

文章编号: 2095-1663(2012)03-0036-06

医学博士生创新行为驱动因素结构模型研究

——基于探索性因素分析和验证性因素分析的方法

王方芳¹ 赵 坤² 沈 娟¹ 陈俊国¹

(1. 第三军医大学医学教育研究室, 重庆 400038; 2. 第三军医大学研究生处, 重庆 400038)

摘 要:采用自编《医学博士生创新行为驱动因素》问卷,运用问卷法、探索性因素分析和验证性因素分析等方法,构建并验证二阶一因素一阶四因素的高校医学博士生创新行为驱动因素结构模型。研究表明,博士生创新行为驱动因素具有可靠性和有效性,其基本结构由防御、理解、结合和获得4个因子(维度)构成。研究为高校(学科)实践和评价研究生创新管理提供理论依据和实证工具。

关键词:博士生;创新行为;驱动因素;结构模型;探索性因素分析;验证性因素分析

中图分类号: G643

文献标识码: A

博士生作为国家优秀科学家队伍的重要来源和当前科学研究的主力,其创造力的发挥和创新行为的推动,是提升我国高校科研创新能力和国际竞争力的重要因素。整个教育链中的规模性创新活动始于研究生教育阶段。^[1]博士生教育阶段的学习是集课程学习、研究思考、创新学术为一体的多环节过程。博士生创新就是作为创新主体的博士生积累和释放其创新潜力,进行创新活动,形成创新成果的过程。高校博士生创新行为是指博士生在高校学科组织领域中,寻找、确立、执行相关新领域、新理论、新方法、新技术或新产品的创意,并成功地将创意付诸研究实践以形成具有理论意义或应用价值的成果或服务,并在这一过程中实现其个人价值的整体行为

过程。作者曾基于创造力、创新行为、需求和激励理论的启发,运用问卷法、访谈法和扎根理论等方法,从博士生创新的内在需求、研究创新与教育管理实践的角度,揭示了医学博士生创新行为的驱动因素,如表1所示。为验证博士生创新行为驱动因素的可靠性和有效性,有效引导高校实践博士生创新激励管理,文章采用自编《医学博士生创新行为驱动因素》问卷,以军队医学研究生导师为样本,采用探索性因素分析(Exploratory Factor Analysis, EFA)和验证性因素分析(Confirmation Factor Analysis, CFA),对医学博士生创新行为驱动因素结构模型进行实证研究。

收稿日期: 2011-12-19

作者简介: 王方芳(1973—),女,重庆人,第三军医大学医学教育研究室副教授,博士。

陈俊国(1956—),男,北京市人,第三军医大学医学教育研究室教授,博士生导师。

基金项目: 本文系2011年重庆市研究生教育教学改革研究重点项目“重庆地区高校研究生创新激励机制及策略研究”(Yjgl10216)的阶段研究成果。

表 1 医学博士生创新行为驱动因素

V1 取得毕业证和学位证	V11 创新性的研究目标
V2 取得生活保障的收入	V12 选择/参与挑战性、创新性前沿课题研究
V3 取得社会效益和经济效益	V13 参加高水平学术交流
V4 获得个人发展(晋职晋级)的机会	V14 指导教师的引领、指导
V5 基于创新性成果的荣誉和奖励	V15 就读学科有较深厚的学术积累
V6 取得学术建树,拥有一定的学术影响和学术地位	V16 富有创造力的科研团队
V7 融洽的师生关系	V17 具有核心价值观
V8 爱情甜蜜/家庭和睦	V18 良好的科研环境和条件(时间、经费、信息、技术平台)
V9 科研团队的接纳和归属感	V19 研究成果评价标准管理制度(强调数量和质量相结合)
V10 自由、共享、和谐、创新的学科文化	V20 创新资源配置及流程的透明化

一、研究设计

1. 研究对象

发放问卷,回收有效问卷 358 份,有效率 89.5%。

采用随机抽样方法,对军队 400 名研究生导师 样本情况,如表 2 所示。

表 2 样本基本情况(N=358)

