血液净化中心虚拟现实技术辅助专科培训体验的质性研究

周跃　夏鹏　夏京华
中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院肾内科，北京 100730
通信作者：夏京华，Email：jcxia2004@aliyun.com

【摘要】 目的　探讨血液净化中心护士参与虚拟现实（virtual reality，VR）技术辅助的专科培训体验，为优化培训方案提供参考。**方法**　采用目的抽样法，连续纳入2025年11月至12月中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院血液净化中心10名护士为研究对象，依据Kolb体验学习理论，开展为期4周的VR技术辅助专科培训，采用半结构式访谈法收集资料，运用Colaizzi七步分析法进行分析。**结果**　共提取4个主题，分别是VR技术辅助专科培训的应用价值、沉浸式及互动式提升培训体验、VR培训的现实障碍、对VR技术辅助专科培训优化表示期盼。**结论**　血液净化中心护士对VR技术辅助专科培训的接受度及评价较高，有助于提升其实操技巧，但在设备舒适度、资源保障及人文关怀方面仍存在不足，需以护士培训体验为抓手，构建规范化的质量控制体系，深化技术与人文关怀的融合。

【关键词】 血液净化中心；　护士；　虚拟现实技术；　质性研究
【中图分类号】 R473；R331.1
基金项目：中央高水平医院临床科研专项（2022-PUMCH-A-169）；协和人才培育支持计划（UBJ11228）
DOI：10.3760/cma.j.cn116021-20260323-02302

A qualitative study on the experience of virtual reality-assisted specialized training in a blood purification center

Zhou Yue, Xia Peng, Xia Jinghua
Department of Nephrology, Peking Union Medical College Hospital, Peking Union Medical College, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China
Corresponding author: Xia Jinghua, Email: jcxia2004@aliyun.com

【Abstract】 Objective　To explore the experience of nurses in a blood purification center participating in specialized training assisted by virtual reality (VR) technology, and provide a reference for optimizing the training program. **Methods**　Using purposive sampling, a total of 10 nurses from the Blood Purification Center of Peking Union Medical College Hospital, Peking Union Medical College, Chinese Academy of Medical Sciences were consecutively enrolled from November to December 2025 as study subjects. Based on Kolb's experiential learning theory, a 4-week VR-assisted specialized training program was implemented. Data were collected through semi-structured interviews and analyzed using Colaizzi's seven-step analysis method. **Results**　Four themes were extracted, including the application value of VR-assisted specialized training, immersive and interactive enhancement of training experience, practical barriers to VR training, and expectations for the optimization of VR-assisted specialized training. **Conclusions**　Nurses in the blood purification center showed high acceptance and positive evaluation of VR-assisted specialized training, which helps improve their practical skills. However, deficiencies remain in device comfort, resource availability, and humanistic care. It is necessary to focus on nurse training experience, establish a standardized quality control system, and deepen the integration of technology and humanistic care.

【Key words】 Blood purification center; Nurse; Virtual reality technology; Qualitative study

Fund program: National High Level Hospital Clinical Research Funding (2022-PUMCH-A-169); Peking Union Medical College Talent Cultivation Support Program (UBJ11228)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20260323-02302

当前全世界范围内约有300万人接受血液净化治疗，预计2030年人数将增长50%[1]。血液净化操作具有一定技术难度，且对护理专业性有较高要求[2]。培养血液净化专科护士并提升其专业核心能力是重点问题之一，尤其是对正处于血液净化中心专业技能培训阶段的护士而言。传统技能培训多围绕现场理论授课、演示及跟岗实践展开，虽能帮助专科护士掌握相关知识技能，但在调动参与积极性及综合能力培养方面仍存在不足[3]。Kolb体验学习理论强调[4]，学习始于具体体验，并借由反思观察形成抽象概念，最终在新情境中主动验证。虚拟现实（virtual reality，VR）技术因其具备可交互、可重复操作的优势而被广泛应用于护理教育培训领域，有望实现Kolb体验学习理论中所述的学习路径。VR技术在慢性疼痛管理、物理康复锻炼等领域均展现出较好的辅助效果[5]，但现阶段仍缺乏对护士培训过程中主观体验、学习需求的深入探析[6]。质性研究具备研究思路明晰、研究方法全面、研究假设受干扰程度小等优势，能揭示量化数据无法评估的主观感受、深层需求等。本文基于Kolb体验学习理论，采用质性研究方法，对血液净化中心护士在参与VR技术辅助的专科培训时的体验和真实感受进行访谈，旨在探讨：①VR培训模式对护士职业技能、学习动机方面的作用及价值；②VR技术实施过程中护士的培训体验；③VR技术推广应用的障碍因素；④VR技术在护士专科培训中的优化建议，以期为构建科学高效且人性化的培训方案提供参考。

