

基础医学虚拟仿真实验教学中心建设的中国专家共识

顾鸣敏^{1,4,5}, 王亚云^{2,4,5}, 张伟鹏^{3,4}

(1. 上海交通大学 医学院 基础医学实验教学中心, 上海 200025; 2. 空军军医大学 基础医学教学实验中心, 西安 427151; 3. 成都泰盟软件有限公司, 成都 610100; 4. 虚拟仿真实验教学创新联盟基础医学类专业工作委员会, 上海 200025; 5. 高等学校基础医学实验中心规范化建设和管理工作组, 上海 200025)

摘要:为进一步明晰基础医学虚拟仿真实验教学中心(简称“虚仿中心”)的建设要求,加强虚拟仿真资源的共享与应用,实现虚仿中心建设的体系化、标准化及装备化,虚拟仿真实验教学创新联盟基础医学类专业工作委员会和高等学校基础医学实验中心规范化建设和管理工作组组织相关专家,基于已取得的实践成果和尚存在的不足,共同撰写了《基础医学虚拟仿真实验教学中心建设中国专家共识》(简称《共识》)。希望通过《共识》的制定对基础医学虚仿中心建设提供基本遵循,提高虚拟仿真实验课程研发的专业性和系统性、仪器设备配置的科学性和合理性、实验环境布置的实用性和规范性,进而推动基础医学实验与信息技术的深度融合,进一步提高基础医学实验教学的质量。

关键词:基础医学; 虚拟仿真; 实验教学; 教学改革; 专家共识

中图分类号:G 482.0

文献标志码:A

文章编号:1006-167(2024)06-0000-00



Consensus of Chinese Experts on the Construction of a Virtual Simulation Experimental Teaching Center for Basic Medicine

GU Mingmin^{1,4,5}, WANG Yayun^{2,4,5}, ZHANG Weipeng^{3,4}

(1. Experimental Teaching Center of Basic Medicine, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200025, China; 2. Basic Experimental Teaching Center of Basic Medicine, Air Force Military Medical University, Xi'an 427151, China; 3. Chengdu Taimeng Software Co., Ltd., Chengdu 610100, China; 4. Basic Medical Professional Working Committee of the Virtual Simulation Experimental Teaching Innovation Alliance, Shanghai 200025, China; 5. Standardization Construction and Management Working Group of Basic Medical Experimental Centers in Higher Education Institutions, Shanghai 200025, China)

Abstract: In order to further standardize the construction requirements of the Basic Medical Virtual Simulation Experimental Teaching Center, strengthen the sharing and application of virtual simulation resources, and achieve the systematization, standardization, and equipping of the software and hardware construction of the Virtual Simulation Center, the Basic Medical Professional Working Committee of the Virtual Simulation Experimental Teaching Innovation Alliance and the Standardization Construction and Management Working Group of the Basic Medical Experimental Center of Higher Education Institutions organize relevant experts, based on existing achievements and shortcomings, we have jointly written the Consensus of Chinese Experts on the Construction of Basic Medical Virtual Simulation Experimental Teaching Center. It is hopeful that the development of this consensus can provide guidance for the construction of a virtual simulation center in basic medicine, improve the professionalism and systematicity of virtual simulation

收稿日期:2023-08-15

传染病分子机制研究和实践教学改革。

作者简介:顾鸣敏(1960-),男,上海人,博士,教授,虚拟仿真实验教学创新联盟基础医学类专业工作委员会秘书长。主要研究方向为遗传

E-mail: gumm@sjtu.edu.cn

experimental course research and development, the scientificity and rationality of instrument and equipment procurement, the practicality and standardization of experimental environment layout, and further promote the deep integration of basic medical experiments and information technology, and further improve the quality of basic medical experimental teaching.