类别	性别		年龄(岁)				学位			导师类别		指导时间(年)				学科平台		
	男	女	≤40	41~50	51~60	≥61	学士	硕士	博士	硕导	博导	≤5	6~10	11~20	≥21	国家级	省部级	普通学科
人数	250	108	126	162	54	16	12	88	258	168	190	162	108	82	6	152	90	116
百分比%	69.8	30.2	35.2	45.3	15.1	4.4	3.4	24.5	72.1	46.9	53.1	45.2	30.2	22.9	1.7	42.5	25.1	24

2. 研究工具

依据医学博士生创新行为 20 项驱动因素,编制形成《医学博士生创新行为驱动因素》预试问卷。请高校领域博士生导师、研究生教育研究与管理人员对问卷内容的准确性、清晰性和可理解性进行评价。小样本预测后,仍保留 20 个项目,对个别项目进行

修正,形成正式问卷。

3. 数据处理

采用 SPSS15.0,使用相关分析、T 检验、主成分分析法等统计方法进行数据处理。将有效问卷数据随机分为基本同质的两部分。其中,一半(179 份样本)用于 EFA;一半(179 份样本)用于 CFA。

二、驱动因素及其结构的探索性因素分析

EFA 是从众多的可观测变量中概括和综合出少数几个因子,用较少因子变量来最大程度地概括解释原有的观测信息,是进行结构分析的有效方法。因此,研究采用 EFA 来确定创新行为驱动因素的基本结构。

1. 项目分析

研究采用“临界比率”(Critical Ration)进行项目分析。将问卷 20 个项目的得分依高低分为高(前 27%)低(后 27%)两组,运用独立样本 T-test 对高低两组的平均数差异进行显著性检验。结果显示,高低两组的平均数差异均有统计学显著性, $p < 0.001$,如表 3 所示。表明问卷的 20 个项目鉴别力

较高,具有可靠性和有效性,保留问卷 20 个有效驱动项目,进一步做 EFA。

表 3 项目高分组与低分组的平均数差异检验($\bar{x} \pm s$)

驱动因素	高分组(n=50)		低分组(n=50)		T 值
	Mean	SD	Mean	SD	
V1	9.26	1.175	7.54	2.501	4.40***
V2	9.30	.974	5.70	2.533	9.38***
V3	9.30	1.015	5.90	2.073	10.42***
V4	9.44	.644	7.76	1.791	6.24***
V5	9.16	1.299	6.24	2.255	7.93***
V6	9.18	1.155	6.18	2.201	8.53***
V7	9.26	1.046	5.52	1.982	11.80***
V8	9.44	.812	5.26	2.039	13.47***
V9	9.38	1.067	5.50	1.529	14.72***

驱动因素	高分组 ($n=50$)		低分组 ($n=50$)		T 值
	Mean	SD	Mean	SD	
V10	9.56	.787	6.24	1.985	10.99***
V11	9.46	.973	6.68	2.004	8.82***
V12	9.56	.733	6.36	1.935	10.93***
V13	9.36	.802	5.86	1.616	13.72***
V14	9.56	.787	6.36	1.849	11.26***
V15	9.60	.670	5.64	2.192	12.21***
V16	9.44	.951	6.08	2.019	10.65***
V17	9.50	.707	5.20	2.356	12.36***
V18	9.52	.789	6.16	2.093	10.62***
V19	9.32	.999	4.94	2.104	13.30***
V20	9.58	.673	6.14	1.702	13.29***

注:*** $p < 0.001$

2. 因素分析的适当性考察

运用 KMO 样本适应性检验和 Bartlett's 球形检验对问卷进行因素分析的适当性考察,如表 4 所示。KMO 统计量为 0.921,依据 Kaiser 的观点(1974),KMO 值在 0.9 以上,极适合做因素分析;^[2]Bartlett's 球形检验卡方值为 2184.637, $p < 0.001$,达到显著,表明适合进行因素分析。

表 5 主成分分析的主成分列表

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	9.246	46.231	46.231	9.246	46.231	46.231	5.210	26.052	26.052
2	1.937	9.683	55.915	1.937	9.683	55.915	3.360	16.801	42.853
3	1.258	6.288	62.203	1.258	6.288	62.203	2.788	13.939	56.792
4	1.025	5.124	67.327	1.025	5.124	67.327	2.107	10.535	67.327
5...	...	...	...						

