는 영역이다(NCTM, 2000).

유아들이 측정을 하기 위해서는 비교하기, 순서짓기, 이행성, 보존개념, 단위개념등의 기본적인 수학적 아이디어가 요구된다(Haylock & Cockburn, 2003). 그 가운데 과거의 연구에서는 측정을 위해서는 이행성(transitivity)과 보존(conservation)의 개념이 확보되어야 연구가 가능하다고 하였다(Copeland, 1984; Piaget, Inhelder, & Szeminska, 1960; 이정옥, 유연화, 2007, 재인용). 그러나 최근 여러 연구들은 측정의 실제적 경험을 통해 보존개념과 이행성 이해가 촉진될 수 있음을 보여준다(이정옥, 이해원, 2004; 전희영, 2001; Haylock, et al., 2003).

이행성이란 논리적 추론이라고도 하는데 A와 B가 같고, B와 C가 같다면, A와 C가 같다는 것을 아는 것이다(Thompson, 1997). 측정도구의 활용을 위해서는 이행성의 개념이 요구된다. 측정을 통해 형성되어지는 다른 한 가지의 개념은 보존개념이다. 보존개념이란 길이보존의 경우 물체가 이동했어도 길이는 변하지 않았다는 것을 이해하는 것이다(Clements, 2004). 측정이 의미를 가지기 위해서는 그것의 외형이 변하더라도 변함이 없다는 사실을 알아야 하기 때문에 보존개념의 획득이 중요하다. DeHart, Sroufe와 Cooper(2000)에 의하면 유아들은 6세경에 수의 보존개념을 가장 먼저 획득하게 되고, 8세경이 되면 부피의 보존개념을 이해하고, 10세가 넘어야 무게의 보존개념을 획득하게 된다고 보고 있다. 인지적 발달 과정은 그렇다하더라도 Siegler(1998)에 의하면 유아들이 보존개념의 시기가 각기 다

른데 그 이유 중 하나는 유아들이 관련 문제를 다룬 경험의 양과 제시되는 문제의 복잡성과 관계가 있다고 보고 있다(홍혜경, 2004, 재인용). 그러나 현재의 연구에서는 측정을 통해 보존개념과 이행성의 이해가 가능하다는 견해를 가진다. 그러므로 교사는 어린 연령일수록 정확한 것 보다는 여러 가지의 측정 경험을 쌓게 하여 생각을 확장하는 것이 필요하고 점점 표준단위의 사용 경험이 많아질 수 있도록 해야 한다(NCTM, 2000).

측정에 관련된 유아의 이해 수준을 Piaget는 다음과 같이 나누어 구분하였다. 1수준은 4세 정도에 나타나며 측정도구 없이 시각적 판단에 의해 사물을 비교하여 측정하는 수준이다. 2수준은 5~6세 정도에 나타나며, 유아 자신의 신체 부위를 이용하여 측정에 관한 문제를 해결하는 단계이다. 3수준은 6~7세 정도에 나타나며, 치환과 대체의 단계로 측정의 단위를 정하고 인식하며, 계열과 순서가 포함된 측정을 한다(이경우, 홍혜경, 신은수, 진명희, 2000).

그러나 4세 이전인 2세 정도의 유아들부터 물체의 속성에 대한 비교를 하고 차이를 비교할 수 있으며, '더 크다', '더 길다', '더 키가 크다'와 같은 언어가 발달한다. 5~6세의 유아들은 문제를 해결하는 과정에서 속성에 따라 대상의 이름을 명명하고 의논하고 비교한다. 7세의 유아들은 길이, 무게, 부피, 면적, 시간에 대한 대상의 속성대로 배열하고 명명하고 의논하고 분류하고 비교한다(Clements, 2004).

유아의 측정활동에서 중요하게 고려할 수 있는 요소로 어렵하기 활동(estimation)을 들 수 있다. 놀이 상황에서 발생하는 문제를 해결하면서 유아가 사용하는 어렵하기 활동은 측정할 물체의 속성에 관심을 기울이고, 측정의 과정, 단위의 크기, 참조물의 가치를 알게 된다. 이로서 측정하기 활동에 필요한 물체의 속성, 체계, 단위를 이해하는데 도움을 주어 공간개념과 수의 개념 및 기술을 발달시키는데 중요한 역할을 담당한다(NCTM, 2000).

무게(weight)는 물체가 얼마나 무거운지를 나타내는 속성이다. 물체의 무게를 측정하기 위하여 유아는 물체를 직접 들어보거나 저울과 같은 표준화 도구를 이용한다. 그러나 물체의 무게는 밀도와 관련있다는 사실을 이해하지 못하여, 물체의 무게를 물체의 크기와 혼돈하는 경향이 있다. 따라서 크기가 다양한 여러 가지 물체를 직접 측정해 보거나, 저울로 측정해 볼 수 있는 기회를 제공하는 것이 좋다. 무게 측정 시 제공되는 저울은 물체의 무게를 비교할 수 있는 기회를 제공해 주며, 균등에 대한 개념을 이해하는데 도움을 준다(김지영, 2004). 또한 유아들은 무게를 측정할 때, 양 손에 하나씩 물체를 올려놓고 무게를 비교하는 활동은 사물이 갖는 부피 때문에 정확한 측정이 어렵다는 것을 알게 된다. 따라서 무게를 비교할 경우에는 정확한 판단을 도와줄 측정 도구

가 필수적이다(박승순, 2000).

또한 측정을 하기 위해서는 측정하고자 하는 물체의 특성을 파악해야 하며, 그 특성을 측정하기에 적절한 단위를 선택할 수 있는 능력과 적절한 측정기술이 요구된다(NCTM, 2000). 측정하고자 하는 물건의 특성을 파악하기 위해서는 유아들에게 친숙한 물체일 경우에 적절한 측정 기술을 사용한다고 볼 수 있다. 또한 무게 측정에 관련된 상황을 얼마만큼 경험했느냐?와 현재 무게 측정에 관해 제시되는 문제가 그 연령이 이해할 수 있게 단순화 시킨다면 보존개념이 획득되는 10세 이전에도 무게 측정이 가능하다고 본다.