1 资料与方法

1.1 资料来源

经中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院伦理委员会批准通过（K25C3962），本研究以目的抽样法于2025年11月至12月选取10名血液净化中心护士作为研究对象，并对其展开半结构化访谈，样本量以受访者获取信息饱和为准[7]。基于研究安全性及伦理原则，设定纳入标准及排除标准，均已通过研究小组讨论及伦理委员会审查同意。纳入标准：①思路清晰，表达能力较优；②截至本研究开始时，在血液净化中心工作经验<18个月（即正处于专业技能及岗位胜任力成长期）者；③均已知晓本研究内容且同意参与；④无晕动症者；⑤听力正常且能以普通话完成交流者；⑥目前及过去均无认知行为障碍者；⑦中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院护士（实习护生除外）；⑧非肄业者。排除标准：①非注册护士；②非初次接受血液净化中心专科培训者；③因事假、病假无法完成全部培训者或培训期间请假次数≥7次者；④培训期间配合度低者；⑤既往6个月内经历重大负性事件（如处理或导致护理不良事件、接受心理干预等）者；⑥经静态平衡仪检测判定为平衡力差[8]或培训期间因故存在行动不便者；⑦妊娠或哺乳期女性；⑧对VR材质过敏（接触皮肤出现红肿、发炎）者。

1.2 研究方法

1.2.1 VR培训

本研究参考既往相关研究及院内护士培训标准操作规程，开展基于Kolb理论的VR辅助专科培训，VR培训流程如图1所示。培训总时长为8 h，分4周完成，每周2次，每次60 min。所有研究对象的培训均在安静独立的房间内完成，由1名VR技术人员及1名血液净化中心教学组长协助指导。单次培训结束后，护士均需填写反思记录，内容包括本次培训的收获、所遇到的困难及改进想法。由反思记录可知，研究对象在培训过程中均呈现出从初步掌握VR到可借助VR预判风险的成长轨迹。所有研究对象均全程完成VR培训各环节，该完成情况由研究小组成员通过培训记录和签到表予以确认。

1.2.2 制定访谈提纲

成立研究小组，成员包括1名大科护士长、1名血液净化中心护士长、1名血液净化中心教学组长、2名VR技术辅助培训负责人、1名从业10年以上的专科医师。正式访谈前，上述小组成员均接受了VR技术辅助专科培训相关理论知识及质性研究方法的培训。研究小组查阅相关文献[9]及护理管理机构文件，初步拟定访谈提纲，经预访谈后依据2名护理专家的意见进行修改，最终确定访谈提纲，详见表1。

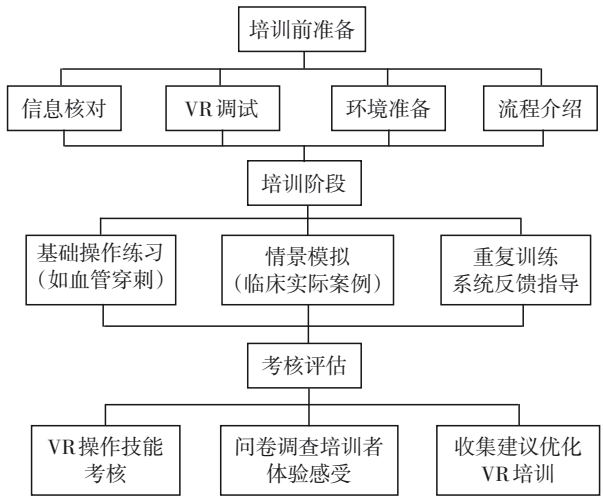


图1　VR培训流程图

表1　访谈提纲

序号	问题
1	您认为VR技术辅助专科培训对血液净化护士及其工作是否有益？如果有，请具体说明
2	您认为VR技术辅助专科培训对血液净化患者是否有益？如果有，请具体说明
3	您在此次VR技术辅助专科培训中有哪些印象深刻的学习体验或收获
4	您认为VR技术辅助专科培训与传统专科培训相比最大的不同点在哪？有何优势或劣势
5	本次VR技术辅助专科培训中，您是否遇到困难或不便之处？如果有，请具体说明
6	您对此次VR技术辅助专科培训体验感受如何？是否愿意向他人推荐？为什么
7	对于VR技术辅助血液净化专科培训，您有何建议