Key words: basic medicine; virtual simulation; experimental teaching; teaching reform; expert consensus

0 引言

教育部于2013年发布了《关于开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作的通知》(教高司函[2013]94号)^[1],得到高校的积极响应^[2]。经过10年建设,教育部已认定国家级虚拟仿真实验教学中心300个,其中国家级基础医学类虚拟仿真实验教学中心19个^[3]。2018年,教育部发布了《关于开展国家虚拟仿真实验教学项目建设工作的通知》(教高函[2018]5号)^[4],随后又发布了《关于一流本科课程建设的实施意见》(教高[2019]8号)^[5],标志着虚拟仿真实验教学项目进入一流课程建设的行列。截至2023年6月,教育部已认定了1200门国家级虚拟仿真一流本科课程^[6],其中基础医学类44门。同时建成了虚拟仿真实验教学项目共享平台——实验空间(www.ilab-x.com),还成立了虚拟仿真实验教学创新联盟(简称“联盟”,<http://cloudvse.com>)。至此,虚拟仿真实验教学已成为大学实践教学不可或缺的一部分。

基础医学实验教学是医学教育的重要组成部分,肩负着运用自然科学手段解释健康与疾病的生物学基础问题,是联系生物学与临床医学的桥梁^[7]。基础医学实验教学采用线下真实实验与线上虚拟仿真实验相结合的形式,是医学生实践能力和创新意识培养的重要基地^[8-9]。目前,基础医学虚仿中心的教学环境、资源、队伍、信息化和智能化程度得到了明显提升,并逐步形成了自身的特色^[9-11]。然而,现有的虚仿中心仍存在建设标准欠一致、课程体系欠完善、装备配置欠合理、保障机制欠健全等问题,虚仿课程则存在着“重建设、轻应用”等问题,导致已有虚仿中心在拓展实验教学的内涵、提升实验教学的质量方面不尽如人意^[12-14]。为了解决上述瓶颈问题,并对已建或在建的虚仿中心提供指导,推动这些中心朝着“体系化、标准化和装备化”方向迈进,联盟基础医学类专业工作委员会和高等学校基础医学实验中心规范化建设和管理工作组共同编写了《基础医学虚拟仿真实验教学中心建设中国专家共识》。

1 基础医学虚仿中心建设的总体要求

1.1 指导思想和建设任务

坚持立德树人,强化以实践能力和创新精神培养

为先的育人理念,坚持“科学规划、共享资源、突出重点、提高效益、持续发展”的指导思想,体现“虚实结合、相互补充、能实不虚”的建设原则,将信息化与基础医学实验教学深度融合,拓展实验教学内容的广度和深度、延伸实验教学的时间和空间、提升实验教学的质量和水平^[1-2]。虚仿中心建设的主要任务是解决现有真实实验不具备或难于完成的实验,还有涉及高危或有毒、有害的环境,或需要高成本、高消耗、不可逆的操作,或真实实验做不了、做不好的实验^[9]。

1.2 服务对象

基础医学虚仿中心主要满足基础医学专业、生物医学科学专业和临床医学专业的本科学生开展医学实验的需要,同时也为预防医学、检验医学、医学技术、护理学等医学相关专业本科生提供菜单式服务^[7-9]。

1.3 建设内容

(1) 教学资源建设。实验教学资源建设是虚仿中心建设的重中之重。宜以国家级虚仿一流本科课程建设为目标,参照联盟技术工作委员会编制的“虚拟仿真实验教学课程建设与共享应用规范(试用版·2020)”^[15],制定更具针对性的建设规范。宜充分整合基础医学及医学相关专业实验教学中心的信息化实验教学资源,以培养学生综合设计和创新能力为出发点,研制和应用高水平软件共享虚拟实验、仪器共享虚拟实验和远程控制虚拟实验等教学资源,提高带教教师数字化教学能力,拓展实验教学的广度和深度,降低实验教学的成本和风险^[2]。

(2) 管理和共享平台建设。宜建设具有扩展性、兼容性、前瞻性的管理和共享平台,能高效管理基础医学实验教学资源,满足校内教学与校外共享应用的基本需求,并提供良好的用户体验^[15]。虚仿中心提供的教学资源应能满足基础医学实验教学的实际应用需求;保证足够的有效访问时间可供开放共享应用;用户体验应满足系统易用性、使用便利性、界面友好性等原则;技术接口应符合与共享平台实现用户认证与实验数据交互的要求;教学应用宜提供规范化的服务界面;共享应用符合应用评价标准^[15]。另外,探索校企共建共管的新模式和新途径,建立可持续发展的虚仿实验教学服务支撑体系。