측정의 첫 번째 목적은 비교이다(Haylock et al., 2003). 유아들은 물체의 속성을 탐색하고 이를 준거로 물체들을 직접적으로 비교하는 것에서 측정은 시작되며, 측정을 할 때 유아들은 비표준화된 단위를 사용한다. 신체를 측정 단위로 사용하는 것에서 시작하여 점차적으로 임의 단위를 사용한 측정으로 진행한다. 또한 어림측정으로 임의 단위를 사용하여 실제 측정을 하기 전에 대략적으로 추측해보고, 실제 측정 결과와 비교해 본다(이영자, 이기숙, 이정옥, 2003). 사실 유아들이 신체를 사용하여 비교하고 도구를 사용하여 측정하는 등 물체를 다루보지 않고서는 측정을 이해할 수 없다(Clements, 2004; NCTM, 2000). 그러므로 유아들이 물체를 다루어봄으로서 정확하게 측정할 수 있는 자신만의 전략을 찾아낼 수 있다(Clements, 1999). 유아들의 무게측정 전략에 대해 전희영(2001)은 그의 연구에서 직접비교하여 측정하기, 측정에 적절한 비표준 단위선택하기, 비표준 단위를 이용한 측정하기의 3단계로 분류하였다. 본 연구에서는 전희영의 유아들의 무게측정전략을 기초로 하여 김지영(2004)의 연구에서 무게의 속성인식 표준화 특정 도구선택항목에서 제시된 양팔저울 비이커 10cm자, 탁상시계, 온도계를 측정 도구로 사용하였다. 무게측정 물체로는 부피가 비슷하고 무게가 다른 골프공, 미니 테니스공, 스티로폼 공을 사용하였고, 부피와 무게가 각각 다른 물체는 무게 속성을 지닌 물체로는 지우개, 레고블록, 탁구공을 사용하여 유아들이 측정하도록 하였다.

또한 유아들은 자신만의 전략을 가지고 측정하는 과정에서 다양한 언어 반응을 보여준다. 이러한 유아들의 언어적 반응을 Clements, Swaminathan, Hannibal 과 Sarama(1999)의 연구에서 사용한 방법을 기초로 하여 시각적 반응, 속성적 반응, 기타반응의 세 가지 범주로 나누었다. 본 연구에서는 시각적 반응, 기타반응은 그 명칭을 그대로 사용하였으나, 속성적 반응은 경험적 반응으로 그 명칭을 달리하여 분석하였다. 이는 속성적 반응이 도형의 구성 요소나 속성을 설명하는 것으로 무게 측정과정에서 나온 언어적 반응이 속성적 반응이라기보다는 자신의 경험적 지식으로 반

응하는 경우가 많았기 때문에 속성적 반응보다는 경험적 반응으로 분석하는 것이 적합하다고 보았기 때문이다. 시각적 반응은 전체적인 모양새나 주변 사물들의 형태를 참조하여 설명하는 것이다. 예를 들어, 물체를 '~처럼 생겨서'라고 표현하거나, '퐁퐁하게 생겨서, 길쭉하게 생겨서'라고 표현하는 것이다. 경험적 반응은 과제로 제시된 구체물이 유아들과 친숙한 물건(지우개, 레고블록, 미니테니스공등)일 경우 유아들이 가지고 있는 과거의 경험에 근거하여 언어적 표현을 하는 것으로 말한다. 그리고 기타반응은 무반응, 혹은 '잘 모르겠어요. 그냥요. 배워서요. 생각이 났어요.' 등과 같이 표현하는 경우에 해당된다(이정옥, 2003).

지금까지 유아의 측정 능력에 대한 이해는 유아기에 걸쳐 중요한 발달적 과정이 나타나지만 유아의 측정에 대한 연구는 수, 공간, 기하와 관련된 연구에 비해 적게 다루어지고 있다(홍혜경, 이정옥, 정정희, 2004). 측정에 대한 선행연구를 보면, 길이(양승희, 조인숙, 2001; 전희영, 2001; Clements, 1999; Murphy, 2004; Schwartz, 1995), 넓이(양승희 외 1인, 2001; 이정옥, 오애순, 2002; 이정옥 외 1인, 2004; 전희영, 2001), 부피(양승희 외 1인, 2001; 전희영, 2001)에 관한 연구는 있으나 무게에 관한 연구는 많지 않다. 무게에 관한 연구라 해도 유아기에 관하여는 알맞은 단위를 선택하는지 검사도구 타당성에 관한 연구(김지영, 2004; 전희영, 2001; 최혜진, 2003)에 그칠 뿐 연령의 변화에 따른 무게 전략에 관한 연구는 없다.

따라서 본 연구에서는 유아들의 주변에서 흔히 볼 수 있는 구체물을 사용하여, 측정과정에서 핵심적인 능력인 적절한 측정 도구를 사용하는지 알아보려고 한다. 무게 측정의 단계는 1단계 '직접비교하여 측정하기' 2단계 '비표준 단위로 측정하기' 3단계 '표준단위로 측정하기'의 단계로서, 각 단계별로 유아들에게 나타나는 전략을 분석하고자 한다. 또한 무게 측정 전략을 연령의 발달에 따른 변화를 연구함으로써 유아들의 측정 수준을 파악하여, 현장의 교사들에게 측정 활동을 위한 적절한 교수·학습방법을 계획하는데 도움을 주고자 한다.

II. 연구문제

본 연구를 달성하기 위한 연구문제는 다음과 같다.

1. 유아가 적절한 측정도구를 사용하는가?
2. 유아의 연령에 따른 무게 측정 전략과 성공률은 어떠한가?
 - 2-1. 부피가 비슷하고 무게가 다른 물체의 측정 전략과 성공률은 어떠한가?
 - 2-2. 부피와 무게가 다른 물체의 측정 전략과 성공률은

어떠한가?

3. 무게 측정전략은 과제 제시의 순서에 따라 차이가 있는가?

체는 골프공, 미니 테니스공, 스티로폼 공을 사용하였으며, 부피와 무게가 각각 다른 물체는 무게 속성을 지닌 물체로서 지우개, 레고블록, 탁구공을 선정하여 사용하였다.

Ⅲ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 서울시 강동구에 소재한 H 어린이집의 만 3, 4, 5세 유아들 15명을 대상으로 예비연구를 실시하였으며, 서울시 강남구에 소재한 H 구립어린이집과 강동구에 소재한 S 구립어린이집의 만4세 37명, 만5세 38명, 만6세 30명으로 모두 105명의 유아를 대상으로 하였다.

〈표 1〉에 의하면 연구가 실시일을 기점으로 만 4세, 만 5세, 만 6세에 속하는 유아들을 무선 표집하였으며, 연구대상 유아들의 평균 연령은 만4세는 4년 5개월, 만5세는 5년 6개월, 만6세는 6년 4개월이었다.

2. 연구도구

본 연구에서 사용될 무게 측정 분석기준은 Charlesworth가 제시한 측정개념의 발달단계를 근거로 하여 전희영(2001)의 연구에서 제시된 측정능력 발달단계를 사용하였다.

