

연습을 통한 학습: 4학년 학생의 E.nopi 수학에 관한 효과¹⁾

김 시 혜 (Wisconsin-Parkside University)

연구의 목적

- E.nopi 수학이 학생들의 수학적 유창성에 미치는 영향을 검사하고,
- 학생들의 수학 학습에 대한 태도가 어느 정도 발달했는지 평가하기 위해

연구방법

- 기간: 2004. 9 - 2005. 6
- 연구장소: 뉴욕 북부에 위치한 Hanes 중등학교 4학년 교실
- 검사도구: E.nopi 수학
- 사전/ 사후검사
- 관찰 자료
- 인터뷰 자료

참여집단

실험 집단(E.nopi)	통제 집단
Miss Fisher 교사가 가르치는 2학급	세 분의 선생님이 가르치는 3학급
44명의 학생	47명의 학생

참여학교: Hanes²⁾ 중등학교

- 뉴욕 북부에 위치
- 대략 450명의 학생
- 초등학교 고학년(4-6학년)
- 2004년 뉴욕 주 수하시험에 77% 통과 (뉴욕 주 평균은 68.1%)

1) 이 논문은 제11회 국제수학영재교육세미나 프로시딩에 게재된 논문인 Learning through Exercises: Effects of E.nopi MATH on 4th Graders' Math Skills를 번역한 것입니다.

2) 가명

E.nopi 수학을 위한 연구설계

날 짜	설 명	E.nopi 수학
9/2004	진단평가, E.nopi 사전 검사	25분 / 45분
1/2005	E.nopi 수학	12분 / 45분
3/2005	E.nopi 수학	10분 / 45분
5/2005	사전 검사(뉴욕 주 수학 평가)	
6/2005	태도 사후 검사	

사전 검사 및 사후 검사

사전 검사	사후 검사
수학 측정 검사	뉴욕 주 수학 평가
수학 태도 검사	수학 태도 검사

E.nopi 진단 평가 결과

· 학생 44명의 수학적 능력은 6수준에서 14수준까지 분포되어 있다.

수준	6	7	8	9	10	11	12	13	14
학생수	3	0	18	1	4	4	9	2	3

E.nopi 최종 수준

· 학생 44명의 수학적 능력은 9수준에서 17수준까지 분포되어 있다.

수준	9	10	11	12	13	14	15	16	17
학생수	1	5	8	9	8	8	1	2	1

E.nopi 레벨

- 레벨6: 2자리 수의 덧셈
- 레벨7: 3자리 수의 덧셈
- 레벨8*: 1자리 수 및 2자리 수의 뺄셈
- 레벨9: 2자리 수의 뺄셈
- 레벨10: 2자리 수 및 3자리 수의 덧셈
- 레벨11: 2자리 수의 뺄셈
- 레벨12*: 1자리 및 2자리 수와 1자리 수의 곱셈

- 레벨13: 1자리 및 2자리 수와 1자리 수의 곱셈
- 레벨14: 나머지가 있는 2자리 수 나누기 1자리 수

뉴욕 주 수학 평가

- 4학년에게 요구하는 것:
 - 문제 해결, 개념, 해결과정을 의사소통하기 및 논리적으로 추론하기
 - 다양한 방법으로 자료를 수집하고 분석하고 이용하기
 - 측정, 어림, 확률 구하기 및 패턴 찾기

태도 검사

- 학생들의 수학에 대한 태도를 평가하기 위해 Fennema-Sherman의 수학 태도 측약 형태 (Mulhern & Rae, 1998) 사용

수학적 숙달에 대한 결과

- E.nopi를 사용하여 수업을 받은 실험집단 학생들은 그렇지 않은 집단보다 같은 내용에서 보다 높은 성취도를 보였다.

수학 성취도에 관한 통계

	E.nopi의 평균/ 표준편차	통제 집단의 평균/ 표준편차	F - 값	P 값
사전검사	21.72/ 1.05	23.85/ 1.01	2.135	.147 (NS)
사후검사(NYS)	676.6/ 3.57	659.2/ 3.45	12.275	.001

7개의 하위항목에 관한 통계

하위항목	F - 값	P 값
수학적 추론	13.099	.000
수 & 세기	11.049	.001
연산	7.190	.009
모델링 / 다양한 표상	7.363	.008
측정	9.863	.002
불확실성	3.759	.056
패턴함수	10.285	.002

수학 학습 태도에 관한 결과

- E.nopi 수학 프로그램은 수학에 대한 보다 긍정적인 태도를 만들어냈다.

태도에 관한 통계치

	E.nopi의 평균/ 표준편차	통제 집단의 평균/ 표준편차	F - 값	P 값
사전검사	118.2/ 2.25	116.8/ 2.18	.205	.652
사후검사(NYS)	138.5/ 1.81	115.1/ 1.75	87.059	.000

교사 및 재직연수 변인

- 교사, 재직연수, 교사와 재직연수 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

중간 평가

- 높은 자신감
- E.nopi 전문가에 의한 레벨 확인
- 잘못된 전략 사용: 손가락 사용

학생들의 인터뷰 자료

1. E.nopi 수학이 의미하는 것
2. E.nopi 수학은 정확성, 속도 및 집중력을 배우는데 도움이 되는가?
3. E.nopi의 장점
4. E.nopi의 단점
5. 수학적 능력 향상시키기
6. 수학은 ... 이다.
7. 수학 전략

1. “E.nopi”라는 단어를 들으면 생각나는 것

- 수학 시간 (일상적이고 판에 박힌)
- 노동과 학습
- 안 돼! 또 야?

