

문제중심학습(PBL)이 문제해결능력에 미치는 효과에 관한 메타분석

박일수

공주교육대학교 교육학과 교수

The Effect of Problem-based Learning Strategies (PBL) on Problem Solving Skill: A Meta-Analysis.

Il-Soo Park

Professor, Department of Education, Gongju National University of Education

요약 이 연구는 문제중심학습(PBL)이 문제해결능력에 미치는 효과에 대한 일반화된 결론을 도출하고, 이와 관련된 조절변인을 발견하는 데 목적이 있었다. 연구의 목적을 달성하기 위하여 국내에서 1998년부터 2017년까지 발행된 석사학위 논문과 국내 학술지 논문 41편을 분석하고, 41개의 개별 효과 크기를 산출하였다. PBL이 문제해결능력에 미치는 평균 효과 크기는 .753이었으며, 이것은 PBL이 문제해결능력에 유의미한 교수-학습 방법이라는 것을 의미한다. 한편 문제해결능력에 영향을 미치는 조절변인은 교과, 유형, 학교급이었다. PBL의 문제해결능력 효과는 수학($d=.922$), 예술($d=.916$), 실과($d=.827$), E-PBL($d=.791$), 중학교($d=.972$)에서 더 높았다. 교사들은 학생들의 문제해결능력 신장을 위하여, PBL 학습 환경을 유의미하게 조성할 필요가 있었다. PBL이 4차 산업혁명 시대의 학습 환경 변화에 따른 학생들의 고차원적인 문제해결능력을 신장하는 교수-학습방법으로 활용되기를 기대된다.

주제어 : 문제중심학습, PBL, 문제해결력, 문제해결능력, 메타분석

Abstract The purpose of this research was examining the effects of problem-based learning strategies(PBL) on problem solving skill conducted in Korea, using meta-analysis technique. This meta-analysis reviewed the results of 41 studies published between 1998 and 2017 in Korea. The overall weighted mean effect size value was .753 with .064 standard error which was calculated by random effects model. PBL strategies have been found to be more effective in mathematics course ($d=.922$), art course ($d=.916$), practical art course ($d=.827$), E-PBL ($d=.791$) and middle school level ($d=.972$). As PBL exhibit a substantial effect on students' problem solving skill, it is recommended that teachers should learn how to implement these strategies in their lesson. PBL is expected to contribute to the improvement of teaching methods as the learning environment changes during the 4th Industrial Revolution.

Key Words : PBL, Problem-based learning, Problem solving, Problem solving skill, Meta-analysis

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 필요성

최근 우리 사회는 과학기술의 발달, 세계화, 4차 산업혁명사회의 급격한 변화를 경험하고 있다. 이에 따라 세계 각국은 단편적인 지식과 기능을 강조하는 전통적인 교사중심의 교수방법에서 벗어나 역량 기반의 창의융합형 인재 양성을 위한 학생참여형 교수방법을 강조하고 있다[1].

2015 개정 교육과정에서는 모든 학생들의 미래 성공적인 삶을 위하여 핵심역량을 제시하였고, 교과 교육과정 구조를 핵심개념, 일반화된 지식, 기능을 중심으로 재구조화하였다. 이것은 학생들이 깊은 이해를 통하여 학교에서 배운 지식과 기능이 파편으로 존재하는 것이라, 상위의 핵심개념, 일반화된 지식, 기능과 연결함으로써 다양한 문제 상황에서 학교에서 배운 지식과 기능을 자유자재로 활용하는 것을 강조한다. 이에 따라 단위 학교에서는 수동적인 교사 중심의 설명식 및 강의식 수업에서 벗어나 학생 참여형 토의·토론 수업, 협동학습, 문제중심학습 등을 강화하고 있다.

최근 문제중심학습(Problem-based Learning: PBL)은 미래사회의 불확실성과 창의융합형 인재 양성을 위한 교수방법으로 더욱 주목받고 있다[2,3]. PBL은 실생활과 유사한 비구조화된 문제를 학생들에게 제시하고, 문제해결능력, 간학문적 지식 및 기능을 습득하는 데 효과적인 교수-학습 방법이다[4]. 학생들은 개방형 문제를 해결하는 과정에서 지식 획득, 협력학습, 자기주도적인 개별 학습, 의사소통활동 등에 참여함으로써, 스스로 지식을 구성하는 추론과 성찰을 배우게 된다[5]. PBL은 교과에서 습득한 지식과 기술을 실제 문제 상황을 해결하는 경험을 제공한다. 따라서 PBL은 미래 사회의 핵심역량인 문제해결능력을 신장하는 데 긍정적인 기여를 할 가능성이 있다.

학생참여형 교수방법이 강조됨에 따라, 이들 교수방법에 대한 메타분석이 이루어지고 있다. 메타분석은 일련의 선행 연구결과들을 통계적인 방법을 사용하여 특정 현상에 대한 종합적인 결론, 즉 프로그램의 실질적인 효과를 판단하는 데 사용되는 연구방법이다[6].

국내에서는 협동학습, 프로젝트 학습, 토의·토론 수업 뿐만 아니라 PBL의 학업성취에 대한 메타분석이 실시되었다[7-10]. 그러나 미래사회의 핵심역량 중의 하나인 문제해결능력을 대상으로 PBL의 효과를 종합한 메타분

석은 거의 찾아보기가 어렵다.