측정도구양팔저울, 비이커, 10cm자, 탁상시계구체물부피가 비슷하고 무게가 다른 물체골프공, 미니 테니스공, 스티로폼 공부피와 무게가 각각 다른 물체지우개, 레고블록, 탁구공〈표 2〉 연구도구

〈표 2〉에 의하면 측정에 사용되는 도구는 김지영(2004)의 연구에서 무게의 속성 인식, 표준화 측정도구 선택 항목에 제시된 양팔저울, 비이커, 10cm자, 탁상시계, 온도계를 사용하였다.

측정에 사용되는 구체물은 전문가 1인의 동의를 얻어 연구자가 선정한 구체물로서 부피가 비슷하고 무게가 다른 물

3. 연구절차

1) 예비 연구

본 연구는 예비 연구 본 연구의 순서로 진행된다. 본 검사에 앞서 연구도구와 연구과정의 적절성을 알아보기 위하여 본 검사대상이 아닌 서울시 강동구 H 어린이집의 유아 중 만 3, 4, 5세 유아 각각 5명씩을 무선 표집하여 9월 4일부터 5일까지 2일간 예비연구를 실시하였다. 예비연구 결과, 만 3세의 유아들이 대부분 무게측정을 시각적 판단만으로 선택하여 측정전략에 관한 전략을 알아보기에 적절한 연령이 아니라는 연구자의 판단으로 연구대상을 만 4, 5, 6세로 수정하였다.

2) 본 연구

본 연구는 예비연구를 근거로 연구 도구와 연구과정의 문제점을 보완하여 서울시 강남구의 E구립 어린이집과 경기도 성남시의 S구립 어린이집에서 2006년 9월 20일부터 10월 10일 까지 3주에 걸쳐 실시되었으며 그 절차는 다음과 같다.

- 1) 책상위에 양팔저울, 비이커, 10cm자, 탁상시계, 온도계를 놓아둔다. 이때 이 도구들을 사용하라는 말은 하지 않는다.
- 2) 부피가 비슷하고 무게가 다른 물체를 제시하면서 ‘이것들을 무거운 순서대로 놓아볼 수 있니?’
- 3) 유아가 순서대로 놓으면 ‘어떻게 알 수 있었니?’ 라고 질문을 한다.
- 4) 부피와 무게가 각각 다른 물체를 제시하면서 같은 질문을 한다.
- 5) 전체 중 절반의 유아들에게는 두 문항을 바꾸어 제시한다.

〈표 1〉 연구대상

	만4세	만5세	만6세	전체
연령평균	4년 5개월	5년 6개월	6년 4개월	
인원	37명	38명	30명	105명

〈표 2〉 연구도구

구체물	측정도구	양팔저울, 비이커, 10cm자, 탁상시계
	부피가 비슷하고 무게가 다른 물체	골프공, 미니 테니스공, 스티로폼 공
	부피와 무게가 각각 다른 물체	지우개, 레고블록, 탁구공

〈표 3〉 과제에 따른 유아의 측정도구 선택

N= 105

연구과제	1 단계		2 단계		3 단계	전 체
	직접비교하여 측정하기	비표준단위로 측정하기	표준단위로 측정하기	표준단위로 측정하기	표준단위로 측정하기	
연구과제	눈으로 어림짐작하기	한손으로 측정하기	양손으로 측정하기	양팔저울로 측정하기	양팔저울로 측정하기	
부피가 비슷하고 무게가 다른 물체	74 명 (70.5%)	25 명 (23.81%)	3 명 (2.86%)	3 명 (2.9%)		105명 (100%)
			28 명(26.7%)			
부피와 무게가 각각 다른 물체	87 명 (82.9%)	12 명 (11.43%)	3명 (2.86%)	3 명 (2.9%)		105명 (100%)
			15 명(14.3%)			
계	161 명(76.7%)	43 명(20.4%)	6 명(2.9%)			210명

4. 자료 분석

유아들의 측정발달단계에 대해 알아보기 위하여 측정도구와 무게 측정 전략, 성공률, 과제제시에 따른 측정전략에 따른 빈도수와 백분율을 산출하였다.

IV. 결과 및 해석

1. 유아의 적절한 측정도구 사용

제시한 과제에 따라 유아가 적절한 측정 도구를 사용하는지 알아본 결과 함께 제시한 온도계, 비이커, 탁상시계, 10cm자를 선택하여 측정한 유아는 없었으며, 유아가 무게 측정을 위한 도구로서 비표준 단위인 손과 표준단위인 양팔저울을 사용하여 측정한 결과를 빈도와 백분율로 제시하면 〈표 3〉와 같다.

과제에 따라 유아들이 적절한 도구를 사용하는지에 대해 알아본 결과, 부피가 비슷하고 무게가 다른 물체를 과제로 제시한 결과 무게 측정을 위해 비표준 단위인 손으로 측정한 유아는 28명(26.7%)이었고, 그 중에서도 한 손을 사용하여 측정한 유아는 25명(23.81%), 두 손을 사용하여 측정한 유아는 3명(2.86%)으로 나타났다. 또한 무게 측정을 위한 표준단위인 양팔저울을 사용하여 측정한 유아는 3명(2.86%)으로 나타났다.

그리고 부피와 무게가 다른 물체를 과제로 제시한 결과 무게를 측정하는 도구로는 비표준단위인 손으로 측정한 유아는 모두 15명(14.29%)이었으며, 그 중 한 손을 사용하여 측정한 유아는 12명(11.43%), 양손으로 측정한 유아는 3명(2.86%), 표준단위인 양팔저울로 측정한 유아는 3명(2.86%)으로 나타났다.

무게 측정을 위한 적절한 도구의 사용을 한 경우는 비표준단위인 손의 사용과 표준단위인 양팔저울을 사용한 경우

는 전체의 23.3%로서, 실험결과 76.7%의 유아들은 눈으로 직접 비교하였음을 알 수 있다. 또한 과제에 따른 유아의 측정도구를 비교하면, 부피와 무게가 모두 다른 과제를 제시했을 경우가 부피가 비슷하고 무게가 다른 과제를 제시했을 경우보다 직접 비교하기를 사용한 경우가 13명(12.4%)이 더 많았으며, 비표준단위인 한손을 사용하여 측정한 경우는 13명(12.4%)이 적었다. 그러나 양손을 사용하여 측정한 경우와 표준화 단위인 양팔저울로 측정한 결과는 차이가 없었다.

이로써 유아들은 부피가 비슷하고 무게가 다른 물체의 무게를 측정할 때 적절한 측정도구를 더 많이 사용한다는 것을 알 수 있다.