(3) 教师队伍建设。宜建设一支教学、科研、技术人员相结合,核心骨干人员相对稳定,结构合理的虚仿

实验教学团队。骨干教师应具有教育理念先进,学术水平高,教学科研能力强,实践经验丰富,勇于创新和研发虚仿实验的特征。虚仿中心负责人应具有开展虚仿实验教学和科学研究的经历,具有高级专业技术职务(职称)或者博士学位。

(4) 管理体系建设。宜以虚仿实验教学资源的开放共享和充分使用为目标,制定并有效实施保障虚仿实验教学的教师工作绩效考核、经费使用管理、实验教学中心维护与可持续发展等政策措施,建立有利于激励学生学习和提高学生创新能力的教学效果评价和反馈机制^[15]。

2 基础医学虚仿中心建设的具体要求

基础医学虚仿中心的基础环境建设须首先满足教育部颁布的《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》《高等学校数字校园建设规范(试行)》及其他相关的国家标准和行业标准规定,同时根据实验教学的实际需要和现有条件进行整体设计,适当预留拓展空间^[15]。

2.1 实验室构成

虚仿中心通常由一个或多个实验室构成,其中基础医学类专业虚拟仿真实验室为必备项,而虚拟仿真研发实验室、公共虚拟仿真实验室、虚拟仿真展示体验实验室、思政虚拟仿真实验室等作为可选项。

2.2 教学装备和系统

基础医学类专业虚拟仿真实验室应根据教学目标和实验类型,优选配备虚拟仿真实验教学装备与系统。常用的教学系统包括桌面型系统、沉浸式系统、增强型系统。其中桌面型系统是最为普遍的一类虚仿实验教学装备,类似于多媒体机房,设置电脑桌和椅子,提供台式机、显示器等设备和相关实验软件;沉浸式系统依靠图形工作站主机提供计算和图形渲染,配合虚拟现实(VR)头盔显示器、3D显示器进行高沉浸感画面显示,并通过手柄、交互笔等外设与虚拟实验环境进行实时人机交互;增强型系统使用的是增强现实(AR)或混合现实(MR)眼镜,能将虚拟体信息和真实的环境信息叠加到同一个画面或空间,获得比物理世界更丰富的信息(教学系统分类参考郝爱民主编的《虚拟仿真实验室建设指南-V3》内部版)。此外,还可选择用于实验示教的大屏系统、用于定制化开发的专用系统、选用载体为手机或平板电脑的移动系统、用于远程异地协同的多人系统以及由多个系统组成的组合型系统。可供参考的是空军军医大学的“XR沉浸式教学体验馆”,该馆应用VR、AR、MR等技术,全方位建设了桌面型、沉浸式、增强型系统,为开展不同形式的虚拟仿真实验教学提供了良好的支撑。

2.3 网络环境

(1) 网络带宽。服务器端网络带宽需达到200 Mb/s以上,同时放宽防火墙对流量的限制,以满足用户快速访问资源的目的。

(2) 网络安全。网络应用的信息和数据安全十分重要。网络安全防范体系须与虚拟仿真实验教学管理及资源共享平台同步规划、同步建设、同步实施。虚拟仿真实验教学系统应完成《信息安全等级保护管理办法》中第二等级保护或以上资质认证。应采用完善的用户分级授权体系,区分不同的角色权限,保障业务操作的安全性;在数据层面,支持多种备份方式,保障数据的完备性;应能回溯、分析用户的行为,保障问题的可追查性。

(3) 服务器和存储。宜配套建设一个主机房,能对中心范围内的教学数据进行存储、备份、分析,对信息化教学系统、智慧化管理系统的数据交互、分析运算、汇总呈现提供支撑。服务器端建议采用分布式架构,部署在学校数据中心或中央机房中,与学校信息化系统无缝集成。

(4) 其他要求。虚拟仿真实验室应合理配置弱电系统、安全设施、开放共享设施、实验室智能化设施等。建议参照相关规定执行。

2.4 虚仿中心建设的评价

基础医学虚仿中心建设主要采取自评形式。自评报告内容建议参照“国家级实验教学示范中心阶段性总结项目观测表”,包括但不限于以下条目:①管理与运行机制;②教学与人才培养;③教学改革与研究;④教学条件保障;⑤教学团队建设;⑥示范引领成效;⑦特色亮点与创新。还应补充校企合作的机制和效果。最后对存在问题提交整改计划^[16]。