2. E.nopi 수학이 도움이 되는가?

- 수학을 더 잘하는데
- 수학을 더 빨리 하는데
- 좀 더 집중하는 데
- 전혀 도움이 되지 않아.
- 단지 배우는 데만 도움이 돼.
- “수학을 처음 배우려고 할 때, 그것은 매우 어려워 보였어요. 그러나 지금은 아니에요. 당신이 생각하는 것보다 훨씬 쉽고, 괜찮아요.(Don의 인터뷰에서).
- 단계별로 학습하고 나면 보다 어려운 문제를 좀 더 빨리 해결할 수 있을 거예요.(Ted의 인터뷰에서).
- 음, 그것은 빨리 계산하면서도 실수를 많이 하지 않도록 도와줘요. 그러니까, 나 자신에 대해 만족하도록 해 줘요. 이제 나는 많은 실수를 하지 않아요.(Lisa의 인터뷰에서).

더 집중하도록 한다.

- “혼란스러운 상황에서도 생각하는 것을 배우세요. 우리에게는 정해진 시간만 있으므로, E.nopi는 문제에 좀 더 집중할 수 있도록 도와줍니다.”

아무 것도 배우지 못했다

- 어떤 것도 배우지 못했다.
- 같은 사실의 반복이므로 아무 것도 배우지 못했다.
- 이미 배운 사실을 E.nopi가 반복한 것이므로 진짜 아무 것도 배우지 못했다.
- 작년에 대부분 배운 사실이다. 이미 알고 있는 사실을 복습한 것 뿐이다.

단지....

- “E.nopi가 나에게 많은 도움이 되었다고 생각지 않는다. 그러나 처음 곱셈을 배울 때 E.nopi의 반복 덕분에 그것을 완전히 익혔기 때문에 곱셈 학습에는 도움이 되었다.
- 나는 어떤 것도 배우지 못했지만 반복하여 연습한 결과 곱셈은 더 잘하게 되었다.

수학 학습이 주는 의미

학생들

- 새로운 개념 학습
- 개념에 관한 지식
- 교사로부터 학습
- 다른 이들과 함께 학습
- 학습은 지루해서는 안된다.
- 동료와의 경쟁

E.nopi

- 복습 / 연습
- 각 단계의 100% 숙달
- 향상된 자기 자신
- 개별적인 수행
- 스스로와의 경쟁

학생들은 결과에 만족했지만 검사도구는 싫어했다

- 물론, E.nopi는 수학을 더 빨리, 더 정확하게 수행하도록 도움을 주었다.
- 하지만 시간을 정해놓고 같은 내용을 계속하여 반복한 것은 매우 지루했다(소단계 과정)

3. E.nopi의 장점

- 유쾌함
- 중요한 수학적 사고 함양

4. E.nopi의 단점

- 반복적으로 같은 것을 수행
- 시간 제한

5. 수학적 능력 향상시키기

- 연습과 개인의 노력
- E.nopi 수학 활동과 학생들의 신념 사이에 연결고리가 없다.

6. 수학은 ...이라고 생각한다

흥미롭다	지루하다
좋아한다 / 사랑한다	싫어한다 / 좋아하지 않는다
능숙하다	서툴다
	어렵다

7. 수학 전략

- 손가락 사용하기 vs. 수학 전략

계산 기능

- NCTM의 반대 입장
- “3-5학년의 가장 중요한 목적은 범자연수를 유창하게 계산하는 능력을 발달시키는 데 있다.... 학생들은 수단으로써 알고리즘을 바라보아야 한다..... (NCTM, 2000, p.143).”

국제 연구 협회

- 학생들은 기본적으로 범자연수를 계산할 때 항상 표나 시각적 도구를 필요로 하거나 사용하지 않고서도 능률적이고 정확한 계산을 수행할 수 있는 능력이 필요하다.

E.nopi 수학 프로그램

- 한국에서 가정 학습을 위해 30년 전에 개발
- 방과 후 수학 수업을 보충하기 위해 널리 쓰인 프로그램
- K-9학년용
- 23단계, 한 단계마다 30세트
- 총 690세트

E.nopi 수학

- 개별화된 수준
- 나이/학년 수준에 무관
- 소단계 나선형 교육과정
- 즉각적인 반응
- 완전학습

E.nopi 수학 구조

- | | |
|---------------|--------------|
| · 기본적인 수학적 사고 | · 중요한 수학적 사고 |
| 1. 수 | 1. 패턴과 관계 |
| 2. 산술 | 2. 심오한 이해 |
| 3. 산술 응용 | 3. 문제해결 |
| 4. 방정식 | 4. 측정 |
| | 5. 추론 |

E.nopi 수학의 이론적 배경

- 계산 수행시 자동계산화 수준에 도달하기 위해
- 작동기억에 더 적은 영역을 차지하기 위해
- 복잡하고 높은 수준의 수학 성취에 더 많은 기억영역을 할당하기 위해

결론

- E.nopi처럼 상징적 계산력 연습 프로그램은 학생들이 수학을 성공적으로 성취하는 데 큰 기회를 제공해 줄 것이다.

앞으로의 연구-첫 번째 수준의 성취와 같이 낮은 수준 단계에서의 연구의 결과

낮은 등급과 함께

- 2-3년 동안 수행
- 교실에서의 학습과 E.nopi MATH 수준의 격차를 줄이는 것
- 교실과 E.nopi에서 동일한 효과적인 수학학습 전략으로 사용

자신감/ 창조성

- 수학은 재미있다.
- 나는 수학에 능숙하다.
- 나의 부모님도 그렇게 생각하신다.
- 나의 선생님은 그것에 대해 동의하신다.