따라서 PBL의 문제해결능력 효과를 검증한 개별 연구물을 종합 및 분석하여, PBL이 학생들의 문제해결능력에 어느 정도의 효과가 있는지, 어떠한 상황과 맥락에서 보다 효과가 높은지를 종합적으로 살펴볼 필요가 있다. 이 연구에서는 PBL이 학생들의 문제해결능력에 미치는 효과를 검증한 개별 연구물들의 연구결과를 종합 분석함으로써, PBL이 문제해결능력에 미치는 효과에 대한 일반화된 결론을 도출하고, PBL이 문제해결능력에 미치는 조절변인을 발견하는 데 목적이 있다.

1.2 연구 문제

1. PBL이 학생들의 문제해결능력에 미치는 효과 크기는 어떠한가?
2. 조절변인(출판물, 교과, 유형, 학교급, 실험회수, 평가도구)에 따라 PBL이 학생들의 문제해결능력에 미치는 효과 크기는 어떠한 차이가 있는가?

2. 이론적 배경

PBL은 모든 환자의 문제를 직접 경험하지 못하는 신경학 임상실습 대학생들을 위해 ‘문제상자(problem boxes)’라는 모의문제에서 시작되었다. 그 이후 PBL은 구성주의의 대표적인 교수-학습 모형으로 소개되었으며, 최근 대학뿐만 아니라 유치원, 초등학교, 중학교, 고등학교에서도 사용되고 있다[11].

PBL은 다음과 같은 특징으로 인하여 학교 현장에서 적용되고 있다[4,12]. 첫째, 실세계 상황에 가까운 문제를 다룬다. 둘째, 학생들이 학습에 적극적으로 참여하도록 격려한다. 셋째, 학생들은 활동하면서 배우고 자신의 해결방안을 검증하고 발표 자료를 개발하는 경험을 한다. 넷째, 학생들은 협동학습 및 협력학습을 통하여 다양한 관점에서 문제해결방법의 다양성을 배우게 된다. 다섯째, 학생은 문제해결자로 학습에 참여하는 과정에서 의미와 이해를 추구하게 된다. 여섯째, 교사는 촉진자와 안내자로서의 역할을 수행한다. 이러한 특징은 미래 핵심역량 중의 하나인 문제해결능력을 신장하는 데 기여한다.

PBL은 교과유형, 교실 환경, 교사에 따라서 다양한 형태로 나타난다. 그럼에도 불구하고 PBL에서는 지식 획득의 출발점으로서 비구조화된 문제를 제시한다는 공통점이 있다. 비구조화된 문제는 인간이 경험하는 현실맥락적

인 문제를 의미한다. PBL에서는 현실맥락적인 문제가 제시되고, 학습자는 문제해결 과정을 통해 자기주도적인 방법으로 지식을 학습하게 된다[13].

즉 PBL에서는 학생들에게 실생활과 관련된 문제 상황을 제시되고, 학생들은 자기주도적인 학습 경험을 하게 된다. 학생들은 교과에서 배운 지식과 기능을 문제 상황에 적용함으로써 교과 내용에 대한 심층적인 이해가 향상되며 일상생활 문제로의 전이를 통한 문제해결능력이 향상된다. 왜냐하면 학생들이 PBL의 문제상황을 해결하는 과정에서 자신의 입장을 설명하고 증명하는 과정에서 교과에서 배운 지식을 심층적으로 이해하고 문제해결상황에 적용하기 때문이다[14,15].

한편 ‘문제’는 학생이 특정 문제를 해결해야 한다는 목적의식을 갖고 있으나 명확한 방법을 알지 못할 때 발생한다. 그리고 ‘문제해결’은 문제를 해결할 때 이루어지는 인지적 처리과정을 의미한다. 문제해결은 문제 발견, 인식, 정의, 대안 탐색, 문제 적용, 반성 및 성찰 등의 과정을 통하여 이루어진다. 학생들은 PBL을 통하여 비구조화된 문제를 받고, 문제해결과정에서 문제 발견, 인식, 정의, 반성 및 성찰 등과 같은 문제해결능력이 향상될 수 있다[16].

그러나 문제해결 방법은 문제의 종류에 따라서 달라진다. 즉 문제가 제시되는 상황, 맥락, 교과, 문제유형, 학교급 등에 따라서 문제해결방법이 달라진다[16]. 그러므로 문제가 제시되는 상황, 맥락, 교과, 문제유형, 학교급 등은 PBL에서 학생들의 문제해결능력에 영향을 주는 조절변인으로 작용할 가능성이 있다[17,18].