2. 유아의 연령에 따른 무게 측정 전략과 성공률

1) 부피가 비슷하고 무게가 다른 물체의 측정 전략과 성공률

부피가 비슷하고 무게가 다른 물체의 무게 측정전략과 성공률의 유아의 연령에 따른 연구결과는 〈표 4〉과 같다.

〈표 4〉에 제시된 바와 같이 만 4세 유아는 1단계 직접비교하기가 35명(94.59%)으로 가장 많았고, 2단계 비표준단위로 측정한 유아 중에서 한손으로 측정한 유아는 1명(2.70%), 양손을 사용하여 측정한 유아는 1명(2.70%)이었으며, 3단계인 표준단위를 사용하여 측정한 유아는 없었다.

만 4세의 성공률은 1단계 직접비교하기의 경우는 전체 35명 중에 7명(20%)의 성공률을 보였고, 2단계 비표준단위 측정하기 중에서 한손을 사용하여 측정한 유아는 전체 1명 중에 1명(100%), 양손을 사용하여 측정한 유아는 전체 1명 중에 1명(100%)으로 모두 성공한 것으로 나타났다.

이로써 1단계보다는 2단계로 올라갈수록 그 성공률이 높은 것을 알 수 있다.

만 5세 유아의 무게측정전략을 알아보면, 1단계 직접비교

〈표 4〉 부피가 비슷하고 무게가 다른 물체의 연령별 측정전략과 성공률

N= 105

연령	측정전략단계			
	1 단계	2 단계		3 단계
만 4세 (N= 37)				
측정전략	직접비교하여 측정하기	비표준단위로 측정하기		표준단위로 측정하기
	눈으로 어림짐작하기	한손으로 측정하기	양손으로 측정하기	양팔저울로 측정하기
	35명 (94.59%)	1명 (2.70%)	1명 (2.70%)	
성공률	7명 / 35명 (20%)	1명 / 1명 (100%)	1명 / 1명 (100%)	
만 5세 (N= 38)				
측정전략	직접비교하여 측정하기	비표준단위로 측정하기		표준단위로 측정하기
	눈으로 어림짐작하기	한손으로 측정하기	양손으로 측정하기	양팔저울로 측정하기
	25명 (65.79%)	11명 (28.95%)		2명 (5.26%)
성공률	12명 / 25명 (48%)	7명 / 11명 (63.64%)		2명 / 2명 (100%)
만 6세 (N= 30)				
측정전략	직접비교하여 측정하기	비표준단위로 측정하기		표준단위로 측정하기
	눈으로 어림짐작하기	한손으로 측정하기	양손으로 측정하기	양팔저울로 측정하기
	14명 (46.67%)	13명 (43.33%)	2명 (6.67%)	1명 (3.33%)
성공률	7명 / 14명 (50%)	11명 / 13명 (84.62%)	1명 / 2명 (50%)	1명 / 1명 (100%)
측정전략 전체	74명 (70.48%)	25명 (23.81%)	3명 (2.86%)	3명 (2.86%)
성공률 전체	26명 / 74명 (35.14%)	19명 / 25명 (76%)	2명 / 3명 (66.67%)	3명 / 3명 (100%)

하기가 25명(65.79%)으로 가장 많았고, 2단계 비표준단위 측정하기 중에서 한손을 사용하여 측정한 유아가 11명(28.95%), 양손을 사용하여 측정한 유아가는 없었으며, 3단계 표준단위인 양팔저울을 사용하여 측정한 유아가는 2명(5.26%)으로 나타났다.

만 5세의 성공률은 1단계 직접비교하기의 경우는 전체 25명 중에 12명(48%)의 성공률을 보였고, 2단계 비표준단위 측정하기 중에서 한손을 사용하여 측정한 유아가는 11명 중에 7명(63.64%), 3단계 표준단위인 양팔저울을 사용하여 측정한 유아가는 전체 2명 중에 2명(100%)으로 모두 성공한 것으로 나타났다.

이로써 1단계보다는 2단계, 2단계보다는 3단계로 그 단계가 올라갈수록 성공률이 높은 것을 알 수 있으며, 단위가 정확할수록 그 성공률이 높음을 알 수 있다.

만 6세 유아의 무게측정전략을 알아보면, 1단계 직접비교하기가 14명(46.67%)으로 가장 많았고, 2단계 비표준단위

측정하기 중에서 한손을 사용하여 측정한 유아가 13명(43.33%), 양손을 사용하여 측정한 유아가 2명(6.67%), 3단계 표준단위인 양팔저울을 사용하여 측정한 유아가 1명(3.33%)으로 나타났다.

만 6세의 성공률은 1단계 직접비교하기의 경우는 전체 14명 중에 7명(50%)의 성공률을 보였고, 2단계 비표준단위 측정하기 중에서 한손을 사용하여 측정한 유아가는 13명 중에 11명(84.62%), 양손을 사용하여 측정한 유아가는 전체 2명 중에 1명(50%), 3단계 표준단위인 양팔저울을 사용하여 측정한 유아가는 전체 1명 중에 1명(100%)으로 모두 성공한 것으로 나타났다.

결과적으로 부피가 비슷하고 무게가 다른 물체를 측정 과제로 제시한 경우는 만4세에서 만5세, 6세로 연령이 높아질수록, 1단계 직접비교하여 측정하기보다는 2단계 비표준단위 측정하기 전략이 많이 나타나고, 성공률 또한 높아짐을 알 수 있다. 또한 1단계 직접비교하여 측정하기와 2단계 한



〈그림 1〉 부피가 비슷하고 무게가 다른 물체의 연령별 측정전략과 성공률

손을 사용한 전략을 사용한 유아들이 연령이 높아짐에 따라 성공률이 높아짐을 알 수 있다. 연령별 측정전략과 성공률의 시각적 비교를 위하여 〈그림 1〉을 다음과 같이 제시하였다.

2) 부피와 무게가 다른 물체의 측정 전략과 성공률
부피와 무게가 다른 물체의 무게 측정전략과 성공률의 유

아의 연령에 따른 연구결과는 〈표 5〉와 같다.