1.2.3　访谈实施

通过半结构式访谈法对受访者进行面对面访谈。访谈前，由访谈人员主动与受访者取得联系，告知其访谈目的与意义，并说明访谈过程中需全程录像及录音，确认受访者对上述内容完全了解后，与其确认访谈地点（需保证隐私性较好、宽敞、安静）与时间（访谈时长约3 045 min，访谈次数约12次）。访谈人员由2名提前接受定性研究方法培训且长期从事专科护士培训的管理人员担任。访谈正式开始前，由受访者签署知情同意书，再由访谈人员向受访者介绍本次研究。访谈中，由其中1名访谈人员依据访谈提纲中的7项问题向受访者提问；访谈人员在受访者回答过程中注意仔细倾听，不对受访者陈述的观点进行点评或指向性引导，仅结合其具体内容做追问式交流，并注意观察受访者的肢体动作及面部表情，鼓励其发表真实感受，结合其回答内容灵活调整提问顺序或提问方式。另1名访谈人员全程录音、做笔录，并在适当时机补充提问。若访谈过程中受访者表现出情绪或生理不适，应及时中止访谈。访谈末尾以“我的提问结束了，您是否还有其他内容分享”作为结束语，向受访者确认是否有其他观点需要补充；若无，则结束访谈，并向受访者表达感谢。为保护受访者隐私，本研究中受访者姓名均以NX编号代替（X为1~10）。

1.2.4　资料分析

访谈结束后，由1名研究小组成员于24 h内对录音材料进行转录，对受访者在访谈过程中的情绪及语言、肢体表达进行标注，由另1名研究小组成员对转录后的文字稿进行核对，确认录音及文字信息一致。研究小组成员共同商讨存在疑问或歧义的部分。由2名经过质性研究方法培训的研究人员采用Colaizzi七步分析法及NVivo 11.0软件进行资料分析。分析步骤如下：①对所有受访者访谈资料进行仔细研读，了解并熟悉访谈信息；②对访谈资料内容进行逐字逐句分析与识别，对与本研究密切相关的重要信息进行提炼、归纳；③各自对上述归纳信息中反复出现的、有价值的内容进行编码处理；④将编码后的信息进行汇总，比较异同，经协商讨论后达成一致，确定主题雏形；⑤以书面语对上述信息进行详细描述，确认无遗漏信息；⑥比较类似主题，辨别并抽取相似观点，构建主题；⑦初步完成主题构建后，由研究小组将主题分析结果整理为书面反馈表，通过医院内部工作沟通群发送给10名受访者，并约定在3个工作日内进行一对一简单回访。回访中，研究者逐条向受访者解释提炼的主题及编码含义，询问已分析主题是否准确反映其真实体验与感受，有无重要内容被遗漏或曲解。若有偏颇，则返回至第一步重新逐步分析。整个回访过程均以书面形式记录，并由受访者签字确认。主题分析流程及主题框架见图2、表2。若2名研究人员对编码信息归类存有分歧，由第3名资深（从事年限≥10年）质性研究人员参与讨论，直至达成共识。

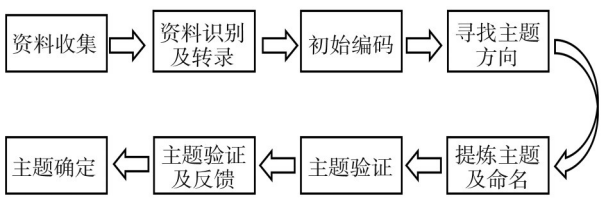


图2　主题分析流程图

表2　主题框架

主题	亚主题	编码示例
VR技术辅助专科培训应用价值	提升护士操作技能及工作胜任力	“反复练习”
	保障患者生命安全	“从容应对”“预知”
沉浸式及互动式提升培训体验	主观参与意愿及专注力提升	“集中”“学习效率”
	高交互提升学习趣味性	“互动游戏”“参与”
VR培训现实障碍	VR使用初期存在生理性不适	“头晕”“眼睛干涩”
	VR培训场景过于标准化	“不符合真实情境”
	资源条件不足影响大	“设备只有几台”
	团队协作及人文关怀欠缺	“没有团队协作感”
对VR技术辅助专科培训优化表示期盼	无	“轻量化”

1.2.5　质量控制

①所有程序均按照赫尔辛基宣言(2013年修订版)及其后续修正案的伦理标准进行,严格遵守知情同意及保密原则;②访谈人员在正式访谈之前均接受质性研究培训,具备一定的访谈经验及技巧,在访谈过程中不对受访者进行任何引导性干扰,并充分尊重受访者,鼓励其真实、自由地表达心理感受;③访谈结束后,研究小组对所分析的访谈资料进行二次核对,确保资料信息真实可靠,同时,数据分析采取双人核对及交叉验证的方式,若不一致,及时溯源纠正。