3. 연구 모형

이 연구에서는 메타분석의 절차에 기반하여 연구모형을 설정하였다[6]. 이 연구의 연구모형은 Fig 1과 같으며, 모형의 절차는 자료 수집, 자료 선정, 자료 코딩, 자료 분석, 자료 해석의 5단계로 설정하였다.

stage	process
1	collect
2	select
3	coding
4	analysis
5	interpret

Fig. 1. Research model

3.1 자료 수집

이 연구에서는 국회도서관, 국립중앙도서관, 한국학술정보원의 온라인 데이터베이스(db)를 활용하여 자료를 수집하였다. 자료 수집은 국내에서 발행된 석·박사 학위논문과 학술지를 대상으로 하였다. 국내에서 발행된 PBL의 문제해결능력을 검증한 실험연구 논문을 최대한 수집하기 위하여, 자료 수집 기간은 데이터베이스가 구축된 시기부터 2017년 12월까지로 하였다. 한편 PBL의 문제해결능력의 효과 검증과 관련 있는 문헌을 최대한 수집하기 위하여, 문제중심학습, PBL, 문제해결능력, 문제해결학습 등을 검색어로 사용하였다.

3.2 자료 선정

메타분석에서는 효과 크기를 산출하여 연구결과를 도출한다. 따라서 이 연구에서는 효과 크기를 산출할 수 있는 자료가 명시된 자료만을 분석 대상으로 한정하였다. 한편 이 연구가 PBL의 문제해결능력에 미치는 효과 크기를 산출하는 것이므로, 독립변인은 PBL, 종속변인은 문제해결능력이어야 한다.

자료 선정 기준을 구체적으로 제시하면 다음과 같다. 첫째, PBL의 문제해결능력에 미치는 효과를 검증한 실험연구로 한정한다. PBL의 효과를 검증하였으나 종속변인이 문제해결능력이 아닌 경우 자료 선정 과정에서 제외하였다. 둘째, 효과 크기를 산출하는 데 필요한 통계적 정보가 제시되어야 한다. 효과 크기를 산출하기 위해서는 실험집단과 비교집단의 평균과 표준편차 및 각종 통계량이 제시되어야 한다. 효과 크기를 산출하는 데 필요한 정보가 제시되지 않은 문헌은 자료 선정 과정에서 제외하였다. 셋째, 연구대상은 초·중·고등학생으로 한다. 이 연구는 미래 사회 변화에 따른 교수방법의 활용 가능성을 탐색하는 데 있다. 따라서 유치원과 대학생 대상의 연구는 제외하였다. 넷째, 국내에서 발행된 연구로 한정하였다. 이 연구는 우리나라 교육 환경의 특수성을 고려하여 분석하였기 때문에 자료 수집의 범위를 국내로 한정하였다.

이상의 자료 선정 기준에 따라서, 최종 41편의 석사학위논문과 학술지 논문이 선정되었다. 선정된 자료는 1998년부터 2017년 사이에 발행되었다.

3.3 자료 코딩

이 연구에서는 메타분석을 위하여 코딩 메뉴얼을 개발하였다. 코딩메뉴얼은 연구물 번호, 연구 제목, 저자명,

출판물, 연도, 연구대상, 실험회기, 교과, 평가 도구, 유형, 실험집단과 통제집단의 사례 수, 평균, 표준편차, 연구물의 특징 등을 기록할 수 있도록 구성하였다. 이러한 코딩 메뉴얼에 따라 개별 연구물의 자료를 정리하였다.

이 연구에서 수집한 41개의 문헌을 모두 코딩하였으며, 코딩자료의 신뢰도를 확보하기 위하여 재검사 신뢰도를 실시하였다. 재검사 신뢰도는 41개의 코딩 자료 중 10개의 자료를 무작위로 추출하여 재코딩하였고, 이들 코딩자료의 일치도를 비교하였다. 재검사 신뢰도는 100%이었다.

3.4 자료 분석

이 연구에서는 PBL의 문제해결능력의 효과 크기를 산출하기 위하여 Hedges와 Olkin의 계산 공식을 활용하였다[19]. 이 연구에서는 총 41개의 문헌에서 41개의 개별 효과 크기를 산출하고, 개별 효과 크기의 이상치를 확인하였다. 이상치는 평균 효과 크기를 산출하는 데 영향을 주는 극단값이기 때문에, 공식에 의하여 규정하거나 분석 대상에서 제외한다[20]. 이 연구에서는 개별 연구 논문의 결과를 존중하여, 이상치를 제외하지 않고 공식에 의하여, 상한계의 값(1.86)으로 교정하였다.

메타분석에서는 개별연구물에서 산출된 효과 크기들이 동일 모집단으로부터 추출되었는지를 확인하기 위하여 동질성 검증을 한다. 이 연구에서는 Hedges와 Olkin의 Q값 추정 공식을 사용하여 동질성 검증을 하였다[19]. 평균 효과 크기를 해석할 때, 개별 효과 크기들의 분포가 동질적이면 모수 효과 모형으로 해석하고, 이질적이라면 랜덤 효과 모형으로 해석한다[19,20]. 한편, 조절변인에 따라 PBL이 문제해결능력에 미치는 효과를 살펴보기 위하여 하위집단분석(categorical moderator analysis)을 하였다[19].

한편, 메타분석에서는 자료의 편의(publication bias)를 고려해야 한다. 왜냐하면 메타분석에서 수집된 자료가 연구 주제와 관련된 모든 연구가 포함될 수 없기 때문이다. 또한 연구결과의 유의성이 없다면, 연구 논문이 출판되지 못하고 사장되는 책상서랍의 문제(file drawer problem)가 발생할 수 있다[21]. 이러한 자료의 편의와 책상서랍의 문제는 안정성 계수(fsn)를 산정함으로써 해소 가능하다. 안정성 계수는 유의한 결과를 유의하지 않는 결과로 반복시키는 데 요구되는 연구물의 총 개수이다[22]. 이 연구에서는 Orwin(1983)의 공식을 활용하여 안정성 계수를 산출하였으며, 기준 값은 .4로 설정하였다.