〈표 5〉에 제시된 바와 같이 유아의 연령에 따른 부피와 무게가 다른 물체의 무게 측정전략과 성공률에 관한 연구결과 만 4세 유아는 1단계 직접비교하여 측정하기가 34명(91.89%)으로 가장 많았고, 2단계 비표준단위 측정하기 중에서 한손을 사용하여 측정한 유아는 2명(5.41%), 양손을 사용하여 측

〈표 5〉 부피와 무게가 다른 물체의 연령별 측정전략과 성공률

N= 105

연령	측정전략단계			
	1 단계	2 단계		3 단계
만 4세 (N= 37)	직접비교하여 측정하기	비표준단위로 측정하기		표준단위로 측정하기
	눈으로 어렵짐작하기	한손으로 측정하기	양손으로 측정하기	양팔저울로 측정하기
	34명 (91.89%)	2명 (5.41%)	1명 (2.70%)	
성공률	12명 / 34명 (35.29%)	2명 / 2명 (100%)	1명 / 1명 (100%)	
만 5세 (N= 38)	직접비교하여 측정하기	비표준단위로 측정하기		표준단위로 측정하기
	눈으로 어렵짐작하기	한손으로 측정하기	양손으로 측정하기	양팔저울로 측정하기
	33명 (86.84%)	3명 (7.89%)		2명 (5.26%)
성공률	25명 / 33명 (75.76%)	2명 / 3명 (66.67%)		2명 / 2명 (100%)
만 6세 (N= 30)	직접비교하여 측정하기	비표준단위로 측정하기		표준단위로 측정하기
	눈으로 어렵짐작하기	한손으로 측정하기	양손으로 측정하기	양팔저울로 측정하기
	20명 (66.67%)	7명 (23.33%)	2명 (6.67%)	1명 (3.33%)
성공률	15명 / 20명 (75%)	6명 / 7명 (85.71%)	2명 / 2명 (100%)	1명 / 1명 (100%)
측정전략 전체	87명 (82.86%)	12명 (11.43%)	3명 (2.86%)	3명 (2.86%)
성공률 전체	52명 / 87명 (59.77%)	10명 / 12명 (83.33%)	3명 / 3명 (100%)	3명 / 3명 (100%)

정한 유아는 1명(2.70%)으로 나타났으며, 3단계 표준단위인 양팔저울을 사용하여 측정한 유아는 없었다.

성공률은 1단계 직접비교하여 알아본 경우는 전체 34명 중에 12명(35.29%)의 성공률을 보였고, 2단계 비표준단위 측정하기 중에서 한손으로 재기는 전체 2명 중에 2명(100%), 양손으로 재기 전체 1명 중에 1명(100%)으로 모두 성공한 것으로 나타났다.

만 5세 유아의 무게측정전략을 알아보면, 1단계 직접비교하여 측정한 유아는 33명(86.84%)으로 가장 많았고, 2단계 비표준단위 측정하기 중에서 한손을 사용하여 측정한 유아는 3명(7.89%)이었으며, 양손을 사용하여 측정한 경우는 없었다. 그리고 3단계 표준단위인 양팔저울을 사용하여 측정한 유아는 2명(5.26%)이 있었다.

성공률은 1단계 직접비교한 유아는 전체 33명 중에 25명(75.76%)의 성공률을 보였고, 2단계 비표준단위 측정하기 중에서 한손을 사용하여 측정한 유아는 3명 중에 2명(66.67%), 3단계 표준단위인 양팔저울을 사용하여 측정한 유아는 모두 2명 중에 2명(100%)으로 모두 성공한 것으로 나타났다.

만 6세 유아의 무게측정전략을 알아보면, 1단계 직접비교하여 측정한 유아는 20명(66.67%)으로 가장 많았고, 2단계 비표준단위 측정하기 중에서 한손을 사용하여 측정한 유아는 7명(23.33%), 양손을 사용하여 측정한 유아는 2명(6.67%), 3단계 표준단위인 양팔저울을 사용하여 측정한 유아는 1명(3.33%)이다.

성공률은 1단계 직접비교하여 알아본 유아는 전체 20명 중에 15명(75%)의 성공률을 보였고, 2단계 비표준단위 측정하기 중에서 한손을 사용하여 측정한 유아 7명 중에 6명(85.71%), 양손을 사용하여 측정한 유아는 전체 2명 중에 2명(100%), 3단계 표준단위인 양팔저울을 사용하여 측정한 유아는 전체 1명 중에 1명(100%)으로 모두 성공하였다.

결과적으로 부피와 무게가 다른 물체를 측정 과제로 제시한 경우 만4세에서 만5세, 만6세로 연령이 높아질수록, 1단계 직접비교하여 측정하기보다는 2단계 비표준화 단위 중에 한손을 사용하여 측정하기 전략이 많이 나타나고, 성공률 또

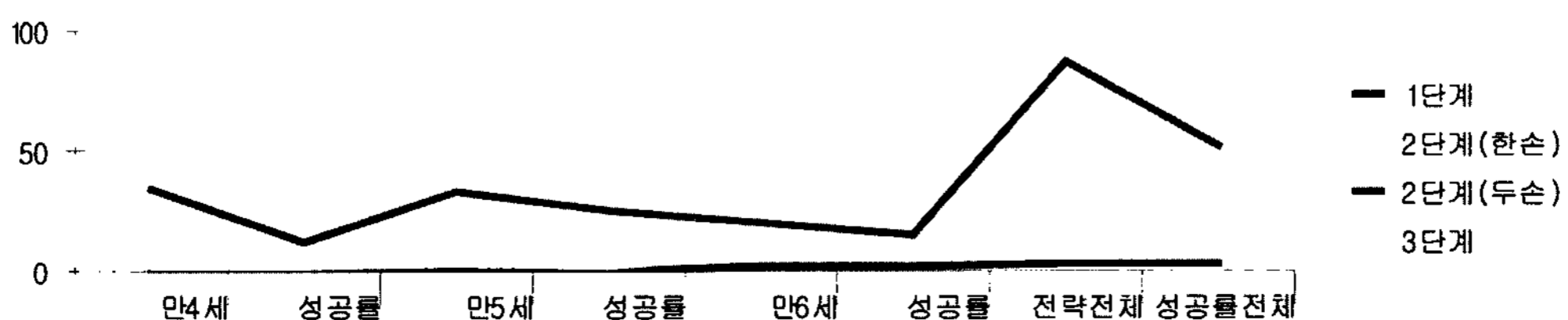
한 높아짐을 알 수 있다. 특히 1단계 직접비교하여 측정하기와 2단계 한손을 사용하여 측정한 유아의 성공률이 연령이 높아짐에 따라 높아짐을 알 수 있다.

