

PBL教学法在医学物理学教学中的应用价值： 一项基于中国大学教育的荟萃分析

木本荣*, 饶安阳*, 王海#

成都中医药大学, 四川 成都

收稿日期: 2022年6月22日; 录用日期: 2022年7月19日; 发布日期: 2022年7月26日

摘要

目的: 系统研究PBL教学方法在医学物理学教学中的应用价值, 并与传统教学模式进行对比说明。方法: 以“物理学”“医学物理学”“PBL”和“以问题为基础教学方法”等为检索词在中国知网(CNKI)、万方数据知识服务平台(Wanfang)、维普中文科技期刊数据库(VIP)、中国引文数据库、全国报刊和超星电子图书数据库系统检索2009年至今的相关文献, 并将检索的文献资料信息进行整合处理, 使用Review Manager 5.3软件进行Meta分析。结果: 共纳入7篇文献进行Meta分析, 实验对象共计1063例, 实验组531例, 对照组全部为传统教学532例。Meta分析结果: 期末测试平均成绩: WMD = 5.29, 95% CI [4.08, 6.50], $P < 0.00001$; 学生学习兴趣培养的满意度调查: OR = 197.04, 95% CI [47.45, 818.27], $P < 0.00001$; 学生自主学习能力提升赞同度调查: OR = 136.92, 95% CI [34.56, 542.48], $P < 0.00001$ 。讨论和结论: 在医学物理学教学中使用PBL教学法可以让学生能够更好地掌握学科重点, 还能够培养学生的学习兴趣, 同时提高了学生的自学能力。此外, 我们推测基于LBL教学方法的PBL教学方法更有利于基础学科的教学建设。

关键词

医学物理学, PBL, 青年大学生

The Application Value of PBL Pedagogy in Medical Physics Teaching: A Systematic Review and Meta-Analysis of Chinese University Education

Benrong Mu*, Anyang Rao*, Hai Wang#

*共同第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 木本荣, 饶安阳, 王海. PBL教学法在医学物理学教学中的应用价值: 一项基于中国大学教育的荟萃分析[J]. 教育进展, 2022, 12(7): 2555-2564. DOI: 10.12677/ae.2022.127389

Abstract

Objective: To systematically analysis the application value of PBL teaching method in medical physics teaching and compare it with traditional teaching mode. **Methods:** Relevant literatures from 2009 to now were searched on CNKI, Wanfang, VIP, China Citation Database, national newspapers and super Star retrieval platform using “Physics”, “medical physics”, “PBL” and “problem-based teaching methods” as search terms. The retrieved literature information was integrated and meta-analysis was performed using Review Manager 5.3 software. **Results:** A total of 7 literatures were included for Meta analysis, with a total of 1063 subjects, including 531 in the experimental group and 532 in the control group. **Meta-analysis results:** Average score of final test: WMD = 5.29, 95% CI [4.08, 6.50], $P < 0.00001$; The satisfaction survey of students’ learning interest cultivation: OR = 197.04, 95% CI [47.45, 818.27], $P < 0.00001$; Survey on approval degree of improvement of students’ independent learning ability: OR = 136.92, 95% CI [34.56, 542.48], $P < 0.00001$. **Discussion and Conclusion:** Using PBL teaching method in medical physics teaching can help students to better grasp the key points of the subject, cultivate students’ interest in learning, and improve students’ self-learning ability. In addition, we speculate that PBL teaching method based on LBL teaching method is more conducive to the teaching of basic subjects.

Keywords

Medical Physics, PBL, Young College Student

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

医学物理学是高等院校内设立的一门典型的基础类学科, 主要向学生普及自然科学知识, 培养大学生客观理智认知世界的能力。在一些高等医药院校内医学物理学是医药类学生的必修基础课之一。但是由于大学物理学教学课堂中主要讲述一些枯燥的知识和公式, 学生的学习效果较差, 教学效果不高。面对这种情况, 许多高校探讨了医学物理学的教学改革[1], 其中以问题为导向的教学方法(problem-based learning, PBL)作为较成功的教学方法多被采用[2]。