3 基础医学虚仿实验教学课程建设基本要求

3.1 实验设计基本原则

基础医学虚仿实验课程主要采用基于问题、案例的互动式、研讨式教学,倡导自主式、合作式、探究式学习,创新基础医学虚仿实验教学课程的呈现方式,激发学生的学习兴趣。宜以基本概念、基础知识、基本技术为核心,以重要的科学问题和临床问题为引导,以学生的科研思维、科研素养和科研能力培养为重点,体现虚拟仿真实验课程的“高阶性、创新性和挑战度”,体现素质、能力与知识培养的理念。宜优先建设以综合设计型实验和研究探索型实验为主的虚拟仿真实验内容。仿真模型应有科学性、推演性和交互性。应鼓励院校间协作研制、基础-临床多学科交叉融合^[9]。

3.2 课程分类

按基础医学整合课程来分,主要涵盖医学形态学、医学机能学、细胞与分子医学(含细胞生物学、分子生

物学、生物化学、医学遗传学)、病原生物学(含免疫学)等实验课程,同时鼓励建设多学科交叉融合的综合性和探究性实验课程、基础-临床融合性实验课程(器官系统整合实验和临床前基础医学综合实验室)、重大前沿科技成果转化实验课程等^[9,17]

按基础医学学科方向来分,主要涵盖细胞生物学、分子生物学、生物化学、人体解剖学、组织胚胎学、生理学、病理学、病理生理学、医学微生物学、医学寄生虫学、医学遗传学和药理学等实验课程。

3.3 课程核心要素

基础医学类虚仿课程建设内容详见《虚拟仿真实验教学课程建设指南(2020年版)》第289—294页^[18]。核心要素包括但不限于以下条目。

(1) 实验简介。能够清晰说明实验的基本情况,如实验背景、实验目的等。

(2) 实验指南。应详细展示实验的操作步骤,学生可以在线随时查看,指导学生完成实验。

(3) 实验对象。包括虚拟或模拟病人(SP)、虚拟动物、器械、模型等,学生与实验对象之间要能够形成有效的互动。

(4) 实验场景。实验的环境、设施、仪器、装置等,实验空间要有一定的自由度,要给学生一定的选择权,要有操作向导,并提供自由联系模式。

(5) 实验操作。应设置一定数量的实验模块,每个模块包含一定的实验任务、观察指标等,学生操作要有游戏通关的感觉或有成败的概念,并作为评价的重要指标;至少满足2个课时的实验教学需求,学生实际参与的交互性实验操作步骤不少于10步。注意每一步实质性交互操作要附目标达成度和赋分模型。

(6) 研发流程。主要分为项目立项、方案设计、系统研发以及测试部署。

(7) 课程评价。应将虚仿实验课程纳入相关专业培养方案,对学生在实验中的表现(操作、记录、分析、判断)进行客观评价,并提供反馈和激励。

3.4 课程质量要求

包括但不限于:①必要性。能实不虚,重点开发昂贵、危险、不可重复的实验项目。②体验性。学生要有参与感、体验感,与线下实验之间形成互补。③科学性。强调项目设计与实验内容的科学性。④创新性。体现互联网思维,体现“流程再造”,体现信息化创新手段的使用。⑤应用性。要求与实际教学过程相结合,要展示应用数据,特别要重视线上、线下的结合。⑥共享性。应有可扩展性,可共享性,要有行业推广价值。⑦综合性。能够通过实验项目串联教学模块内及模块间重要知识点。⑧知识产权明确性^[9]。

3.5 在线技术支持

基础医学虚仿实验课程建设过程中应设置在线技

术支持服务,主要包括建立技术支持团队、开展实验项目维护和软硬件环境配置咨询服务等工作。应至少指定1名教学团队成员和1名技术人员,联合提供技术支持,并在实验课程首页公开1个联系方式。对于技术问题的响应时间不超过48h。应保证实验网址能顺畅打开,并满足实验空间接口规范的要求。如有系统升级或维护时,需要至少提前24h予以告知。还应及时解决教师、学生在使用软硬件过程中遇到的硬件配置、浏览器兼容、插件安装、软件下载运行等问题。