3.5 자료 해석

이 연구에서는 Hattie의 효과 크기 해석방법을 적용하였다[23]. Hattie는 효과 크기 해석의 기준점으로 .15와 .40을 설정하였다. 0-.15는 발달 효과, .15-.40은 교사 효과, .40 이상은 프로그램 효과를 의미한다. 발달 효과는 시간에 따라 자연스러운 성숙과 발달에 의하여 나타나는 효과를 의미한다. 교사 효과는 교사들의 특성에 따라 프로그램 효과가 달라질 수 있다는 것을 의미한다. 프로그램 효과는 프로그램 자체의 효과를 의미한다. 만약 효과 크기가 .40이상이라면, 자연적 성숙 또는 교사의 역량과 관계없이 실질적이고 유의미한 프로그램이라고 할 수 있다.

4. 연구결과

4.1 PBL이 문제해결능력에 미치는 효과

이 연구에서는 PBL이 문제해결능력에 미치는 효과를 검증한 41편의 연구물을 분석하여 평균 효과 크기를 산출하였다. 이 연구에서 분석된 연구물에 대한 기술 통계량은 Table 1과 같다.

Table 1. The descriptive statistics of the studies examining the effect of PBL on problem solving skill

Moderator Variable	Sub Variable	N	%
Study Type	Article	8	19.5
	Masters Dissertation	33	80.5
Subject Matter	Art	5	12.2
	Math	5	12.2
	Science	4	9.8
	Computer	6	14.6
	Integrating Curriculum	7	17.1
	Practical Art	7	17.1
	Social Studies	7	17.1
PBL Type	PBL	26	63.4
	E-PBL	15	36.6
School Levels of Student	Elementary	21	51.2
	Middle	7	17.1
	High	13	31.7
Experimental Session	3-9	17	41.5
	10-40	24	58.5
Test Type	Self-reported Scale	17	41.5
	Essay	24	58.5
Total		41	100

Table 1에서 볼 수 있듯이, 분석 대상의 출판물은 학술지 8편(19.5%), 석사논문 33편(80.5%)이었다. 교과별로 살펴보면, 예술 5편(12.2%), 수학 5편(12.2%), 과학 4편(9.8%), 컴퓨터 6편(14.6%), 교육과정 통합 7편(17.1%), 실과 7편(17.1%), 사회과 7편(17.1%)이었다. PBL 유형별로 살펴보면, PBL 26편(63.4%), E-PBL 15편(36.6%)이었다. 학교급별로 살펴보면, 초등학교 21편(51.2%), 중학교 7편(17.1%), 고등학교 13편(31.7%)이었다. 실험회기별로 살펴보면, '3회-9회' 17편(41.5%), '10회-40회' 24편(58.5%)이었다. 평가도구별로 살펴보면, 자기보고식 평가 17편(41.5%), 서술형 24편(58.5%)이었다.

PBL이 문제해결능력에 미치는 평균 효과 크기는 Table 2와 같다. Table 2에서 볼 수 있듯이, 개별 효과 크기는 이질적이었다($Q=106.069, p=.00$). 개별 효과 크기의 이질성 기준은 I^2 에 의하여 판단하는 데[24], I^2 값이 64.579%이었다. 이것은 이질성이 중간 이상이라는 것을 의미한다. 그러므로 랜덤모형에 따라서 평균 효과 크기의 값을 해석하였다. PBL이 문제해결능력에 미치는 평균 효과 크기는 .753, 표준오차 .064, 95% 신뢰구간은 .628-.878, 안정성 계수는 36이었다. 이것은 PBL이 문제해결능력에 의미있는 교수방법이라는 것을 의미한다.

Table 2. Overall Weighed Random Effects and Fixed Effects Sizes and Homogeneity Statistics

Model	ES	95% CI		SE	fns	Homogeneity Test			
		Lower Bound	Upper Bound			Q	df	I^2	p
Fixed	.676	.602	.750	.038	28	106.069	40	64.579	.000
Random	.753	.628	.878	.064	36				

4.2 조절변인에 따른 PBL이 문제해결능력에 미치는 효과 크기

이 연구에서는 PBL의 문제해결능력에 미치는 조절변인으로 6가지 변인을 살펴보았다. 조절변인에 따른 PBL의 문제해결능력에 대한 효과 크기는 Table 3과 같다.

Table 3의 95% 신뢰구간에서 볼 수 있듯이, 조절변인과 관계없이 PBL은 강의식 수업보다 문제해결능력에 효과적이었다. 안정성 계수도 교과유형의 교육과정 통합을 제외하고, 대체로 높게 나타났다. PBL이 문제해결능력에 영향을 주는 조절변인은 교과, 유형, 학교급이었다. 이들 조절변인을 중심으로 연구결과를 해석하면 다음과 같다.