1969 年美国教授 Barrow 首创以问题为基础的学习方法, 是提倡以问题为导向的讨论式、启发式的主动性学习的教学方法, 是基于现实世界的以学生为中心的教育方式, 其核心是通过“以学生为中心”的理念去优化传统教育中的被动学习模式, 让学生从被动学习者转变为主动学习, 激发出学生的创造力和潜能, 提高学生学习能力和处理问题能力[3]。PBL 教学法与传统教学法(lecture-based learning, LBL)相比, 其最大的优点在于把“填鸭式”的教学模式变为启发式的教学模式, 以问题为中心展开教学, 在课程上的实施更容易提高学生的积极性和自主学习能力, 可以显著培养学生的自主学习习惯[4]。

PBL 教学法作为讨论式、启发式的主动性教学法, 已经被用于医学物理学等基础自然科学学科的教学革新探索中, 并取得了较好的教学效果。本次研究中, 我们希望应用荟萃分析方法, 通过比较学生期

末测试平均成绩、学生学习兴趣的满意度及学生自主学习能力提升的赞同度三个方面的差异, 客观、综合地比较 PBL 教学法与 LBL 教学法在医学物理学教学中应用的反馈, 解决医学物理学教学中学生难以接收和掌握重点知识的问题, 更为充分地证实 PBL 教学法有利于医学物理学的学科教育建设。我们希望该分析能够促进新时代背景下基础类学科的金课建设。

2. 资料与方法

2.1. 检索策略

文献检索采用主题词、关键词或全字段分别组合的方式进行检索, 检索的平台包括中国知网(CNKI)、万方数据知识服务平台(Wanfang)、维普中文科技期刊数据库(VIP)、中国引文数据库、全国报刊、超星电子图书数据库系统。检索年限从 2009 年至今, 检索词包括“物理学”, “医学物理学”“医用物理学”, “PBL”和“以问题为基础教学方法”, 采用关键词组合、主题词组合、关键词与主题词组合的检索词组合策略进行文献检索。

2.2. 纳入标准和排除标准

2.2.1. 纳入标准

1) 研究为随机对照试验; 2) 研究对象是医学物理教学; 3) 文献发表时间早于 2009 年; 4) 设立了 PBL 教学法或 PBL + LBL 教学法与传统教学法(LBL)的对比教学实验。

2.2.2. 排除标准

1) 研究的干预措施不满足; 2) 参与实验教学对象不是青年大学生; 3) 未提供具有特异性的研究指标或; 4) 研究数据不完整或是存在其他偏倚。

2.3. 干预措施

纳入本系统综述的随机对照试验均采用如下干预设计: 对照组按照 LBL 教学法进行医学物理学的教学; 实验组在对照组基础上选择适合的章节采用 PBL 进行教学或是单独使用 PBL 教学法进行教学。试验人群为青年大学生, 对实验过程的致盲方法以及研究人群的性别和地理区域没有限制。

2.4. 数据提取

研究文献信息及数据的提取, 由两名研究人员独立完成数据提取, 如若提取数据不一致则由第三名研究人员进行提取以核对提取准确度。从研究文献中提取的信息包含: 研究文献第一作者及发表时间、参与教学实践研究的学生人数, 干预措施和实验研究指标以及各指标的完整有效数据。

2.5. 指标意义

在研究中, 多采用各种测试成绩以及数据统计对教学成果进行评价。根据纳入研究的评价指标, 本次分析主要采用了学生期末测试平均成绩、学生学习兴趣培养的满意度调查以及学生自主学习能力提升的赞同度调查对教学效果进行评估。期末测试平均成绩可以较为明显地显示学生整体的学习水平以及对学科重点知识的掌握程度。而学生学习兴趣的满意度和自主学习能力提升的赞同度则是从侧面反应了学生对 PBL 教学法的认同度。

2.6. 质量评估

根据评 Review Manager [Version 5.3]荐的偏倚风险评估方法进行文献的质量评价, 评价标准包括了:

1) 是否生成随机序列; 2) 是否存在随机分配隐藏; 3) 参与者和人员是否对干预盲; 4) 结果数据的评估是否盲; 5) 结果数据是否整合; 6) 选择性报告研究结果; 7) 其他形式的偏倚。采用 Cochrane 量评估工具对纳入的随机对照试验进行, 根据低风险(+)、未知风险(?)、和高风险(-)。对文献的质量评价采用小组讨论的方式进行。