2　结果

2.1　研究对象基本情况

本文共访谈10名血液净化中心护士,并依次对其进行N1~N10编号,详见表3。其中,N3、N4、N5、N9护龄较长,但其在血液净化中心的工作年限均<18个月。经核实,上述护士均为近期从其他护理岗位(如急诊科)转岗至血液净化中心,符合本研究纳排标准。

表3　受访者一般资料(n=10)

编号	性别	年龄(岁)	护龄(月)	血液净化中心工作年限(月)	学历	培训选拔方式	访谈时间(min)
N1	女	24	27	12	本科	自愿报名	42
N2	男	25	39	9	本科	自愿报名	38
N3	女	32	123	2	研究生	领导选派	39
N4	女	45	255	3	本科	领导选派	43
N5	女	40	219	6	本科	科室推荐	38
N6	女	30	99	13	本科	科室推荐	43
N7	女	24	27	3	本科	自愿报名	44
N8	男	22	3	3	本科	自愿报名	39
N9	女	37	183	6	本科	科室推荐	40
N10	男	29	87	2	研究生	自愿报名	40

2.2　主题分析

本文通过质性研究对10名血液净化中心护士进行半结构式访谈后,共提炼出4个主题9个亚主题,具体分析如下。

2.2.1　主题一:VR技术辅助专科培训应用价值

一是提升护士操作技能及工作胜任力。在谈及VR技术应用于血液透析培训的作用时,所有受访者均明确表示,经过VR技术辅助的专业培训后,自身的血液净化护理实操技能较之前有所提升。N1和N3认为VR技术借助计算机为护士搭建了无限接近现实的逼真环境,能够帮助护士沉浸式体验血液透析操作,例如血液透析的流程、动静脉内瘘的评估以及其他特殊治疗的高难度操作。N5表示:“VR技术给我提供了一个可以大胆试错的练习平台,在这里失败了就重新再来,我不会感到特别沮丧,反而会因为下一次的进步感受到鼓励。而且因为能够反复练习,这种重复的操作训练让我在实际操作时心里更有底了。”N8表示:“我刚刚入职不久,实战机会很少,所以面对实际操作的时候心理压力很大,总是担心自己做不好。但是VR技术培训就像是一场没有风险的演练,我练习的时候很专注、很平静,而且它还能及时纠正我操作中的错误。”详情见表4。

表4　提升护士操作技能及工作胜任力主题框架

项目	内涵(访谈人员示例)
环境	VR构建逼真环境,操作流程规范化,操作细节直观化(N1、N3)
强化技能	可重复操作可不断试错、巩固操作技能(N5)
心理安全感	无风险环境减轻心理压力,提升专注力(N8)

二是保障患者生命安全。在问及“您认为VR技术辅助专科培训对血液净化患者是否有益?如果有,请具体说明”这一问题时,多数受访者表示VR

技术辅助专科培训的最终成果将惠及患者，患者生命安全能够得到强力保障。N6认为VR技术通过对各种危急场景（例如透析器破膜、透析中低血压、空气栓塞等）进行模拟，护士的应急处理能力都能得到锻炼。N7：“以前对重症危急情况的处理主要靠理论推演，但是VR技术把整个抢救过程都直观重现出来了，像是一种‘预知’，我们在面对真实事件的时候好像都更从容更冷静了。”N2表示：“VR技术辅助的专科培训是以练习为主要内容的，这种培训方式能够提高护士实际工作的操作能力和适应性，如果患者突发风险事件，我们能更好应对处理。”详情见表5。

表5　保障患者生命安全主题框架

项目	内涵（访谈人员示例）
场景模拟	VR模拟血液净化科紧急情境，提升应急能力（N6）
心理预演	重现抢救过程，提升风险事件应对从容度（N7）
实战操作	反复练习提高实际工作操作适应性及准确性（N2）

2.2.2　主题二：沉浸式及互动式提升培训体验

一是主观参与意愿及专注力提升。VR技术可通过人工智能算法及实时数据捕捉追踪用户的动作并予以反馈，如错误及成功的提示、确认等指令。N5认为，VR技术辅助培训相较于既往传统培训方式，具备独特且感知强烈的“临场感”和“沉浸感”优势，这种感觉加深了培训人员培训学习时的专注度和投入度，也极大地减少了外界因素的干扰。N10表示：“我戴上VR头显后就好像直接移动到了透析室，当时看到的听到的都和现实一模一样，我的神经立马高度集中，感觉自己学习效率都提高了。”N7也认为，和传统培训相比，VR技术带来的高度沉浸，让培训人员对操作细节和操作流程都有了更为细致和深刻的认知，学习效率和成效均得到极大提升。她表示：“我以前在学校看老师操作讲解，因为视野的问题很容易忽略一些细节上的处理，但是在VR里整个操作场景都是立体展示的，我能看得更清楚、更仔细。而且如果我第一次没看清，还可以再看一遍，感觉学习压力也没那么大。”详情见表6。