연구 결과 부피가 비슷하고 무게가 다른 물체의 측정 전략과 부피와 무게가 다른 물체의 측정 전략을 비교해 보면 부피가 비슷하고 무게가 다른 물체를 측정과제로 제시하였을 때는 전체유아의 70.5%인 74명이 1단계 직접 비교하는 단계로 눈으로 어림 짐작한 전략을 사용하였으며, 26.7%인 28명의 유아가 2단계의 전략을 2.9%인 3명의 유아가 3단계의 전략을 사용하였다. 또한 부피와 무게가 다른 물체를 측정과제로 제시하였을 때 전체 유아의 82.9%인 87명이 1단계의 전략을 사용하였고 2단계의 전략은 14.3%인 15명의 유아가 2단계의 전략을 2.9%인 3명의 유아가 3단계의 전략을 사용하였다. 따라서 유아들의 경우 부피가 비슷하고 무게가 다른 경우 더 많은 유아들이 2단계이상의 전략을 사용한 것을 볼 수 있으며, 부피와 무게가 모두 다른 경우 13명의 유아가 더 많이 1단계를 사용하였음을 볼 때, 시각적으로 차별화가 가능한 경우 상위 전략을 덜 사용하였음을 알 수 있다. 연령별 측정전략과 성공률의 시각적 비교를 위하여 <그림2>를 제시하였다.

3. 과제 제시 순서에 따른 무게 측정전략의 차이

무게 측정 전략의 과제 제시 순서에 따른 차이에 관한 연구결과는 <표 6>과 같다.

<표 6>과 같이 부피가 비슷하고 무게가 다른 과제를 먼저 제시 한 경우는 전체 105명중 53명으로 1단계의 전략은 70.8%인 37.5명으로 나타났으며, 2단계는 25.4%로 13.5명, 3단계는 3.8%인 2명으로 나타났다. 또한 부피와 무게가 각각 다른 과제를 먼저 제시한 경우는 전체 105명 중 52명으로 1단계의 전략은 82.7%로 43명이 나타났으며, 2단계는 15.4%로 8명, 3단계는 1.92%인 1명으로 나타났다. 연구 결과 부피가 비슷하고 무게가 다른 과제를 먼저 제시한 경우가 상위 전략이 많이 나타났음을 알 수 있다. 이로써 부피차이를 보이지 않은 경우 무게 측정에 대한 상위 전략 사용을 먼저 하게 되어 다음에 제시되는 과제에 있어서도 상위전략을 사용하는 것을 알 수 있다.



<그림 2> 부피와 무게가 다른 물체의 연령별 측정전략과 성공률

〈표 6〉 과제 제시 순서에 따른 무게측정 전략

N= 105

과제 제시 순서	1 단계	2 단계		3 단계	전 체
	눈으로 어림짐작하기	한손으로 측정하기	양손으로 측정하기	양팔저울로 측정하기	
부피가 비슷하고 무게가 다른 과제	33 명 (62.26%)	17 명 (32.08%)	1 명 (1.89%)	2 명 (3.77%)	53 명 (100%)
부피와 무게가 각각 다른 과제	42 명 (79.25%)	7 명 (13.21%)	2 명 (3.77%)	2 명 (3.77%)	53 명 (100%)
평균인원(평균 비율)	37.5 명 (70.8%)	12 명(22.6%)	1.5 명(2.8%)	2 명 (3.8%)	53 명 (100%)
		13.5 명(25.4%)			
부피와 무게가 각각 다른 과제	45 명 (86.54%)	5 명 (9.62%)	1 명 (1.92%)	1 명 (1.92%)	52 명 (100%)
부피가 비슷하고 무게가 다른 과제	41 명 (78.85%)	8 명 (15.38%)	2 명 (3.85%)	1 명 (1.92%)	52 명 (100%)
평균인원(평균 비율)	43 명 (82.7%)	6.5 명(12.5%)	1.5 명(2.88%)	52 명 (100%)	8 명 (15.4%)
		1 명(1.92%)			

V. 논의 및 결론

본 연구에서는 무게 측정시 유아들에게 나타나는 전략과 연령의 변화에 따른 추이, 유아들의 언어 반응을 분석하였다. 우선 유아들에게 나타난 측정의 단계별 전략을 살펴보면 〈표 7〉에서와 같이 직접 비교하여 측정하기의 1단계에서는 눈으로 어림 짐작하는 전략이 나타났으며, 비표준 단위로 측정하는 2단계에서는 두 가지 전략이 나타남을 알 수 있었다. 한 손으로 각각의 물체를 들어보면서 측정하는 전략과 양손으로 측정하는 전략이 비표준 단위인 손으로 무게를 측정하는 단계에서 나타나는 2가지 전략이다. 비표준화 단위 측정의 2가지 전략 중 한 손으로 측정한 경우는 하위 전략으로, 양손으로 측정한 경우를 상위전략으로 보았다. 그 이유는 측정 단계에서 나타나는 이행성 개념이 한 손으로 측정한 유아에게서는 나타나지 않았고 양손으로 측정한 유아의 언어적 반응에서 찾을 수 있었기 때문이다. 3단계인 표준 단위로 측정하는 단계에서는 제시된 측정 도구들 중에서 양팔저울을 선택하여 측정하는 전략이 나타남으로서 전체 3단계 4가지 전략이 나타났다.

유아들의 무게측정 전략의 연령 변화에 따른 추이와 본

연구에서 설정한 연구문제에 대한 결과를 중심으로 논의 및 결론을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 유아들이 적절한 측정도구를 사용하는지 알아본 결과 함께 제시한 온도계, 바이커, 탁상시계, 10cm자를 선택하여 측정한 유아는 없었다. 이로서 유아들이 양팔저울과 함께 제시한 구체물들은 무게를 측정할 때 사용하는 도구가 아니라고 생각하였음을 알 수 있다. 또한 비표준단위를 사용하여 측정한 유아들은 전체의 20.5%였으며, 표준단위인 저울을 발견하고 사용한 유아들은 전체의 2.9%로 나타남으로서 23.4%의 유아들이 표준, 비표준 단위의 무게측정 도구를 사용하고 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 유아기 검사도구의 타당성에 관한 김지영(2004)과 최혜진(2003)의 견해와 일치한다.

둘째, 유아들이 연령에 따른 무게 측정전략의 발달과 성공률에 대하여 연구한 결과 부피가 비슷하고 무게가 다른 구체물을 제시하였을 때 4세의 경우 94.59%의 유아들이 눈으로 어림짐작하여 대답하였으며 그에 따른 성공률은 20%에 그쳤다. 주로 1단계의 전략을 선택한 유아들의 언어반응은 비논리적 설명이 대부분이었다. 이는 Piaget가 만4세의 유아들은 측정 이해 1수준으로서 측정도구 없이 시각적 판단에

〈표 7〉 유아의 무게 측정 전략

단계	1 단계	2 단계		3 단계
측정전략	직접비교하여 측정하기	비표준단위로 측정하기	표준단위로 측정하기	양팔저울로 측정하기
	눈으로 어림짐작하기	한손으로 측정하기	양손으로 측정하기	

의해 사물을 비교하여 측정한다고 한 견해(이경우 외 3인, 2000)와 일치한다.