2.7. 统计学分析方法

使用 Review Manager 5.3 软件对研究数据进行合理地统计分析。研究中的二分类数据使用优势比值 (Odds ratio, OR) 进行合并效应量的描述, 采用 95% 置信区间 (Confidence Interval, CI)。连续型数据则使用加权均数差 (Weighted Mean Difference, WMD) 进行合并效应量的描述, 采用 95% 的置信区间 (CI)。对于纳入研究的分析模型选择, 当研究的异质性检验结果为 $P > 0.1$ 或者 $I^2 \leq 50\%$ 时, 采用固定效应模型 (FE) 进行 Meta 分析; 而当研究的异质性检验结果 $P \leq 0.1$ 或者 $I^2 > 50\%$ 时, 则采用随机效应模型 (RE) 进行 Meta 分析。

3. 结果

3.1. 文献检索结果

在数据库中使用该主题术语共搜索了 534 篇文章。在这些文章中, 235 篇因重复而被删除, 299 篇被纳入以进行进一步评估。经过全文阅读过程后, 依照纳入标准和排除标准再次进行筛选。最后纳入 7 篇文章进行荟萃分析[5]-[11]。见图 1。

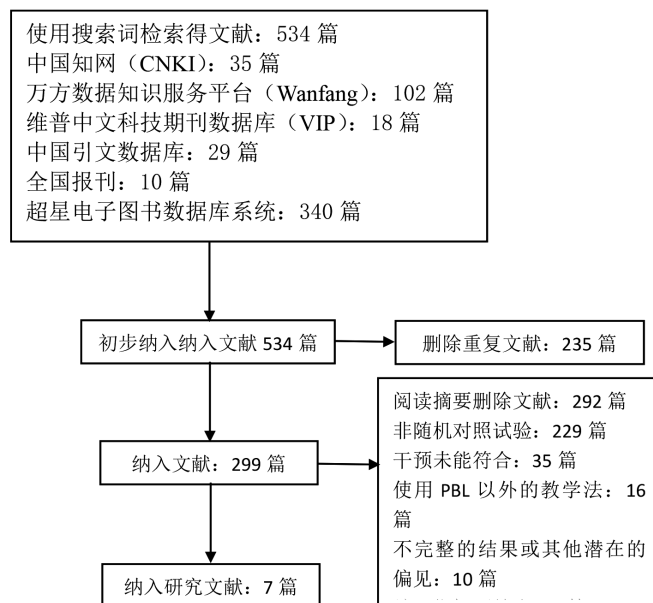


Figure 1. Literature inclusion flowchart

图 1. 文献纳入流程图

3.2. 纳入研究的基本信息

纳入的 7 项研究[5]-[11]发表于 2009 年至 2020 年期间, 共计 1063 例患者, 其中实验组 531 例, 对照组 532 例。纳入研究的各实验中, 教学对象基础水平几近一致, 经统计学检验均无差异性 ($P > 0.05$), 实验结果具有参考意义。对 7 项研究的基本信息进行整理记录, 其中 PBL (problem-based learning, 以问题为导向的教学方法) LBL (lecture-based learning, 传统教学法)。见表 1。

Table 1. The basic information table of the included literature**表 1.** 纳入文献基础信息表

研究	实验对象	样本容量(C/T)	实验组	对照组	结局指标
宋清焕 2009 [5]	医学物理学教学	40/38	PBL	LBL	1, 2, 3
曾平 2020 [6]	医学物理学教学	30/30	PBL	LBL	1, 3
楼渝英 2010 [7]	医学物理学教学	89/90	PBL + LBL	LBL	1, 2, 3
王勤 2016 [8]	药用物理学教学	157/160	PBL + LBL	LBL	1, 2, 3
罗群 2010 [9]	医学物理学教学	62/61	PBL + LBL	LBL	1, 2, 3
苗丽华 2009 [10]	医学物理学教学	90/88	PBL + LBL	LBL	1, 2, 3
邓跃龙 2010 [11]	医学物理学教学	63/65	PBL	LBL	1