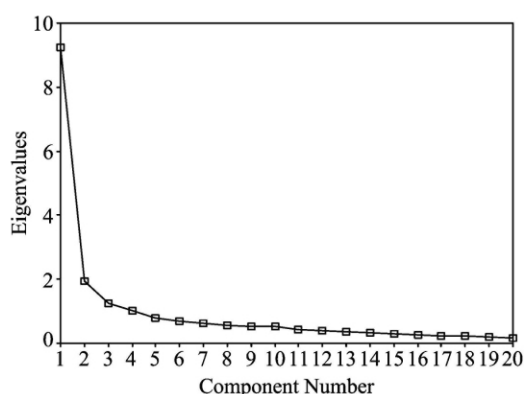


图 1 主成分分析公共因子碎石图

4 个因子的解释与命名:F1 主要体现了博士生应对和抵御社会外部环境和高校内部环境对博士生研究创新的影响和威胁而建立的系列价值理念、管理制度和环境支持,以保障并推动博士生创新目标

表 4 KMO and Bartlett's 球形检验

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.921
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	2184.637
	df	170
	Sig.	0.000

3. 主成分分析

主成分分析是寻求因子的主要方法。^[3]研究采用主成分分析法和碎石图提取公共因素,用方差最大化正交旋转分析求出旋转因素负荷矩阵,选取因素特征值大于 1 的因素,提取因素负荷大于 0.5 的项目,以确定驱动因素的基本结构。问卷项目的主成分列表显示,特征根大于 1 的主成分有 4 个,累积贡献率为 67.327%,它们反映了原变量的大部分信息,方差解释率良好,表明可提取 4 个主成分,如表 5 所示。碎石图也说明了 4 个主成分的恰当提取,如图 1 所示,因而保留 4 个因子较为适宜。经方差最大化正交旋转,得到 20 个项目因素负荷矩阵提取结果,如表 6 所示。

表 6 驱动因素的正交因素负荷矩阵 ($N=179$)

驱动因素	F1	F2	F3	F4	共同度
V1				.784	.664
V2				.768	.723
V4				.737	.621
V3				.642	.640
V5				.565	.502
V6				.551	.618
V9			.755		.718
V7			.688		.643
V10			.678		.643
V8			.627		.699
V11		.788			.732
V12		.749			.707
V13		.688			.645
V14		.597			.707
V17	.807				.776

驱动因素	F1	F2	F3	F4	共同度
V15	.789				.744
V16	.621				.615
V19	.621				.715
V20	.594				.689
V18	.543				.654

和意图的实现,及保护其创新思想和成果,命名为“防御”;F2 主要涉及博士生渴望了解相关学科专业领域高、新、尖知识与技术,提出理论解释,做出创新行动和应对措施的机会、途径与平台,以满足博士生

的创新意图和创新行动,命名为“理解”;F3 主要描述了博士生与导师、亲属和学科团队建立的密切关系,以产生热爱等积极情感,命名为“结合”;F4 主要表现为博士生会努力去获得的毕业证、学位证和物质报酬等有形物品,以及较为稀缺的学术成就、学术地位、社会影响等无形的东西,以提高博士生的成就感、幸福感,命名为“获得”。

EFA 结果表明,高校医学博士生创新行为驱动因素的基本结构可包括防御、理解、结合和获得四个维度。这一结果拟通过 CFA 进行验证。

三、驱动因素结构的验证性因素分析

CFA 是对已有理论模型与数据拟合程度的一种验证。^[4]研究运用结构方程模型(SEM),使用另一半 179 份样本数据,运用 LISREL 8.53 统计软件进行 CFA,检验 EFA 提出的 4 因子结构,采用极大似然估计对假设模型进行比较,检验模型的拟合程度。

1. 驱动因素假设模型

根据已有理论研究,提出假设模型 M1——一阶单因素模型,即驱动因素总体上由博士生创新行

为驱动因素一个因素解释。根据 EFA 研究结果,提出假设模型 M2——二阶一因素一阶四因素模型,即一阶四因素为获得、结合、理解、防御,四因素自由相关,它们共同解释了博士生创新行为驱动因素。

