

体医工融合:交叉学科背景下 体育高精尖学科发展探索

王子朴 秦 丹 刘海元 陈作松 何 明

【摘 要】学科交叉是科学发展的必然趋势,是新学科诞生的必经之路。体医工融合学科在学科交叉和高精尖学科建设的新形势下应运而生,服务于满足国家发展战略新需求,解决体医融合、体工融合等“体育学+”二元学科融合遇到的新问题,开拓新的体育学研究领域。首先,提出构建以体育学为本、医学为基础、工学为手段的体医工融合学科。其次,在分析体医工融合学科的理论基础和实践意义的基础上,进一步阐释体医工融合学科的特征及对建设体育高精尖学科的推动作用。再次,结合首都体育学院创建的体医工融合高精尖创新中心,从体医工融合学科的理论体系与实践应用2个方面进行分析,希冀为体育交叉学科以及体医工融合学科向高精尖学科发展奠定理论基础。

【关键词】交叉学科;高精尖学科;体医工融合;体医融合;医工融合;体工融合

【作者简介】王子朴(1969-),男,首都体育学院博士,教授,研究方向为体育人文社会学,E-mail:wangzipu@cupes.edu.cn;秦丹,刘海元,陈作松,首都体育学院;何明(通信作者)(1970-),男,首都体育学院博士,教授,研究方向为主动健康与老龄化应对,复杂系统可靠性方法与应用技术、公共事业管理,E-mail:heming@cupes.edu.cn(北京 100191)。

【原文出处】《首都体育学院学报》(京),2022.6.581~591

【基金项目】国家重点研发计划专项资金项目——主动健康和老龄化科技应对(2020YFC2006200)。

在2018年,习近平总书记到北京大学考察时提出:“要下大气力组建交叉学科群”^[1]。在2020年10月,党的十九届五中全会审议通过的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》中提出,“增强高校学科设置针对性,推进基础学科高层次人才培养模式改革,加快培养理工农医类专业紧缺人才”^[2]。2021年1月公布的相关文件显示,国务院学位委员会决定设置“交叉学科门类”^[3]。由此,交叉学科正式具有了一定的“合法地位”,改变了传统单一学科的知识体系设置规则,面向解决重大问题的社会需求^[4],实现了学科的创新发展。

体育学是典型的交叉学科^[5],同时又是理论建设空间最大、发展速度最快的学科。当前,体育学科顺应交叉学科的发展趋势,在体医融合、医工融合、体工融合等现有交叉学科基础上进一步融合产生了新的体育交叉学科群。特别是在体医融合学科、医工融合学科、新工科等交叉学科基础上,以体育学为主、医学为基础、工学为手段的更符合交叉学科特点的体医工融合学科亟待出现。正是基于此,以体医工融合为特征的高精尖学科对推动体育

学领域的自然科学、社会科学的不同研究方向的大跨度交叉与融合,以及促进优势学科的发展有着重要理论意义与实践价值。

1 从学科交叉到交叉学科:体育交叉学科向高精尖学科发展的必然趋势

高精尖学科建设作为建设“双一流”大学的重要任务,旨在提升北京高校的学科发展水平、推动北京高校的“双一流”学科建设、提高学科服务国家和社会的能力、推动交叉学科进一步融合发展。纵览学科发展史,一个学科的每一次分化都伴随着学科交叉分工和社会大分工。从古希伯来亚里士多德对哲学进行的学科分类,到1670年莱莫瑞提出“植物化学”的概念^[6],再到18世纪罗蒙诺索夫提出“物理化学”的概念,直到今天蔚为大观的交叉学科发展都莫过如此。体育交叉学科的形成也是从学科交叉演化到具有交叉学科属性乃至到如今发展出体育高精尖学科的一个过程。