注：1：期末测试平均成绩；2：学生学习兴趣的满意度调查；3：学生自主学习能力提升的赞同度调查。

3.3. 纳入研究的质量

从随机分配、随机隐藏、盲法、数据完整性、选择性报告结果和其他偏倚六个方面进行研究质量评价。其中，低风险偏倚表示研究描述了具体的随机方法或是准确报告了实验结果及数据，未知偏倚则表示研究提到却没有具体描述方法，高风险偏倚则表示在实验过程中未施行。在 7 项研究中[5]-[11]，盲法的实施仍然存在高风险偏倚，但由于研究为大学公开教育，保证改变教学方法的前提下无其他特殊性，盲法属于客观因素，故而不考虑盲法带来的影响。为防止出现作伪，方法学质量评估由两名研究者共同完成。见图 2、图 3。

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
宋清焕 2009	+	?	-	?	+	+	+
曾平 2020	+	?	-	?	+	+	+
楼渝英 2010	+	?	-	?	+	+	+
王勤 2016	?	?	-	?	+	+	+
罗群 2010	+	?	-	?	+	+	+
苗丽华 2009	?	?	-	?	+	+	+
邓跃龙 2010	+	?	-	?	+	+	+

Figure 2. Risk of bias summary**图 2.** 偏倚风险汇总图

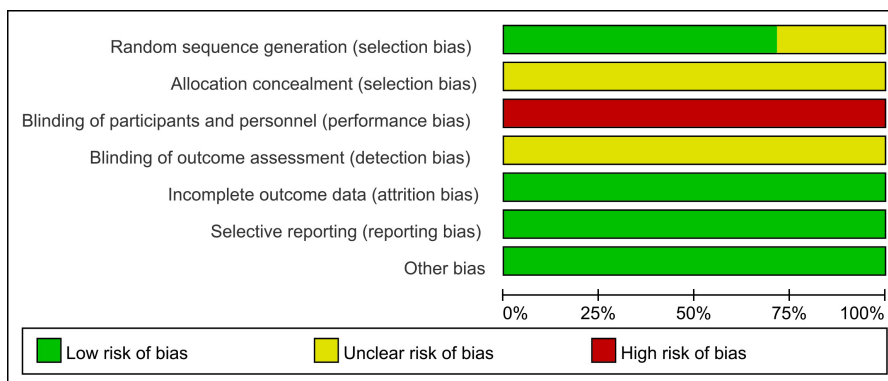


Figure 3. Risk of bias graph
图 3. 偏倚风险图

3.4. Meta 分析结果

3.4.1. 期末测试平均成绩

对执行 PBL 教学的实验班期末测试成绩与使用传统教学的对照班期末测试成绩进行整理, 对测试成绩的差异进行 Meta 分析。该分析纳入文献 5 篇[5] [7] [9] [10] [11], 共纳入实验 686 例, 其中实验班纳入学生 344 例, 传统教学对照班纳入 342 例。根据异质性检验显示($P = 0.46, I^2 = 0$)研究间不存在统计学异质性, 使用固定效应模型进行分析。分析结果显示, 实验教学班的期末测试成绩均数明显高于传统教学班($WMD = 5.29, 95\% CI [4.08, 6.50], P < 0.00001$), 表明实验班与传统教学对照班的测试成绩差异具有统计学意义。根据 Meta 分析结果显示, PBL 教学实验班测试成绩明显高于传统教学班, 说明执行 PBL 教学有助于青年大学生更好地掌握医学物理学的重要知识点。见图 4。