2. 假设模型的优劣验证

运用 CFA 验证模型的合理性,一方面通过外因潜变量和观测变量之间的相关和负荷反映各因素之间的路径;另一方面,通过拟合指标反映模型的拟合程度。^[5]M1、M2 的结构关系图,如图 2、图 3 所示。

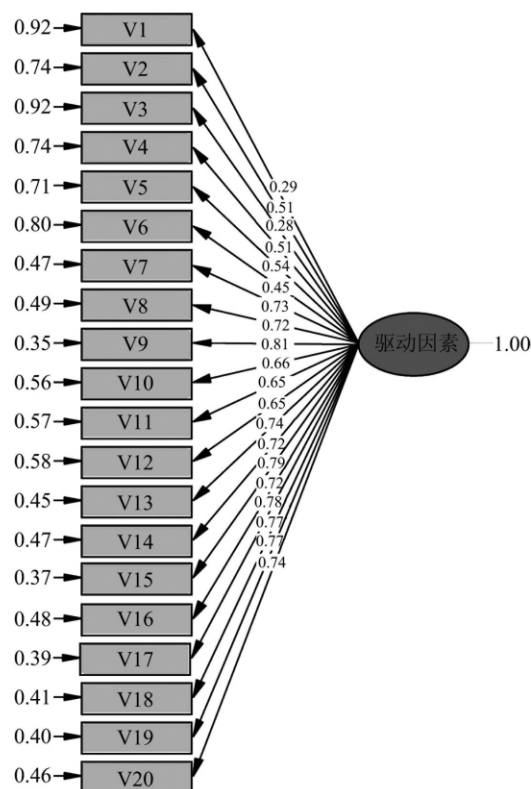


图 2 驱动因素一阶单因素模型

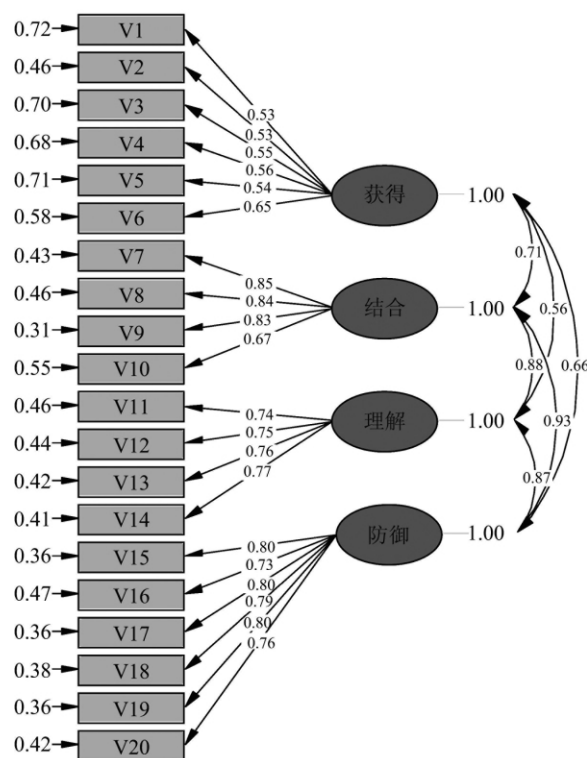


图 3 驱动因素二阶一因素一阶四因素模型

从图3可知,4个因子的驱动项目在各自因子上的负荷为0.53~0.83,负荷值均较高,表明各个因子的驱动项目能较好地作为衡量指标。

同时,研究选取了 χ^2 检验、卡方值与自由度的比值(χ^2/df)、近似误差的均方根(RMSEA)、残差均方根(RMR)、标准拟合指数(NFI)、非标准拟合指数(NNFI)、相对拟合指数(CFI)等验核标准验证

模型的拟合程度。对样本数据的另一半进行CFA,得到2个模型的各项拟合指数,如表7所示。综合各项拟合指数,参考模型简约原则,表明M2较M1拟合程度好,更为稳定、可靠,可以接受。即可以确定高校博士生创新行为驱动因素是二阶一因素一阶四因素结构模型,CFA结果验证了EFA的理论模型。