유아들이 전략을 사용하여 측정한 후 연구자가 '어떻게 알 수 있었니' 라는 전략 사용 방법에 관한 질문에 1단계의 전략을 사용하는 유아들은 주로 시각적 반응과 경험적 반응, 기타 반응을 보이며 비 논리적으로 설명하였다. 시각적 반응은 무게의 속성을 시각적으로 보이는 물체의 모양새나 형태만으로 표현한 것으로 '뚱뚱하게 생겨서', '커서' 등의 표현을 하였다. '예전에 아빠가 테니스치는거 만져보니까 무거웠어요' 처럼 과제로 제시된 구체물이 유아들과 친숙한 물건(지우개, 레고블럭, 미니테니스공등)일 경우 유아들이 가지고 있는 과거의 경험에 근거한 표현을 하였다. 기타 반응으로 무반응, '잘 모르겠어요' '엄마가 가르쳐줬어요', '생각해서', '그냥 과 같은 표현을 하였다. 이와 같은 언어 반응은 유아들의 비논리적 설명으로서 시각적 반응, 경험적반응, 기타반응으로 분류한 이정욱(2003)의 분류와 유아들의 언어 반응이 일치함을 볼 수 있다.

비표준단위인 손을 사용하여 측정한 유아들의 경우 4세에서 그 수는 2명(5.40%)에 그쳤으나 100%의 성공률을 보였다. 5세의 경우 눈으로 어렵짐작한 유아들의 수는 25명(65.79%)으로 6세의 경우는 14명(46.67%)로 연령이 증가함에 따라 현저한 감소를 보였다. 그러나 성공률을 보면 5세는 48%, 6세는 35.14%로 나타났다. 이로서 연령의 증가에 따라 단계가 높아지지 않은 경우 성공률도 낮음을 알 수 있다. 5세의 경우 비표준 단위로 측정하는 유아들은 11명(28.95%)로 증가하였으나 성공률은 63.64%에 그쳤고, 6세의 경우 비표준 단위로 측정하는 단계에 2가지 전략이 뚜렷하게 구별되어 나타났다. 한 손으로 측정하는 전략, 양손으로 측정하는 전략이 각각 13명(43.33%)과 2명(6.67%)으로 나타났으며 성공률도 84.62%, 50%로서 점차로 증가함을 알 수 있다. 표준 단위로 측정한 유아는 5세가 2명(5.26%), 6세가 1명(3.33%)으로 나타났으며 성공률은 모두 100%로 나타났다. 이로서 상위전략을 사용하는 유아일수록 그 성공률이 높음을 알 수 있다. 그러므로 어렵하기는 측정에 필요한 물체의 속성체계 단위를 이해하는데 도움을 준다는 NCTM(2000)의 연구와 방향을 같이함을 알 수 있다.

부피와 무게가 각각 다른 구체물을 과제로 제시한 경우 부피가 같고 무게가 다른 구체물보다는 5세에서는 25명(65.79%)에서 33명(86.84%)으로 6세에서는 14명(46.67%)에서 20명(66.67%)로서 어렵 짐작하는 측정 전략을 사용한 유아가 각각 20%정도 증가함을 알 수 있다. 그러나 양팔저울을 이용하여 측정하는 전략을 사용한 유아는 과제의 유형에 상관없이 측정함을 알 수 있었다. 이로서 유아들은 아직 무게의 속성을 시각적으로 보이는 물체의 모양새나 형태에 의

존하는 경향이 많음을 알 수 있다. 이러한 사실은 유아들이 물체의 무게를 물체의 크기와 혼돈하는 경향이 있다고 말한 김지영(2004)의 연구와 견해를 같이 한다.

2단계인 비표준 단위로 측정하는 전략을 선택한 유아들의 언어적 반응은 논리적 설명하기와 비논리적 설명하기 2가지로 분석할 수 있다. 물체를 한 손으로 차례로 들어보면서 비교하거나 양손으로 들어 비교하면서, '탁구공보다는 레고가 무겁고요, 레고보다는 지우개가 무거워요. 그래서 지우개가 가장 무거워요.' 라고 설명하면서 무거운 순서대로 놓았다. 이로서 유아가 이행성 개념을 이해하고 있음을 알 수 있다.

물체를 한 손으로 순서대로 들어 보면서 혹은 양손으로 비교하여 무거운 순서대로 제시한 유아라도 '어떻게 알 수 있었니' 라는 질문에 모두 논리적으로 설명한 것은 아니다. '골프공은 어떤 걸 칠 수 있잖아요' '딱딱하니까요' 라고 대답하거나 설명하지 못하는 유아들도 있었다. 비표준화 단위를 사용하였음에도 설명은 여전히 시각적 반응에 의존하여 좀 더 큰 물체가 더 무겁다고 하는 유아들이 있었다. 또한 무반응 '잘 모르겠어요' '그냥' '엄마가요' '배워서요' 등 기타반응에 해당하는 경우가 있었다. 주로 2단계를 보이는 유아들은 만 5세, 만 6세의 유아들로 경험적 반응을 하는 유아들은 나타나지 않았으며, 시각적 반응을 하거나 직관적으로는 알지만 논리적 설명을 하지 못하는 유아들이 많았다. 이로서 5~6세의 유아들은 문제를 해결하는 과정에서 속성에 따라 분류한다는 Clements(2004)의 연구와 일치함을 알 수 있었다.

3단계인 표준 단위로 측정하는 전략을 선택한 유아들은 각 과제당 3명으로 소수에 불과하였으나, 이들은 대개 비표준단위의 전략을 쓰다가 양팔저울을 이용하는 경우가 있었다. 양 손으로 측정해 보다가 책상위의 양팔저울을 발견하고는 '이거 뭐예요?' '만져도 되요?' 라는 질문에 연구자가 허락하자 제시된 구체물을 저울의 양팔 부분에 놓아보았다. 또한 양팔저울을 이용하면서 무거운 쪽이 아래로 내려가는 원리를 알고 있었으며, '탁구공과 레고 중에 레고가 내려가고요. 레고하고 지우개 중에 지우개가 내려가요. 그래서 지우개가 제일 무거워요' 라고 설명하였다. 이로서 3단계 측정하기 전략을 선택한 유아들은 모두 이행성 원리를 이해하고 있음을 알 수 있었다.