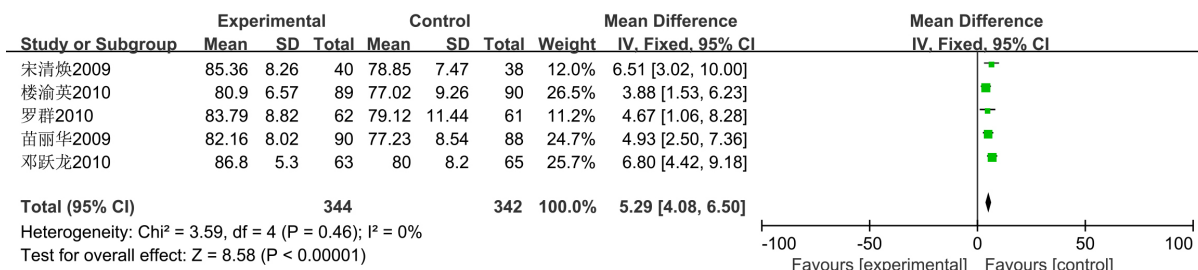


Figure 4. Average final test scores
图 4. 期末测试平均成绩

3.4.2. 学生学习兴趣培养的满意度调查

在实验教学班开展 PBL 教学法教学后, 为更为清晰地认识青年大学生对医用物理学课堂开展 PBL 教学法的认同度, 对实验班的 438 位同学进行问卷调查, 并在此对学生学习兴趣培养的满意度进行荟萃分析。该分析纳入文献 5 篇[5] [7] [8] [9] [10], 根据异质性检验显示($P < 0.0001, I^2 = 84\%$)研究间存在明显统计学异质性, 使用随机效应模型进行分析。分析结果显示, 实验教学班的学生认同 PBL 教学法在医学物理学中的开展能够培养学习兴趣($OR = 197.04, 95\% CI [47.45, 818.27], P < 0.00001$), 说明执行 PBL 教学法有助于青年大学生更好地培养医学物理学的学习兴趣。见图 5。

3.4.3. 学生自主学习能力提升赞同度调查

在此对实验教学班的学生自主学习能力提升赞同度进行荟萃分析, 该分析纳入文献 6 篇[5]-[10], 共

对 468 位同学进行了实验教学问卷统计, 根据异质性检验显示($P < 0.00001$, $I^2 = 85\%$)研究间存在明显统计学异质性, 使用随机效应模型进行分析。分析结果显示, 实验教学班的学生认同 PBL 教学法在医学物理学中的开展能够提高自身的自学能力($OR = 136.92$, 95% CI [34.56, 542.48], $P < 0.00001$), PBL 教学法有助于青年大学生培养自主学习的习惯。见图 6。