Table 3. Effect Size Differences in Terms of Moderator Variable

Moderator Variable	Variable	n	ES	95% CI		SE	fns	Test Between Group	
				Lower Bound	Upper Bound			QB	p
Study Type	Article	8	.712	.546	.879	.085	6	.229	.632
	Masters Dissertation	33	.667	.584	.750	.042	22		
Subject Matter	Art	5	.916	.691	1.142	.115	6	20.439	.002
	Math	5	.922	.702	1.142	.112	6		
	Science	4	.642	.350	.934	.149	2		
	Computer	6	.680	.461	.899	.112	4		
	Curriculum Integrating	7	.479	.339	.618	.071	1		
	Practical Art	7	.827	.630	1.024	.101	7		
	Social Studies	7	.575	.400	.750	.089	3		
PBL Type	PBL	26	.626	.538	.715	.045	14	3.993	.046
	E-PBL	15	.791	.656	.926	.069	14		
School Levels	Elementary	21	.665	.563	.767	.052	13	10.799	.005
	Middle	7	.972	.771	1.174	.103	10		
	High	13	.574	.447	.702	.065	5		
Session	3-9	17	.762	.642	.881	.061	15	3.224	.073
	10-40	24	.622	.528	.717	.048	13		
Test Type	Scale	17	.748	.640	.856	.055	14	3.177	.075
	Essay	24	.613	.512	.714	.052	12		

‘출판물’ 변인에 따른 효과 크기를 살펴보면, 학술지 .712, 석사논문 .667의 순이었으며, $p<.05$ 수준에서 유의한 차이가 없었다($Q_B=.229, df=1, p=.632$).

‘교과’ 변인에 따른 효과 크기를 살펴보면, 수학 .922, 예술 .916, 실과 .827, 컴퓨터 .680, 과학 .642, 사회 .575, 교육과정 통합 .479의 순이었으며, $p<.05$ 수준에서 유의한 차이가 있었다($Q_B=20.439, df=5, p=.002$).

‘PBL 유형’ 변인에 따른 효과 크기를 살펴보면, E-PBL .791, PBL .626의 순이었으며, $p<.05$ 수준에서 유의한 차이가 있었다($Q_B=3.993, df=2, p=.046$).

‘학교급’ 변인에 따른 효과 크기를 살펴보면, 중학교 .972, 초등학교 .665, 고등학교 .574의 순이었으며, $p<.05$ 수준에서 유의한 차이가 있었다($Q_B=10.799, df=2, p=.005$).

‘실험회기’ 변인에 따른 효과 크기를 살펴보면, ‘3회-9회’ .762, ‘10회-40회’ .622의 순이었으며, $p<.05$ 수준에서 유의한 차이가 없었다($Q_B=3.224, df=1, p=.073$).

‘평가도구’ 변인에 따른 효과 크기를 살펴보면, 자기보고식 평가 .748, 서술형 평가 .613의 순이었으며, $p<.05$ 수준에서 유의한 차이가 없었다($Q_B=3.177, df=1, p=.075$).

5. 결론

5.1 요약 및 논의

이 연구에서는 PBL의 문제해결능력에 미치는 효과에 대한 일반화된 결론을 도출하고, 문제해결능력에 미치는 조절변인을 발견하는 데 연구의 목적이 있었다. 이 연구에서는 1998년부터 2017년까지 발행된 PBL의 문제해결능력의 효과를 양적으로 검증한 총 41편의 문헌을 수집하여, 총 41개의 개별 효과 크기를 산출한 후 평균 효과 크기를 계산하였다.

평균 효과 크기의 결과는 랜덤모형에 의하여 해석하였으며, PBL의 문제해결능력에 미치는 평균 효과 크기는 .753이었다. 이것은 PBL이 문제해결능력에 있어서 효과적인 프로그램이라는 것을 의미한다.

PBL이 강의식 수업에 비하여 문제해결능력 향상에 효과적인 이유에 대하여 논의하면 다음과 같다. 첫째, PBL에서 제공되는 문제의 특성과 관련이 있다[4,11]. PBL에서는 실생활과 유사한 비구조화된 문제가 제시된다. 학생들은 문제에 대하여 다양한 관점으로 접근하고 이를 해결하기 위하여 노력한다. 학생들은 문제를 해결하는 과정에서 지속적인 관심과 동기가 유지된다. 이러한 과제 특성은 학생들에게 다양한 관점에서 문제를 바라보도록 하고, 이러한 특성은 학생의 문제해결능력 신장에 긍정적인 기여를 하게 된다. 둘째, PBL의 학습구조와 관련이 있다[12,25]. PBL에서는 문제를 해결하는 과정에서 동료와의 활발한 상호작용과 자기주도적인 개별 활동을 제공한다. 또한 학생들은 교실뿐만 아니라 지역사회, 가상 공간에서 과제를 협력적으로 해결하는 경험을 할 수 있다. 이와같이 PBL에서는 학생들에게 문제해결에 필요한 다양한 자원을 제공하고, 학습자의 적극적인 참여를 보장한다. PBL에서는 학생들에게 문제해결과정에서 적극적인 의사교환, 성찰, 피드백 등을 제공하는 데, 이러한 요인들이 학생들의 문제해결능력 형성에 긍정적인 작용을 한다고 해석할 수 있다[17,26]. 셋째, PBL에서 학생들은 문제해결능력에 대한 인지적 모델링과 강화를 받을 수 있다. 학생들은 협력학습 및 피드백을 통하여 타인의 문제해결전략 및 사고전략을 직·간접적으로 모델링하는 기회를 갖게 된다. 학생들은 타인과 긍정적인 협력과 상호 격려하고 지지하는 분위기 속에서 문제를 해결하는 경험을 공유하게 되는 데, 이 과정에서 타인의 문제해결전략을 습득하게 된다[27,28].