表6　主观参与意愿及专注力提升主题框架

项目	内涵（访谈人员示例）
专注度	高度仿真环境促使注意力集中（N5）
认知力	VR立体展示帮助理解细致操作（N10）
减轻压力	可反复观看，减轻学习焦虑感（N7）

二是高交互提升学习趣味性。传统的专科培训主要依赖固定教材，无法反映最新医疗技术及理念，同时因教学方式单一无法满足多样的个体化需求，易造成培训效率低下、培训人员积极性不高等问题[10]。N3及N7均认为，VR技术辅助的专科培训与传统培训最大的不同点在于，后者只需被动接受信息即可，但前者要求培训人员具备一定主动操作性和决策力。N3进一步表示：“VR需要你自己手动操作，比如划动面板、点击，这种交互操作的感觉让我觉得很有趣，像是小时候玩的互动小游戏，没有那种以前培训上课时的紧张感了。”N9认为VR技术辅助中特殊的交互设计极大激发了护士培训时学习和主动探索的欲望，这种类游戏的交互式操作和反馈也增强了护士学习的参与积极性及成就感，培训过程从被动化吸收变为主动式参与。详情见表7。

表7　高交互提升学习趣味性主题框架

项目	内涵（访谈人员示例）
参与感	手动操作及决策，变被动为主动（N3、N7）
趣味性	类游戏交互设计（N3）
反馈激励	交互反馈，增强成就感及学习欲望（N9）

2.2.3　主题三：VR培训现实障碍

一是VR使用存在生理性不适。VR设备需以头显为依托建立同用户感官体验的链接，而头显本身较重，专科培训涉及内容较广，长时间配戴会对用户面部产生压迫，造成头部及颈部的不适感[11]。在问及“您对于此次VR技术辅助专科培训体验感受如何？是否愿意向他人推荐？为什么？”这一问题时，多数受访者均表示单次使用VR头显≥30 min或出现VR设备画面刷新率偏低（卡顿、延迟）时存在不适感，如头晕、眼睛干涩。N2表示，她愿意向更多人推荐使用VR技术，但同时她也认为，尽管VR技术辅助专科培训具备优势，但在应用过程中暴露的问题不容忽视。她表示：“配戴时间超过半小时左右后，感到头晕，使用时间长了眼睛也会觉得有点干涩和不舒服。但是技术人员帮忙调整了VR参数，不适有所缓解。”N4也表示：“血液净化作为一项高度依赖操作技能的工作，实操手感很重要。但是VR技术辅助下手柄灵敏度有时存在误差，与现实器械的触感也存在差距，训练的时候总觉得差点意思。”详情见表8。

表 8 VR 培训现实障碍主题框架

项目	内涵（访谈人员示例）
视觉疲劳	VR 设备硬件条件及参数优化可能导致头晕、眼干（N2）
触觉反馈不足	手柄灵敏度存在误差，与真实器械触感存在差距（N4）

二是 VR 培训场景过于标准化。VR 技术作为近些年来被应用于医疗培训的新技术，尚未在血液净化这一专科领域内进行深度交互，故在创建逼真场景时通常依赖于标准化流程，而忽略现实中存在的突发异常情况。真实医疗操作涉及复杂物理交互，如组织弹性、液体流动等，物理模型需简化以保障长时间的 VR 技术辅助专科培训[12]。N3 和 N6 认为，VR 提供的模板化训练内容和实际医护工作情况存在极大脱节，当前 VR 中提供的培训场景，并不符合真实的工作情境。N6 表示："VR 里的案例都太标准和单一了，现实情况可能会更复杂。"N7 也表示："VR 里的病人情况都比较标准化。但现实里病人个体差异化都很大，每个人的情况都不一样，如果 VR 培训里能涉及更多的个性化和复杂病例就更好了。"详情见表 9。

表 9 VR 培训场景过于标准化主题框架

项目	内涵（访谈人员示例）
场景单一	VR 案例均为标准模板，缺乏多样性（N3、N6）
病例同质化	未涵盖个体差异大、病情复杂情况（N7）
与真实情境脱节	难以反映、模拟实际工作中突发、危及情况（N3、N6）