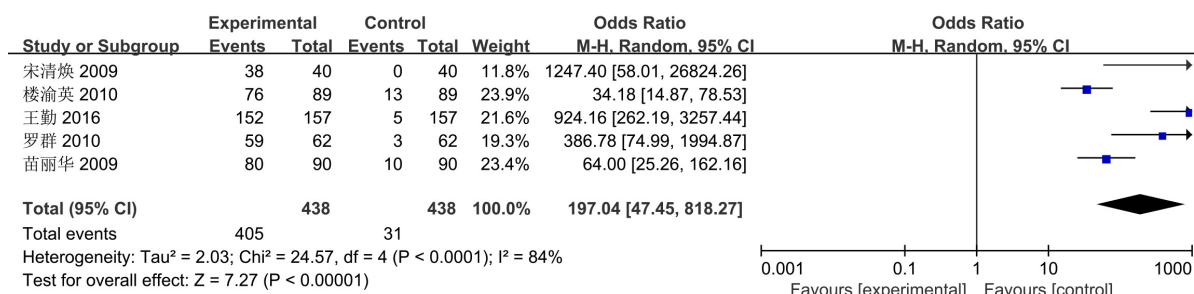


Figure 5. Satisfaction survey of learning interest cultivation

图 5. 学习兴趣培养的满意度调查

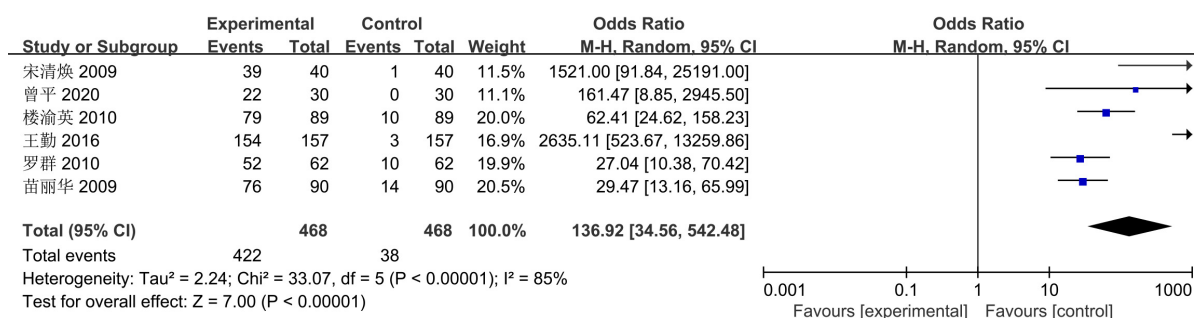


Figure 6. Approval survey for self-learning ability improvement

图 6. 自学能力提升的赞同度调查

经系统的综合分析, 从期末测试平均成绩差异分析($WMD = 5.29$, 95% CI [4.08, 6.50], $P < 0.00001$), 学生学习兴趣培养的满意度调查分析($OR = 197.04$, 95% CI [47.45, 818.27], $P < 0.00001$)和学生自主学习能力提升赞同度调查分析($OR = 136.92$, 95% CI [34.56, 542.48], $P < 0.00001$)三个方面的分析结果可以发现均具有明显的统计学意义($P < 0.01$)。即学生对 PBL 教学法在医学物理学教学中的应用具有较高的认同度, 伴随着 PBL 教学法的应用, 相较于传统教学法, 学生不但能够更为准确地掌握学科重点, 还能在学习过程中更好地培养个人的自主学习能力和学习兴趣。这对于有更多课外时间的大学生的自由发展具有特殊的意义。因此从金课建设的角度来看 PBL 教学法是有利于医学物理学的学科教育建设的。

3.5. 发表偏倚

采用漏斗图评估本荟萃分析中各研究的发表偏倚[5] [7] [9] [10] [11]。结果显示, 漏斗图几乎是对称的, 表明这些研究的发表偏倚较小, 研究具有一定的可行性与价值。见图 7。

4. 讨论

4.1. 结论分析

综合分析结果进行讨论, 我们发现统计分析的结果均表现出极大的统计学意义($P < 0.00001$), 即 PBL 教学法在医学物理学教学中的合理应用相较于单纯的传统教学更有价值。研究中, 我们主要针对学生的期

末测试成绩和学生对 PBL 教学法应用于医学物理学教学中的认同度(培养自身学习兴趣、自主学习能力提高), 对已有研究数据进行了详细的分析。分析结果显示, 医学物理学的教学中, 在传统教学的基础上挑选适合的章节采用 PBL 教学法进行教学的教学成果是优于单纯的传统教学的。首先体现在学生的期末测试成绩的差异, 可以发现应用 PBL 教学法进行教学的班级平均成绩是高于传统教学班的。其次是表现在学生对 PBL 教学法的认同度, 在对相应的问卷调查结果进行合理客观的分析后, 可以发现学生是认同 PBL 教学更有助于自身发展的, 无论是学习兴趣的培养还是自主学习能力的提高。而这与 PBL 教学的学习自发性特点及医学物理学的基础类自然科学学科特征性质息息相关。