이 연구에서는 PBL의 문제해결능력에 영향을 미치는 조절변인으로 출판물, 교과, 유형, 학교급, 실험회기, 평

가도구의 6가지 변인을 살펴보았다. 분석 결과, PBL의 문제해결능력에 미치는 조절변인으로는 교과, 유형, 학교급 변인이었다. 이와 관련하여 논의하면 다음과 같다.

‘교과’ 변인에 대한 교과별 95% 신뢰구간을 살펴보면, 예술, 수학, 실과의 신뢰구간과 교육과정 통합의 신뢰구간이 겹치지 않는다. 이것은 예술, 수학, 실과 교과가 교육과정 통합보다는 문제해결능력에 있어서 보다 효과적이라는 것을 의미한다. 교육과정을 통합적으로 구성하면, 여러 교과에서 습득한 지식과 기능을 종합하여 문제를 해결하는 장점이 있으나 교과 중심으로 이루어지는 우리나라 교육의 특성상 학생들이 광범위한 정보를 적절하게 활용하는 데 어려움을 겪는 것으로 해석할 수 있다. 예를 들어, 교육과정 통합이 단지 흥미와 활동 중심으로 이루어지게 되면, 무의도적인 활동 중심으로 교육활동이 전개될 가능성이 있는 데[29], 이러한 문제점이 교육과정 통합의 과정에서 발생한 것으로 추론할 수 있다. 또한 이 연구 결과에 의하면, 교과에 기반한 PBL이 학생들의 문제해결능력에 효과가 보다 높았다. 이것은 PBL이 학생들로 하여금 개별 교과에서 배운 지식과 기능을 실생활과 더욱 밀접하게 관련짓고, 유연한 사고를 기반으로 문제해결하는 경험을 유의미하게 제공했기 때문으로 볼 수 있다. 핵심 역량은 교과의 심층적인 이해를 통하여 달성할 수 있는 데[30], 문제해결능력은 교과에 대한 깊은 이해와 성찰과 밀접하게 연관되어 있다고 추론할 수 있다.

‘유형’ 변인에 대한 교과별 95% 신뢰구간을 살펴보면, 인터넷 및 공학기기를 활용한 E-PBL이 교실에서 주로 이루어지는 PBL에 비하여 효과가 높았다. 이것은 온라인 또는 가상공간을 활용하는 E-PBL의 학습환경과 관련이 있다고 할 수 있다. E-PBL은 시간과 공간에 제약없이 학생들과 교사들이 필요에 따라서 상호작용이 가능하다[18,31]. 또한 교사와 학생, 학생과 학생들이 수시로 아이디어를 교환할 수 있다. 그리고 학생들은 인터넷을 통하여 다양한 자료를 조사하고 분석하게 되며, 동료 간에 즉각적인 피드백을 받을 수 있다. 이러한 환경적 특성은 문제해결능력의 하위 요소인 문제 발견, 인식, 정의, 대안 탐색, 문제 적용, 반성 및 성찰 등을 활성화시키는 것으로 볼 수 있다.

‘학교급’ 변인에 대한 교과별 95% 신뢰구간을 살펴보면, 초등학교, 고등학교의 신뢰구간과 중학교의 신뢰구간이 겹치지 않는다. 이것은 중학교가 초등학교와 고등학교보다 PBL의 문제해결능력에 미치는 효과가 크다는 것을 의미한다. PBL의 학습구조는 협력학습과 자기주도학습이 동시에 제공되는 데, 이러한 학습구조의 특성이 중학

교 학생들의 발달 특성 및 심리적 구조에 보다 적합한 것으로 볼 수 있다. 중학생은 구체적 조작기에서 형식적 조작기로 전환되는 시기로, 학생들이 PBL에 참여하면서 다양한 관점과 시각으로 문제를 바라보고 타인과 긍정적인 경험과 수용을 경험하면서 자기 주도적으로 문제를 해결하면서 개념 구조를 형성하게 된다[32]. PBL의 학습구조는 중학생들에게 문제해결능력에 대한 기회와 자신감을 제공하고, 타인 수용과 적극적 지지와 상호작용을 통하여, 다양한 관점에서 문제를 해결하는 경험을 제공함으로써 문제해결능력에 보다 효과적이라고 할 수 있다. 한편 고등학생은 대입과 관련하여 PBL을 적용하더라도 교과 제한적인 사고를 할 가능성이 있으며, 초등학생은 교과에서 배운 지식과 기능을 활용하는 방법이 중학생에 비하여 심화하지 못하기 때문에, 중학생에 비하여 효과가 낮은 것으로 해석할 수 있다.