三是资源条件不足。血液净化中心所接触的病人病情复杂，通常伴有糖尿病、心血管疾病等症状，护士工作涵盖多种动态可变的场景，需依靠团队协作力量。N1："VR 技术培训通常需在单独的空间配戴专业设备进行训练，但是我们平时的工作都挺忙的，用 VR 做一次练习其实还挺麻烦的。"多数受访者在访谈中均表示当前科室内 VR 设备数量有限，轮流使用进行培训，不仅不方便排班工作，也不利于学习成果转化。N4 表示："现在科室里 VR 设备只有两台，每次练习都和上一次隔得很久，感觉学的东西都不是很连贯。"N8 则表示，VR 设备的资源条件有限，使用起来也不方便，一定程度上削弱了护士参与培训的积极性，若能以轻量化可随身携带设备学习，或许更有利于培训内容转化。详情见表 10。

表 10 资源条件不足主题框架

项目	内涵（访谈人员示例）
设备不足	科室 VR 设备有限，需轮流使用，影响工作排班及学习连贯（N3、N7）
训练间隔长	学习难以持续，学习成果转化受限（N3）
使用局限	设备操作不便，削弱参与积极性（N9）

四是团队协作及人文关怀欠缺。考虑到血液净化中心病人病情及操作技术难度，团队成员间需高度配合，以确保操作流程的规范化及精确性，尽可能降低出血、感染等并发症发生风险。N4 与 N8 认为，密切的团队协作是保证血液净化中心服务质量的关键，但是 VR 技术辅助的专科培训并没有就团队协作这一内容进行展开。N4 指出："VR 技术辅助的专科培训都是单人模式，根本没有团队间的协作感和配合感，平时练习也是单人进行，并没有训练我们团队成员间的协作能力和沟通效率，实际工作中如果真的遇到突发应急事件，我心里其实还是会有些没底。"此外，多数受访者均认为，血液净化中心传统"师徒制"教授关系中的温情和关怀在 VR 技术中完全没有体现。N9 表示："在 VR 中操作失误只有一条冷冰冰的错误提示，但是现实里老师会拍拍我的肩膀鼓励说'没有关系，再来一次'。"详情见表 11。

表 11 团队协作及人文关怀欠缺主题框架

项目	内涵（访谈人员示例）
缺乏团队协作	仅有单人模式，无法训练团队沟通配合（N4、N8）
缺乏人文关怀	错误提示机械冰冷，无人情化鼓励与支持（N9）

2.2.4 主题四：对 VR 技术辅助专科培训优化表示期盼

本研究中，整体护龄或血液净化中心工作年资较短的护士普遍反映 VR 培训增强了操作信心，所有受访者均一致认可 VR 技术辅助在血液净化专科培训中的应用前景，并表示对智能化技术应用与人性化培训内容的进一步融合与优化感到期待。N10 表示："在正式引入 VR 技术之前，最好能对我们进行充分的操作培训，这样我们能更快地上手练习。也希望技术合作方能够根据实际临床反馈继续优化交互感，比如手柄的重量和操作体验的真实性。"N6 认为，VR 技术不能替代传统培训模式，二者并非非黑即白的关系，而应是互补性的融合关系。N4 也表示，血液净化中心工作具有长期性，同时面对的病人个体差异性大，医护工作的顺利展开离不

开与患者的沟通交流，而这往往与人文关怀密切相关。她进一步指出："VR技术的应用对实操练习帮助很大，但如果将这项技术与导师线下面对面指导相结合，在确保培训成果的同时保留人文关怀，也许最终达成的效果会更好。"详情见表12。

表12　对VR技术辅助专科培训优化表示期盼主题框架

项目	内涵（访谈人员示例）
操作需求	引入VR培训前对护士进行操作训练（N10）
内容需求	增加个性化及复杂病例（N6、N10）
模式需求	VR培训结合导师线下指导，兼顾理论及人文（N4、N6）

3　讨论

3.1　VR技术推动"理论灌输"到"体验学习"

与传统培训方式相比，VR技术加速理论知识向实践能力的内化，通过构建模拟环境帮助护士将抽象概念具象化，这一发现与Kolb理论相吻合。既往研究[13]发现，护理专业师生对VR技术的使用意愿较高，且VR技术能够提升学习效率及技能考核成绩。本研究进一步揭示：VR技术提供的沉浸式体验是提升护士应急处理能力的关键所在，其原因可能与VR技术培训激发护士心理预演有关。VR技术提供的低风险、可试错的练习环境能够降低护士心理压力，进而提升新入职低年资护士的操作技巧，避免其因练习次数有限而导致实际操作失误。护士在虚拟场景中反复演练危机处置，可形成条件反射式的应对模式，从而在真实场景中更加从容。由此可知，VR技术可为护士提供沉浸式体验，促使其产生更强的主动学习内驱力，具备较强的临床推广价值，能够为血液净化乃至其他具有高操作需求的专科人才培养提供新路径。