유아들의 무게 측정 사용 전략을 볼 때 낮은 단계일수록 시각적이고 경험적인 것에 많은 영향을 받으며 상위단계로 올라갈수록 유아들이 시각적이고 경험적인 반응에서 벗어나는 사고를 하는 것을 볼 수 있다. 또한 연령에 관계없이 2단계의 전략 중, 양 손을 사용하는 유아들부터는 이행성의 원리를 이해하기 시작하고 있음을 알 수 있었고, 3단계의 전략을 보이는 유아들의 경우 모두 이행성의 원리를 이해하고 있

었다. 비표준단위인 손으로 측정하는 2 단계에 이행성의 원리 이해가 시작되는 것을 보아 측정도구 활용을 위해서는 이행성의 개념이 요구된다는 Clements(2004)의 견해와는 반대로 측정도구를 활용함으로써 이행성 개념이 촉진됨을 알 수 있다(이정옥 외 1인, 2004; 전희영, 2001; Haylock et al., 2003)는 선행 연구와 그 견해를 같이 한다.

셋째, 과제 제시 순서에 따른 무게 측정 전략은 먼저 부피가 비슷하고 무게가 다른 과제를 제시하였을 경우에 상위전략을 사용하는 유아들이 더 많은 것으로 나타났다. 따라서 똑같이 부피가 비슷하고 무게가 다른 물체를 제시할지라도 먼저 제시하였을 경우 1단계 어렵짐작하는 전략이 33명(62.26%) 2단계 전략이 18명(33.97%), 3단계전략이 2명(3.77%)로 나타났다. 그리고 부피가 비슷하고 무게가 다른 물체를 나중에 제시하였을 경우 1단계 전략이 41명(78.85%) 2단계 전략을 사용하는 유아가 10명(19.23%), 3단계 전략을 사용한 유아는 1명(1.92%)으로 나타났다. 이로서 과제 제시를 할 때 시각적으로 변별이 가능한 과제일 경우 상위 측정 전략을 생각하려 하지 않음을 볼 수 있다.

이상의 논의 결론을 토대로 유아들의 무게 측정에 대한 이해를 높일 수 있도록 교수·학습계획 면에서 몇 가지 제안을 하고자 한다.

첫째, 유아들의 보존개념과 이행성의 개념들은 다양한 측정경험을 통해 촉진될 수 있으므로 비표준단위나 표준단위를 이용하여 유아들에게 친숙한 구체물에 대한 측정경험을 충분히 제공해야 하며, 측정경험 제공이후 측정활동에 대한 토의가 충분히 이루어짐으로서 유아들이 수학적 사고를 촉진할 수 있다.

둘째, 유아들에게 무게 측정 과제를 제시할 때, 다음과 같은 순서로 제시하는 것이 도움이 될 것이라 생각한다. 처음에는 부피가 전혀 다른 단위를 주어 시각적 어렵하기로도 변별할 수 있는 과제를 제시하고, 다음에는 부피가 비슷한 단위의 과제를 제시하여 직관적인 방법과 그 외에 다른 측정 전략을 고안해 낼 수 있도록 과제를 제시해야 할 것이다.

본 연구와 관련하여 추후 연구에서는 무게 측정 과정에서 유아들의 다양한 언어적 반응과 측정활동에 대한 토의로 인한 유아들의 수학적 사고 촉진에 관한 현장 연구가 요구 된다.

■ 참고문헌

김지영(2004). NCTM의 수학교육 내용기준에 근거한 유아수학 능력 평가도구 개발. 원광대학교 대학원 박사학위논문.
박승순(2000). 그림책을 통한 통합적 수학활동이 유아의 측정개념발달에 미치는 효과. 서해대학논문집 23, 303-

330.
양승희, 조인숙(2001). 유아의 측정능력과 수학적 개념 및 문제해결능력의 관계에 관한 연구 -길이, 면적, 부피에 관하여-. 열린유아교육연구, 5(3), 103-122.
이경우, 홍혜경, 신은수, 진명희(2000). 유아 수학교육의 이론과 실제. 서울: 창지사.
이영자, 이기숙, 이정옥(2003). 유아 교수·학습 방법. 서울: 창지사.
이정옥(2003). 미술교육과 수학교육의 통합적 접근이 유아의 기하도형 이해에 미치는 영향. 덕성여대 논문집, 32, 101-119.
이정옥, 오애순(2002). 3, 4, 5세 유아의 크기 비교 능력 및 전략. 아동학회지, 23(4), 21-33.
이정옥, 유연화(2007). 유아수학교육. 서울: 정민사.
이정옥, 이해원(2004). 아동의 사각형 면적 측정 전략에 관한 연구. 아동학회지, 25(1), 13-29.
전희영(2001). 유아의 측정능력에 관한 연구. 덕성여자대학교 대학원 석사학위논문.
최혜진(2003). 유아수학능력검사개발연구. 부산대학교 대학원 박사학위논문.
홍혜경(2004). 유아 수학능력 발달과 교육. 경기도: 양서원.
홍혜경, 이정옥, 정정희(2004). 유아 수학능력 및 수학교육의 연구동향. 유아교육연구, 24(7), 227-261.
Clements, D. H. (1999). Teaching length measurement: Research challenges. *School Science and Mathematics*, 99(1), 5-11.
Clements, D. H., (2004). Major themes and recommendations. Clements D. H. & Sarama J.(Eds.). *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Pub. 7-72.
Clements, D. H., Swaminathan, S., Hannibal, M. A. Z., Sarama., J. (1999). Young children's concept of shape. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(2), 192-212.
Copland, R. W.(1984). *How children learn mathematics: Implication for Piaget's research(4th ed.)*. New York: Macmillan.
Dehart, G. B., Sroufe, L. A., & Cooper, R. G.(2000). *Child Development.(4th ed)*. NY: McGraw-Hill.
Haylock D., & Cockburn A.(2003). *Understanding mathematics in the lower primary years -a guide for teachers of children 3-8(2nd ed.)*. London: Paul chapman publishing.

Murphy E.(2004). A mathematical measurement mystery. *Teaching Children mathematics*, 11(2), 54-61.

National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM. Ch 3, 4.

Piaget, J., Inhelder, B., & Szeminska, A.(1960). *The child's conception of geometry*. New York: Norton.

Schwartz, S. (1995). Developing power in linear

measurement. *Teaching Children mathematics*, March, 412-416.

Siegler, R. S.(1998). *Children's thinking*.(3rd ed.). Upper saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Thompson, L. (1997). *Teaching and learning early number*. Buckingham : Open University. 이지현 역(2002). *어린이 수학교육*. 서울 : 정민사.

(2007년 3월 14일 접수, 2007년 7월 6일 채택)