5.2 연구의 시사점

5.2.1 학교현장에 주는 시사점

이 연구결과에 의하면, PBL의 문제해결능력에 미치는 효과는 상황과 맥락에 따라서 다르게 나타났다. 이러한 연구결과가 학교 현장에 주는 시사점은 다음과 같다. 첫째, 학교급에 따르면 초등학교와 고등학교에서의 효과가 낮은 편이었다. 초등학교는 교과의 심층적인 이해 중심으로 교육내용을 접근하여 교과에서 배운 지식과 기능을 실생활과 유기적으로 연결하는 것을 강조할 필요가 있다. 한편 고등학교에서는 수업과 평가의 일관성을 강조하는 과정중심 수행평가를 적용한다면, 입시 부담을 해소하면서, 문제해결능력을 신장시킬 수 있을 것이다.

둘째, PBL의 문제해결능력에 미치는 효과는 교과 중심의 수업이 교과 통합에 비하여 높게 나타났다. 이러한 결과를 고려할 때, 서로 다른 교과의 지식과 기능을 통합할 때는 이러한 지식과 기능을 유기적으로 결합할 수 있는 비구조화된 문제를 설정하고, 이러한 문제를 교과에서 습득한 지식과 기능을 적절하게 활용하도록 수업을 설계할 필요가 있다. 이러한 교과 통합 수업 설계를 위하여 KDB 모형, STEAM 모형, 백워드 설계 모형 등을 활용하여 PBL 수업을 설계할 필요가 있다.

셋째, PBL의 문제해결능력의 효과가 E-PBL에서 높았다. PBL 학습환경으로 학생들이 자신들의 의견을 상호 교류하고 아이디어를 공유할 수 있는 가상 공간 제공을 고려할 필요가 있다. 즉 수업 시간 뿐만 아니라 그 이외의 시간에도 학생들이 PBL 문제를 탐구하고 그 내용을 공유할 수 있는 환경을 마련할 필요가 있다.

5.2.2 이론에 주는 시사점

이 연구결과가 교수-학습이론에 주는 시사점을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, PBL은 21세기 미래 핵심역량인 문제해결능력을 신장하는 데 효과적인 교수-학습 방법이라는 것이다. 최근 전세계적으로 문제해결력, 비판적 사고력, 창의력 등과 같은 고차원적 사고능력을 강조하고 있는 데, 이 연구결과는 PBL이 학습자의 문제해결능력에 효과적이라는 실증적인 결과를 제시함으로써, 교수-학습 방법 및 교수이론으로서 PBL의 효과성을 증명하였다.

둘째, 최근 미래 사회 변화에 따라 학습자 참여형 중심의 수업이 강조되고 있으나, 이에 대한 효과성에 대한 의문이 제기되곤 하였다. 메타분석 결과, PBL은 미래 핵심역량인 문제해결능력에 유의한 효과가 있는 교수-학습 방법이었다. 이 연구가 제4차 산업혁명 시대에 따른 불확실한 시대에 대비하고, 미래 성공적인 삶을 살아가기 위한 문제해결능력을 형성하는 데 요구되는 PBL의 효과를 종합적으로 검증하였다는 점에서 연구의 의의가 있다고 할 수 있다.

셋째, 학습 맥락과 상황을 고려한 PBL을 적용해야 한다는 것이다. 메타분석 결과, PBL의 학습효과는 조절변인, 즉 프로그램의 적용 상황에 따라서 달라진다. 이 연구결과는 모든 상황에 효과적인 교수방법이 없다는 적성-처리 상호작용 모형과 유사하였다. 따라서 PBL 프로그램 구안 및 교원 연수 프로그램을 개발할 때, 다양한 상황변인을 고려해야 할 것이다.

5.3 연구의 한계점 및 향후 연구방향

이 연구에서는 PBL의 문제해결능력에 미치는 효과를 검증한 국내의 모든 문헌을 수집하였다. 그러나 출판되지 않은 문헌의 자료가 포함되지 않을 수 있다. 즉 출판 편의 문제와 책상 서랍의 문제를 유발하게 된다. 이 연구에서는 이러한 문제점을 안정성 계수를 산출하여 해결하였다. 이 연구에서는 Hattie가 제안한 프로그램 자체 효과의 기준점 .4를 적용하여 안정성 계수를 산출하였으나, 완전하게 이 문제를 극복했다고 하기는 어렵다. PBL의 문제해결능력 효과를 검증한 외국의 논문을 포함시킨다면, 보다 정밀한 효과 크기를 산출할 가능성이 있다. 후속 연구에서는 PBL의 문제해결능력의 효과를 검증한 국내외 문헌을 종합하여 메타분석을 실시할 필요가 있다.