3.2　VR应用亟须"技术可用"到"临床好用"

尽管护士对VR技术培训的应用价值高度认可，但仍有部分护士表示VR技术面临诸多临床使用问题，集中体现在设备使用、应用场景、资源条件及人文关怀4个方面。这可能与VR技术培训仍处于技术驱动阶段，侧重于功能而忽略了临床真实需求及护士个体差异有关。VR技术若要真正赋能临床培训，必须摒弃单纯的技术堆叠，从护士实际使用体验及需求出发，解决从"技术可用"到"临床好用"的难题。这提示医院应强化与技术合作方之间的沟通联系，构建系统化质量评估体系：①定期评估VR设备，保证VR画面清晰及交互灵敏；②结合国际权威指南及临床实际经验实时更新VR培训案例数据库，定期（如每2个月）新增1~2个临床真实案例；③记录护士通过VR培训的单次或总时长、错误类型等，形成个体化学习档案；④纳入客观考核以评估护士VR培训后的技能提升情况，每2周通过会议总结，对技能提升不明显的护士提出针对性改进建议。解决VR设备、内容及资源问题后，其技术应用才可真正赋能临床专科护士技能培训。

3.3　VR技术需从"技术驱动"到"体验驱动"

VR技术辅助的血液净化中心护士培训模式仍有局限性：操作失误时缺乏鼓励与情感支持，且操作以单人练习为主，难以实现团队沟通与配合，削弱了护士的使用体验。Situmorang[14]认为，以VR技术为主的智慧教学应注重线上线下相融合的教学模式，有助于改进护士学习效果及专科护理教学质量。本研究据此提出基于VR技术构建"技术—人文—管理"的三维度融合体系：技术层面，未来VR技术辅助专科培训需注重护士使用时的体感，如开发轻量化头显设备、优化VR参数以减轻不适感；人文层面，通过调节视觉及触觉反馈机制尽可能还原现实操作器械的触感，同时引入人工智能算法捕捉护士培训过程中异常的情绪及反应，并自动制定、调节个性化训练方案；管理层面，开发纳入多种社会角色的医疗场景并提供多人练习模式，以提升护士团队间的协作与互动。此外，为参训护士建立专门的个体化学习档案，记录其VR使用相关信息（包括训练时长、错误类型等），绘制技能成长曲线，借助云端及大数据功能定期为其提供数据驱动的反馈并促进改进。本文对VR辅助专科培训提出展望，未来该技术还可与床旁教学融合，提升护士岗位胜任力提出了展望。例如，护士可预先在VR培训环境中进行高风险操作模拟演练，之后由带教教师指导完成床旁实操；围绕血液净化专科护士核心能力，分类型设计VR培训教学板块，并以实际床旁教学结果进行评估等。

3.4　研究不足及展望

既往有关VR辅助培训的质性研究多围绕急危重症或手术室护理领域，如邓晨阳等[15]探讨了VR技术在护理本科教学中的应用效果，而本研究聚焦血液净化这一高风险、操作技术难度较高的专科。相较于国外同类型研究，本研究重点关注VR技术在我国医疗领域中的现有应用障碍和困境，对国内医院实施VR技术辅助培训具有直接指导意义。值得

注意的是，研究对象N3、N4、N5、N9均为近期转岗至血液净化中心者，虽整体护龄较长，且均符合纳排标准，且上述跨科护士为本研究提供了更为多元的结论解释视角。但本研究仍存在不足：研究样本仅选自中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院血液净化中心，且样本量较小，尚未覆盖不同地区、层级，研究结论普适性较弱；研究尚未就VR技术辅助的专科培训对护士长期职业发展的影响进行追踪，且未涉及VR技术中人工智能反馈对护士能力提升的作用；本研究访谈提纲中部分问题设计存在缺陷，如“您认为VR技术辅助专科培训对护士是否有益？”存在诱导性，可能影响受访者的最终回答；此外，本研究纳入的研究对象包括应届新护士及非新入职的低年资血液净化中心护士，二者学习需求或存在差异，可能对本研究结论造成干扰。日后可展开多中心、大样本的长期追踪研究，通过邀请质性研究专家对访谈提纲进行前置评审，采用更为中性的开放式问题完成信息收集，将人工智能反馈纳入VR培训课程设计，探索人工智能协同VR辅助专科培训对护士能力提升的应用效果，验证VR技术辅助专科培训的长期效果及普适性。