3.6 知识产权保护

研制虚仿实验课程必须知识产权清晰,特别是实验设计需具有原创性。另外,所属学校需独有或共有软件著作权。同时,所属学校还需完成软件著作权登记。

3.7 课程应用评价

虚仿实验课程应用评价可参照《高校虚拟仿真实验教学课程应用评价指标体系研究》的评价标准^[16],包括但不限于以下条目:①应用范围。含是否纳入教学计划,在校内外的应用情况、社会服务情况和社会影响力。②应用效果。含专业建设水平、教学支持与服务情况、学生学习效果。③保障条件。含技术性条件、政策性条件和团队建设。最后分析存在问题,提出整改计划。

4 结 语

近年来,信息技术发展迅猛,5G、物联网、大数据、云计算、虚仿技术、元宇宙、人工智能等技术在教学、科研、医疗等方面的深度融合和创新应用,促进了新医科的发展,也推动了基础医学虚仿中心的建设和应用^[19]。依托虚拟仿真、虚拟现实、人机交互、多媒体、数据库和网络通讯等技术,已经构建了高度仿真的虚拟实验环境和实验对象,为学生提供了逼真的基础医学实验场景和操作体验。随着交互更丰富自然,设备更轻便透明,系统更智能易用,协同更平滑顺畅,学生的学习兴趣 and 探究热情将被进一步激发^[20]。

当然,基础医学虚仿中心建设中还需做到3个坚持。①坚持守正创新,应在保持各虚仿中心特色与优势的基础上,逐步融入新技术、新方法、新形态,研发具有创新性的虚仿实验室和虚仿课程,起到示范和引领作用。②坚持量力而行,应根据所在院校的经费预算和实际需要,开展虚仿中心建设,切忌盲目攀比,追求高大上,华而不实。③坚持安全第一,信息安全重于泰山,必须符合《信息安全等级保护管理办法》的相关要求。必须在可控范围内对外开放,共享资源。

撰稿人员

专家组成员均来自虚拟仿真实验教学创新联盟基

础医学类专业工作委员会和高等学校基础医学实验中心规范化建设和管理工作组。以下按成员单位首字笔画排序:大连医科大学(朱亮、王洪海),大理大学(张本斯、杨文仲),上海中医药大学(可燕、吴平),上海交通大学(郭晓奎、王昊、顾鸣敏、戎伟芳、许伟榕),上海健康医学院(唐红梅、杨智昉),上海梦之路数字科技有限公司(高俊辉),山东大学(马保华、高成江、邹永新),山东第一医科大学(陈鹏、王丹丹),山西医科大学(焦向英、王晓晖),广西医科大学(谭国鹤、罗彬),广州中医药大学(苏宁、林锐珊),天津医科大学(徐哲龙、苏征),中山大学(王淑珍、吕志跃、胡黎平),中南大学(王慷慨、何晓凡),内蒙古医科大学(康毅敏、李志军),四川大学(李昌龙、王玉芳),东南大学(谢波、唐秋莎),北京大学(彭宜红、张卫光),兰州大学(宋焱峰、景玉宏),宁夏医科大学(杨怡、张鸣号),吉林大学(王放、辛颖),西安交通大学(吕海侠、胡浩、李冬民),西安医学院(汪洋),安徽医科大学(汪思应、张玉侠、张媛媛),成都泰盟软件有限公司(徐国标、张伟鹏、范帆),延安大学(韩继明、张正祥),华中科技大学(郑芳、吴雄文、晏汉姣),陆军军医大学(李红丽、吴广延),张家港市华亿科教设备有限公司(陆志萍、顾云蕾),武汉大学(武军驻),武汉科技大学(王育斌),昆明医科大学(孙俊、邹智荣),河北医科大学(武宇明、邵娟娟),郑州大学(闫红涛、李沛),空军军医大学(王亚云、张海锋、田菲),南方医科大学(董为人、李严兵),南开大学(谭小月、刘寅),南京医科大学(高兴亚、袁栎、袁艺标),南华大学(唐志晗、谢巍),南昌大学(陈红平、邹节新),贵州医科大学(曾柱、吴宁),哈尔滨医科大学(乔远东、金宏波),济宁医学院(王传功、马群),复旦大学(程训佳、李文生、严钰锋),重庆医科大学(余华荣、李英博),桂林医学院(曾思恩、郑锦花),浙江大学(王迪、于晓红),海军军医大学(任安经、韩玲),徐州医科大学(汤仁仙、任静波),湖北民族大学(罗洪斌、黄胜),温州医科大学(梁韶晖、龚永生、范小芳),皖南医学院(文育锋、余方流),新疆医科大学(关亚群、张冰),福建医科大学(陈婉南、王明权),滨州医学院(吴玉龙、王海燕),锦州医科大学(刘霞、于利),嘉兴学院(徐营、沈忠飞),遵义医科大学(周万津、王曜晖)