한편 이 연구에서는 PBL의 효과로서 문제해결능력을 살펴보았다. PBL의 학습효과가 문제해결능력 뿐만 아니라 창의성, 대인관계능력, 자아개념 등과 같은 변인에서

어느 정도 있는 효과가 있는지 확인할 필요가 있다. 특정 상황 변인, 다양한 종속 변인을 종합적으로 검토함으로써 PBL의 적용가능성 및 효과성을 보다 폭넓게 검증할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] S. H. Im. (2012). An Idea on the future school. *The Journal of Educational Administration*, 30(4), 459-476.
- [2] B. J. Kim. (2015). Applying Problem-Based Learning in University Business English Classes. *Journal of Digital Convergence*, 13(2), 91-103.
DOI : 10.14400/JDC.2015.13.2.91
- [3] O. H. Cho1 & K. H. Hwang. (2019). Effects of Simulation Education with Problem-based Learning on Information Literacy, Self-directed Learning Ability, and Academic Self-efficacy of Nursing Students. *Journal of Digital Convergence*, 17(4), 239-247.
DOI : 10.14400/JDC.2019.17.4.239
- [4] R. Delisle. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom*. Alexandria, VA: ASCD.
- [5] I. A. Kang. (1998). Problem based learning: Constructive teaching method. *Journal of Elementary Education*, 12, 153-179.
- [6] S. S. Oh. (2002). *Meta-analysis: Theory and practice*. Konkuk University Press.
- [7] I. S. Park. (2009). The Effect of cooperative learning on academic achievement: A meta-analysis. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 12(1), 73-101.
DOI : 10.29221/jce.2009.12.1.73
- [8] D. H. Yoo & J. Y. Choi. (2013). A meta-analysis on the effect of project method for elementary and secondary school students. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 19(2), 23-48.
<http://dx.doi.org/10.17055/jpaer.2013.19.2.23>
- [9] I. S. Park. (2012). A meta-analysis on the effects of discussion/debate teaching method. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 15(3), 153-178.
DOI : 10.29221/jce.2012.15.3.153
- [10] J. Y. Park & A. J. Woo. (2017). A meta-analysis on the learning effects in problem based learning(PBL). *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(11), 69-93.
DOI : 10.22251/jlcci.2017.17.11.69
- [11] H. S. Barrows. (1996). *Problem based learning in medicine and beyond: A brief overview*. New Directions for teaching and learning.
- [12] D. R. Woods. (1994). *Problem-based learning: How to gain the most from PBL*. McMaster University, Hamilton.
- [13] Y. S. Jo & M. J. Lee. (2017). *Theory & Practice of PBL: Form problem development to classroom application*. Hakjisa.
- [14] A. K. Kim. (1996). *The effects of metacognition training on children's attributional style, self-efficacy and ability of solving mathematical problem*. Doctoral dissertation, WonKwang university, Jeon-buk.
- [15] O. S. Lee & S. W. Lee. (2006). A study on the designing of PBL instruction model and the effect of its application on living technology of practical arts education. *Journal of Korean practical arts education*, 19(1), 143-158.
- [16] J. P. Guilford. (1967). *The nature of human intelligence*. NY: McGraw-Hill Book Co.
- [17] B. G. Davis. (2009). *Tools for teaching* (2nd ed.). San Francisco, CA, US: Jossey-Bass.
- [18] K. C. Hong. (2008). A Meta-Analysis on the Effects of Problem-Based Learning. *Journal of educational studies*, 39(3), 79-110.
- [19] H. Hedges & I. Olkin. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. Orlando, FL: Academic Press.
- [20] S. D. Hwang. (2014). *Meta analysis*. Hakjisa.
- [21] R. Rosenthal. (1979). The "File Drawer Problem" and tolerance for null results. *Psychological Bulletin*, 86, 638-641.
DOI : 10.1037//0033-2909.86.3.638
- [22] R. G. Orwin. (1983). A fail-safe N for effect size. *Journal of Educational Statistics*, 8, 157-159.
DOI : 10.2307/1164923
- [23] J. Hattie. (2009). *Visible learning: A synthesis of meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- [24] M. B. Miles & A. M. Huberman. (1994). *Qualitative Data Analysis* (2nd ed.). Thousand Oaks: SAGE Publications.
- [25] N. R. Kim. (2012). *The effect of CPS based PBL model on secondary informatics gifted students' creative problem solving potential*. Masters dissertation. KNUE University, Chung-Buk.
- [26] S. L. Finkle & L. L. Torp. (1995). *Introductory documents*. Illinois Math and Science Academy. Aurora, Illinois.
- [27] J. R. Savery. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9-20.
DOI : 10.7771/1541-5015.1002
- [28] S. Pedersen & M. Liu. (2002). The transfer of problem-solving skills from a problem-based learning environment: the effect of modeling an expert's cognitive processes. *Journal of Research on Technology in Education*, 35(2), 303-320.
DOI : 10.1080/15391523.2002.10782388
- [29] G. P. Wiggins & J. McTighe. (2005). *Understanding by design*(2nd ed.). Alexandria, VA: ASCD.

- [30] I. S. Park. (2018). Design of elementary moral unit based on backward design. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 18(9), 863-885.
DOI : 10.22251/jlcci.2018.18.9.863
- [31] H. J. Kim, S. D. Kim & S. K. Lee. (2009). The effect of e-PBL in the earth science class of the high school. *Journal of Korean Society of Earth Science Education*, 2(1), 23-32.
- [32] K. Illeris. (2009). *Contemporary theories of learning: Learning theorists: In their own words*(ed.). Routledge.

박 일 수(II-Soo Park)

[정회원]



- 1998년 2월 : 경인교육대학교 초등교육학과(교육학사)
- 2010년 2월 : 한국교원대학교 교육학과(교육학 박사)
- 2012년 4월 ~ 현재 : 공주교육대학교 교육학과 부교수
- 관심분야 : 교육과정, 교사교육, 프로그램

웹평가

· E-Mail : edupark@gjue.ac.kr