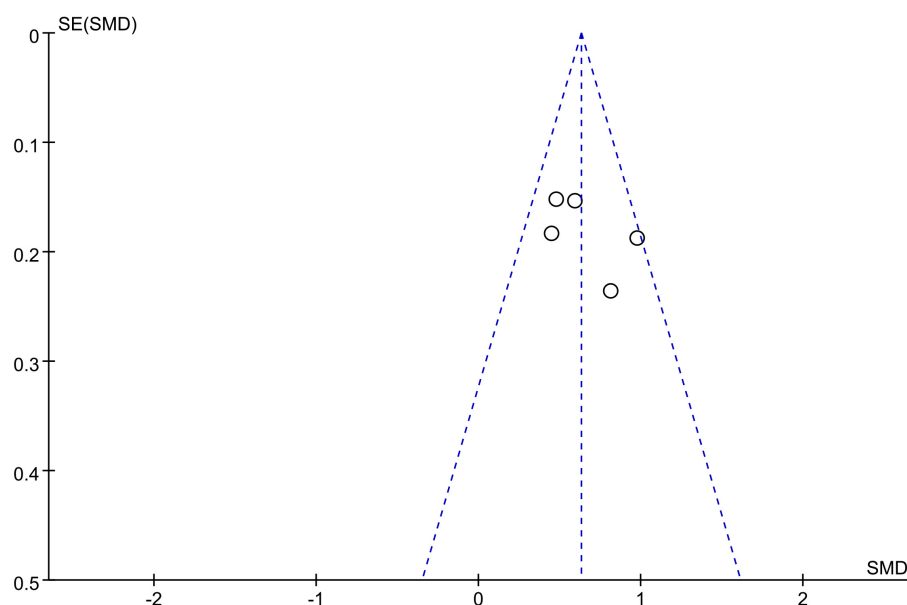


Figure 7. Funnel chart
图 7. 漏斗图

4.2. PBL 教学法在医学物理学教学中的应用价值

4.2.1. 传统教学的欠缺与 PBL 教学法的突破性教学思维

在我国的传统课堂教学中多采用单一的传统教学法, 即“填鸭式”的授课模式, 以老师作为单一的主体将学识灌输给学生, 学生则跟随老师的思路被动接受知识, 忽略了启发性教育。这样的上课模式单一呆板, 课堂气氛沉闷, 往往忽视了教学中学生的感受、体验及老师与学生双向交流的过程。在社会经济高速发展的现代, 国家愈发重视青年大学生创新创业教育培训, 不断的强调“勇于创新, 敢于创新”。而培养青年大学生创新能力则需要培养青年大学生的创新思维和自主学习能力, 传统教学法对此已然有所欠缺, PBL 教学法则恰好可以作为一股具有活力的教育源泉, 弥补此中不足。

PBL 教学法的核心是通过“以学生为中心”的理念去优化传统教育中的被动学习模式, 让学生从被动学习者转变为主动学习, 激发出学生的创造力和潜能, 提高学生学习能力和处理问题能力[12]。PBL 教学法与传统的教学模式相比, 更加明确了教育的主体是广大的青年大学生, 给与了学生更多探索和思考学习的空间。其最大的优点在于把“填鸭式”的教学模式变为启发式的教学模式, 在实践类课程上的实施比讲授式教学更容易提高学生的积极性和创造性, 可以显著培养学生的学习兴趣和自主学习习惯。而本次研究分析所得到的结果与预期相符合, 在教学中确实有助于学生对学科重点的掌握, 培养学生的学习兴趣和自主学习能力。

4.2.2. 基础类自然科学学科的复杂性与 PBL 教学法的启发性

医学物理学是最为典型的一门基础类自然科学学科, 大多数理论知识对学生而言是抽象、宽泛的, 学习中需要掌握大量的理论知识和自然科学知识, 这些知识如果没有经过教师的讲解, 单纯通过学生自学, 难以理解和融会贯通[13], 再者学生不容易准确把握学科重点, 加之自然科学的复杂性, 甚至对学习产生倦怠。在当下的课堂教学中, 老师通常进行填鸭式的教学, 而这明显不利于学生学习和理解掌握医学物理学知识, 学生在课堂学习过程中接纳的知识往往只是肤浅的公式理论, 而对其根源与思维逻辑不明所以, 只觉医学物理学学习困难, 无论在学业上还是思想上都存在挫败感, 不利于正常教学, 谈何育才和培养学生创新能力和思维。于是在医学物理学的教学中出现了引入 PBL 教学法的研究和探索, 结果可见 PBL 教学法能够较好地解决医学物理学的教学问题。

PBL 教学法是以学生为主体, 以问题为中心展开的启发性教学, 在教学过程老师给出章节的重点问题后, 给与学生充足的课外时间思考问题和进行资料查阅, 并在课堂中进行充分的讨论。这不但能够加深学生对重点知识的掌握, 还能给予学生思考和拓展的空间。调动学生的主动性, 打破了医学物理学课堂枯燥沉闷的教学氛围, 同时也加深了学生对自然科学知识的认知, 理解其逻辑思维。从各方面而言都有利于医学物理学教学建设和符合国家培育人才的目标。从本次研究也可以较为清晰地看出医学物理学教学中适当地应用 PBL 教学法教学是具有教学价值的。

4.3. 局限性分析

本研究系统评价了 PBL 教学法在医学物理学教学中的应用价值以及学生对 PBL 教学法的认同度, 但由于我们纳入的研究质量较低, 参与人数有限, 分析的结果并非完全可靠, 存在一定的局限性。

- 1) 缺少符合纳入标准的新研究, 纳入分析的研究年限久远;
- 2) 这些研究大多忽略了随机分配隐藏和盲性的方法, 因此存在较大的偏差;
- 3) 教学研究缺少完善的教学质量评估指标, 择重点进行分析;
- 4) 采用 PBL 教学法教学的章节以及设置的问题并未详尽描述, 需在研究中进行更多探索。