指导专家组:郭晓奎(上海交通大学),王宏宇(虚拟仿真实验教学创新联盟),董为人(南方医科大学),高兴亚(南京医科大学),郝爱民(北京航空航天大

学),黄武(成都泰盟软件有限公司)

秘书组成员:许伟榕(上海交通大学),袁艺标(南京医科大学),王燕(成都泰盟软件有限公司)

参考文献(References):

- [1] 中华人民共和国教育部. 关于开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作的通知(教高司函[2013]94号)[Z]. 2013. 8.
- [2] 李平, 毛昌杰, 徐进. 开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设 提高高校实验教学信息化水平[J]. 实验室研究与探索, 2013, 32(11): 5-8.
- [3] 李平. 推进虚拟现实技术应用 提高高校教育教学质量[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(1): 1-4.
- [4] 中华人民共和国教育部. 关于开展国家虚拟仿真实验教学项目建设的通知(教高函[2018]5号)[Z]. 2018. 5.
- [5] 中华人民共和国教育部. 关于一流本科课程建设的实施意见(教高[2019]8号)[Z]. 2019. 10.
- [6] 中华人民共和国教育部. 关于公布第二批国家级一流本科课程认定结果的通知(教高函[2023]7号)[Z]. 2023. 5.
- [7] 秦晓群主编. 基础医学实验教学基本要求行业共识[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 27-31.
- [8] 郭晓奎, 董为人主编. 基础医学实验示范教程(教师版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2020: 317-347.
- [9] 郭晓奎主编. 医学教学导论[M]. 上海: 上海交通大学医学院出版社, 2023: 141-161.
- [10] 熊宏齐. 基于虚拟仿真的线上线下融合专业实验教学体系构建[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(3): 5-10.
- [11] 章喜明, 李锦新, 朱晓琴, 等. 基于虚实结合的基础医学虚拟仿真实验教学平台构建与应用[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(10): 273-276.
- [12] 王森, 高东峰. 在线开放虚拟仿真实验项目建设的思考[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(5): 115-118.
- [13] 尉小荣, 徐建, 李洋洋. 高校国家级示范性虚拟仿真实验教学课程建设与应用现状分析[J]. 实验科学与技术, 2022, 20(3): 26-30.
- [14] 张润田. 医学高校虚拟仿真资源建设的现状与对策探讨[J]. 福建医科大学学报(社会科学版), 2021, 22(4): 54-57.
- [15] 张敏, 文福安, 刘俊波, 等. 虚拟仿真实验的设计与教学应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2021.
- [16] 张敏, 周勇义, 刘金库, 等. 高校虚拟仿真实验教学课程应用评价指标体系研究[J]. 中国现代教育装备, 2022(15): 1-6.
- [17] 顾鸣敏, 许伟榕, 钮晓音, 等. 能力导向的进阶式基础医学实验教学方案设计与实践[J]. 中华医学教育杂志, 2021, 41(6): 545-549.
- [18] 本书编写组. 虚拟仿真实验教学课程建设指南(基础医学部分)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2020: 289-294.
- [19] 郭晓奎. 对新医科的理解和认识[J]. 中国大学教学, 2023(7): 4-10.
- [20] 刘革平, 王星, 高楠, 等. 从虚拟现实到元宇宙: 在线教育的新方向[J]. 现代远程教育研究, 2021, 33(6): 12-22.