表7 驱动因素结构模型检验结果(N=179)

模型	χ^2	df	χ^2/df	RMSEA	RMR	NFI	NNFI	CFI
M1	631.88	170	3.771	0.124	0.085	0.73	0.76	0.78
M2	512.09	164	3.125	0.09	0.079	0.91	0.901	0.936

3. 信度与效度检验

问卷的Cronbach α 系数为0.9349,split-half系数为0.8561;问卷各因子的Cronbach α 系数在0.7613~0.9011,split-half系数在0.6735~0.8524,表明问卷的总体信度及各因子构面信度均

可接受。研究中,科学的研制方法和程序保证了问卷具有较好的内容效度;4个因子较好的方差解释率,各项目之间低度或中度的相关程度,各因子之间0.66~0.85($p<0.01$)的相关系数,都表明问卷结构效度较好。研究结果有效、可信。

四、结论与讨论

EFA和CFA分析表明,医学博士生创新行为驱动因素由防御、理解、结合和获得4个因子(维度)构成。4个因子是博士生发挥创造力,促进其创新行为和创新成果产生的基础。它们得到满足的程度直接影响博士生的情感,进而影响其创造性与创新行为。由此,研究形成由4个因子、20个项目共同构成的医学博士生创新行为驱动因素结构模型,如图4所示。

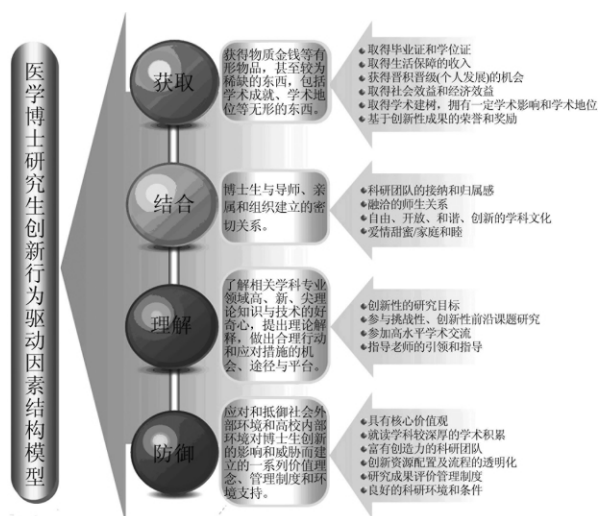


图4 医学博士生创新行为驱动因素结构模型

1. 获得,即博士生努力获得的毕业证、学位证、物质报酬、学术成就、学术地位等东西。取得毕业证

和学位证是研究生攻读博士学位最基本的动机。取得生活保障的收入,获得资助、奖励与报酬有形的东西或物品,有助于满足他们的低层次需求。获到晋职晋级个人发展的机会乃至学术成就与地位,如发表高水平SCI论文,获得高层次荣誉和奖励带来的学术影响与地位等无形的东西和体验,可以提高他们的幸福感、成就感。“获得”驱动因子通常是相对的,且难以满足。但其最容易通过高校及学科以研究贡献为基础的物质和精神激励相结合的研究绩效强化来满足。

2. 结合,即博士生与导师、亲属、科研团队和学科组织建立的密切关系,包括自由、共享、和谐、创新的学科文化,融洽的师生关系,爱情甜蜜/家庭和睦,科研团队的接纳和归属感。学校不仅是博士生学习生活的场所,也是他们进行交往活动、建立友谊、获得归属感的场所。“导师的指导和关心”和“科研团队的接纳”是博士生较重要的情感需求。^[8]员工与亲属、组织建立的群体关系对员工的投入度产生影响最大。^[9]幸福的爱情,融洽的师生关系,培育强烈团队归属感等,会产生持久的激励作用,也有助于研究生健康成长。当博士生获得亲人的关心、导师的关怀,团队的接纳,就会产生热爱、依恋等积极情感,其研究激励度就会大大提高,从而激发其创造力;反之,就可能出现孤独、愤世嫉俗、情绪低落等消极情