4 结语

血液净化中心护士对VR技术辅助专科培训具有较好体验，但该技术在普适应用方面与现实情况之间尚存在冲突。为强化护士培训过程中的体验，需以护士培训体验为抓手，构建规范化的质量控制体系、深化技术与人文关怀的融合，为VR更好地融入现实工作情境、实现科技赋能、提升护士的实操技巧和工作能力提供参考。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 周跃：研究设计、访谈执行、数据转录编码、论文撰写；夏鹏：数据验证、论文修改；夏京华：伦理申请、研究监督及审核

参考文献

[1] 朱辉，童晓艳，储润. 血液净化中心护士对维持性血液透析患者死亡回避现状及影响因素[J]. 国际护理学杂志，2025，44(15)：2862-2866. DOI: 10.3760/cma.j.cn221370-20241108-00619.

[2] Jia W, Dong W, Fan X, et al. Analysis of the mediating effect of social status perception on professional identity and work engagement of blood purification nurses [J]. Sci Rep, 2024, 14: 30722. DOI: 10.1038/s41598-024-80120-y.

[3] 赵梦璐，刘霞，卢晓虹，等. 电子书包联合虚拟现实技术在新入职护士培训中的应用[J]. 中国护理管理，2024，24(11)：1655-1660. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1756.2024.11.012.

[4] 张川林，米洁，任思睿，等. 基于Kolb学习风格理论教学在重症专科护士培训中的应用研究[J]. 中华医学教育探索杂志，2024，23(7)：979-983. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20230928-01783.

[5] Çetinkaya Özdemir S, Stolt M. The effect of virtual reality on patients' experiences of pain during painful wound care procedure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. BMC Nurs, 2025, 24(1): 1346. DOI: 10.1186/s12912-025-03984-z.

[6] 谢拉，程晶，刘湘萍，等. 沉浸式虚拟现实创伤急救护理培训系统的开发及应用[J]. 护理学杂志，2024，39(8)：85-88. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2024.08.085.

[7] 夏京华，朱文博，周跃，等. 血液净化中心护士对于维持性血液透析患者死亡质量认知与行为的质性研究[J]. 中华现代护理杂志，2024，30(20)：2766-2770. DOI: 10.3760/cma.j.cn115682-20231127-02261.

[8] 顾庆，杨凯，徐中华. 基于SolidWorks的平衡感练习仪测力平台结构设计与仿真分析[J]. 机械设计，2021，38(9)：122-125.

[9] Ahmed AA, Ali Mohamed MY, Galal HA, et al. Virtual reality-assisted learning: enhancing psychomotor competence in midwifery nursing students [J]. BMC Nurs, 2025, 24(1): 1304. DOI: 10.1186/s12912-025-03911-2.

[10] 贾美荣，张珊，张思源，等. 江苏省血液净化护理人员传染病突发事件应急能力及影响因素的多中心调查研究[J]. 中国血液净化，2024，23(10)：795-798. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2024.10.014.

[11] Kashef A, Wang Y, Malatyali A, et al. Adoption evaluation of an AI-enabled immersive virtual reality tool in gerontological nursing using an extended technology acceptance model [J]. Int J Ind Ergon, 2025, 110: 103812. DOI: 10.1016/j.ergon.2025.103812.

[12] Birdsall S, McAlpin E, Grandhi U. Evaluating the usability and learning effectiveness of a virtual reality patient simulation for training nursing students: a pilot study [J]. Teach Learn Nurs, 2025, 20(4): e1021-e1028. DOI: 10.1016/j.teln.2025.04.017.

[13] 李梦盈，付东权，贺惠娟，等. 护理师生虚拟现实技术使用意愿及影响因素分析[J]. 护理学杂志，2025，40(10)：69-73. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2025.10.069.

[14] Situmorang DDB. A scoping review of virtual and augmented reality in palliative & supportive care: implications for the future metaverse [J]. SN Comput Sci, 2025, 6(7): 890. DOI: 10.1007/s42979-025-04441-z.

[15] 邓晨阳，苏比努尔·艾合麦提尼亚孜，杨扬，等. 家庭访视虚拟仿真实验教学系统的设计及在护理本科教学中的应用研究[J]. 中华护理教育，2026，23(3)：310-315. DOI: 10.3761/j.issn.1672-9234.2026.03.009.

（收稿日期：2026-03-23）

（本文编辑：兰明娟）