这些限制可能会导致分析结果的偏差和一定的异质性。为了解决这些限制, 我们计划在未来关注更多该领域的研究, 并收集来自不同国家和地区的数据。然而, 由于近年与之相关的研究报道甚少, 我们希望今后能进行更多高质量的实验研究, 以更好地证实 PBL 教学法在医学物理学中的教学价值, 探索更为完善的教学方法, 促进新时代的金课建设。

5. 结论

本次研究从学生期末测试平均成绩、学生学习兴趣的满意度调查以及学生自主学习能力提升的赞同度调查三个方面, 对前人在医学物理学教学的 PBL 教学法探索研究进行了荟萃分析, 确定了 PBL 教学法在医学物理学教学中开展的价值。在医学物理学教学中使用 PBL 教学法可以让学生能够更好地掌握学科重点, 还能够培养学生的学习兴趣, 打破了医学物理学教学课堂的刻板教学, 同时提高了学生的自学能力, 学生能够自主学习自然科学知识。由此我们推测在 LBL 教学法的基础上适当采用 PBL 教学法更有利于基础类学科的教学。然而, 由于近年有关医学物理学 PBL 教学法探索的研究数据较少且不尽详尽, 本研究纳入的教学研究文献质量较低且年限久远, 本研究在教学质量评价和教学研究年限等方面存在较大的局限性, 未来有望通过更高质量的分析再次得到证实。

致 谢

感谢成都中医药大学青年教师教学骨干提升计划、成都中医药大学校级线上线下混合式示范课程《物

理学》、成都中医药大学校级课程思政示范课程《物理学》、成都中医药大学核心通识课程《物理学与人类文明》、成都中医药大学辅导员工作室：“导引未来”协同育人工作室等项目的支持。

项目基金

中国科学技术协会“风传承行动”2022年度学风涵养工作室——“科学教育树新风”人才摇篮工作室(XFCC2022ZZ002-046); 成都中医药大学2021年度校级教学质量工程建设项目(ZLGC202143)。

参考文献

- [1] 谢康华. 浅议在医用物理学教学中应用 PBL 教学法[J]. 现代职业教育, 2018(26): 148-149.
- [2] 马艳梅, 段彬. 大学物理学 PBL 混合式教学模式探索[J]. 大学物理实验, 2021, 34(4): 113-115.
- [3] 刘景业. 以问题为基础的学习(PBL)在英国医学教育中的应用[J]. 国外医学(医学教育分册), 1999(1): 7-11.
- [4] 林多, 陈伟炜, 俞允, 黄浩. 《医学物理学》教学中的 PBL 教学过程初探[J]. 课程教育研究, 2014(13): 243-244.
- [5] 宋清焕, 谢稼祥, 张海涛. 医学物理学在情景认知下的 PBL 教学效果分析[J]. 中国高等医学教育, 2009(9): 68-69.
- [6] 曾平. 医用物理学教学中应用 PBL 教学法探究[J]. 科学咨询(科技·管理), 2020(19): 13-14.
- [7] 楼渝英, 李骏, 唐安成, 邱烈, 伍文蒂, 胡方. PBL 教学模式在大专医用物理教学中的实践与探索[J]. 重庆医学, 2010, 39(16): 2137-2138.
- [8] 王勤, 谢仁权, 施建南, 王贤书, 明雪梅. PBL 教学模式在物理学教学中的应用探索[J]. 教育现代化, 2016, 3(31): 117-119.
- [9] 罗群. 以问题为基础教学法在医用物理中的应用[J]. 中外健康文摘, 2010, 7(29): 121-122.
- [10] 苗丽华, 匡宝平, 李玉生. 医学物理教学中 PBL 模式的实践探究[J]. 医学信息, 2010, 23(2): 330-332.
- [11] 邓跃龙. PBL 教学法及其在医用物理学教学中的应用[J]. 中国教育技术装备, 2010(24): 47-48.
- [12] 龚丽英. 从“问题”出发, 探究 PBL 在医用物理学中的运用[J]. 科教导刊(下旬), 2015(2): 52-53.
- [13] 赵元, 彭微, 张玲, 袁在贤, 朱蕤. 基础课程《医学物理学》PBL 教学模式研究[J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2019(6): 73-74.