感,从而影响其研究的投入度,最终影响研究绩效。满足“结合”驱动因子最有效的方法就是建立促进学科团队自由、共享、和谐、创新的文化。

3. 理解,即满足博士生创新意图对相关学科专业领域高、新、尖知识与技能的需求,以提出理论解释,做出创新行动和应对措施的机会、途径与平台。博士生研究创新需要相关学科专业领域理论知识与技能。“理解”驱动因子与工作参与度关系最为密切。^[10]挑战性工作带来的压力有利于促进员工创新。^[11]如富有挑战性的前沿课题研究,常常会让博士生充满激情,极富斗志,充分释放内在潜力,最大限度地调动积极性和创造欲望。而当他们从事无新意、无价值或无前途的研究时,就会感到沮丧,士气低落。因此,创新性的研究目标,参与挑战性前沿课题研究,指导教师的引领、指导,参加高水平学术交流等有助于满足“理解”驱动因子。其中,让博士生从事具有适当难度和复杂性的课题研究,特别是选择或参与重大挑战性前沿课题研究,是满足“理解”驱动因子的最佳途径。

4. 防御,即应对和抵御社会外部环境和高校内部环境对博士生研究创新的影响和威胁而建立的一

系列价值理念、管理制度和环境支持,以保障并推动博士生创新目标和意图的实现,及保护其创新思想和成果。坚定的信念产生明确的目的,这是创造性的重要特征。博士生正视坚定而明确的目的和奉献精神,才会有奋发拼搏、百折不挠的精神,才能做出创新性探索。面对外来影响和威胁,保护自己的思想、行为和成果是人类的天性。“斗不过就逃”是多数动物共有的基本反应。对此人类通常表现出攻击性或防御性的行为,并积极寻求建立制度来推动公平和正义。因此,建立与博士生研究贡献相匹配的利益分配(酬金)制度,以及强调并提高创新资源配置及其流程的公平性、透明度,在奖励、交流任务选派等认可中体现公正与透明的制度,强调从内容导向的研究评估和程序导向的品质保证的研究项目及成果评价制度等有助于满足“防御”驱动因子。“防御”因子得到满足,博士生就会觉得安全和自信;反之,就会因自己的思想、行为和成果缺乏制度的保护而产生无助、恐惧、反感、颓废等消极情感。如相关博士生评价制度对于博士生取得毕业证和学位证的威胁,易助长博士生产生急功近利等不利于研究创新的思想 and 行为,影响其创新目标和意图的达成。

参考文献:

- [1] 杨卫. 研究生的协同式创新[J]. 学位与研究生教育, 2006, (6): 1-5.
- [2] Kaiser, H. F. An index of factorial simplicity [J]. Psychometrika, 1974, (39): 31-36.
- [3] 杨晓明. SPSS 在教育统计中的运用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [4][5] 侯杰泰, 温忠麟, 成子娟. 结构方程模型及其应用[M]. 北京: 教育科学出版社, 2004.
- [6] 王方芳等. 军队医学博士生需求现状和特征分析——基于 3 所军医大学的调查[J]. 中国高教研究, 2009, (8): 51-54.
- [7][8] [美] 尼廷·诺里亚, 鲍里斯·格鲁斯伯格, 琳达·埃琳·李. 员工激励的“四力模型”[J]. 哈佛商业评论, 2008, (8): 88-103.
- [9] 周禹. 驱动创新: 人力资源管理的十大作为[J]. 中国劳动, 2007, (1): 40-43.

A Structural Model Study on Motivational Factors of Medical Doctoral Students' Innovative Behavior — Based on Exploratory Factor Analysis and Confirmatory Factor Analysis

WANG Fang-fang, ZHAO Kun, SHEN Juan and CHEN Jun-guo

(Department of Medical Education, Third Military Medical University, Chongqing 400038)

Abstract: Based on a questionnaire survey as well as EFA and CFA, a structural model has been developed to investigate the motivational factors of medical doctoral students' innovative behavior. The model reveals the typical phases and factors of student behavior. The study shows that the effective and reliable motivational factors of innovative behavior consist of four dimensions, namely, defense, understanding, integration and attainment. The model may be used as a theoretical basis and empirical tool for universities (programs) to implement and evaluate schemes for student management.

Keywords: doctor students, innovative behavior, motivation, structural model, EFA, CFA