1.1 诞生于与医学、教育学交叉的近现代体育学科

据相关文献记载,俄罗斯圣彼得堡体育运动与健康大学是世界上历史最悠久的综合性体育大学,

创立于1896年。创始人是19世纪俄罗斯杰出的科学家和教育家彼得·莱斯加夫特。早在1872年,他在时任沙俄圣彼得堡市长格列斯谢尔的非正式同意下,自行开设解剖学相关课程,并直到1897年圣彼得堡体育运动与健康学院成立。其间,他还在圣彼得堡第二军事体育馆、圣彼得堡大学及外科医学院开设了“解剖、生理、化学、卫生、身体运动理论、体操、击剑、游泳”等方面的课程^[7]。这些都可视为今天“莱斯加夫特圣彼得堡国立体育运动与健康大学”的前身。可见,国外最早的体育大学——俄罗斯圣彼得堡体育运动与健康大学正是从医学教育分离出来并发展为综合性体育大学^[8]。

同期,在欧美一些国家也出现了一些体育学校和体育课程,力求将精神教育和体育教育结合起来。例如:在德国,依托体操课程培养基本人格;在英国,英国橄榄球学院院长托马斯·阿诺德提出:青少年必须通过体育培养自己的成熟人格^[8]。曾任北京大学校长的蔡元培提出的“完全人格、首在体育”的理念受这一观点的影响甚深。总之,欧美一些国家早期的体育院校受医学教育影响很大,甚至有的是直接从医学院校分化而来。

体育学从教育学门类中分离后成为一级学科,但是学科属性仍然是教育学。随着学科体系不断分化和细化,体育学科逐渐超出教育学范畴并受到社会学、管理学、医学甚至工程学等学科的影响。从现阶段中国的体育学科分类来看,体育学包括的4个二级学科分别是体育人文社会学、体育教育训练学、运动人体科学和民族传统体育学。从学科属性或者学科隶属关系来看,体育学的上位学科有教育学、医学、心理学、社会学、管理学、经济学等学科,并且学科边界不够清晰,可以说是在诸多一级学科中最不独立的学科。

体育学科发展至今,无论是从分化于欧美国家的医学、教育学的学科而言,还是从中国的学科划分来看,受自然科学、社会科学的某些一级学科的影响甚是深刻。

1.2 出于服务国家战略需要而发展的体育高精尖学科

学科交叉作为科技创新的策源地和学科发展的孵化器,正在引发新一轮学科变革和新研究方向的出现。体育学也不例外,以满足体育发展需求为导向,适应“十四五”时期中国体育发展的新要求,深入开展体育理论与实践研究,着力发挥体育在满足大众健康促进需求、提升竞技运动表现及提高青少年体质健康水平的独特作用。新中国成立以来,

我国体育学发展至今经历了划归到医学、教育学的学科归属演变,但其交叉学科的本质属性并没有改变。体育学发轫之初就是以综合性课程形态出现的^[9]。知识体系逐渐从分化趋向交叉、融合,单一的学科知识体系逐渐向多学科、跨学科、交叉学科乃至超学科演变,学科的交叉与融合已成为科学研究创新源泉和时代特征^[10]。体育学以体育运动为媒介能促进经济、政治、文化、社会等多层次交往。这也势必会推动体育学科向高精尖学科发展。为解决国家发展中的某些重大问题和主动服务国家战略需要,应对体育领域重大科技攻关难题,通过学科交叉增强体育高精尖学科的功能以实现科技创新突破已成为业内共识。例如:为筹办北京2022年冬奥会,科技部推出“科技冬奥”专项技术攻关项目,全国有500多个单位的10000余名科研人员参与,在数学、物理学、化学、材料学、生物学、运动医学等方面共计形成200多项成果,涉及零排放供能、绿色出行、5G网络共享、“5G+8K”电视转播、运动科技等领域^[10]。在学科交叉过程中,极大地拓展了体育学科的知识边界和研究视野,培养了一批体育专业人才,积累了厚实的体育学科知识基底,为体育高精尖学科发展奠定了重要基础。此外,在科技部国家重点研发计划项目中还有“主动健康与老龄化应对”专项,这些都是为服务国家战略需要而对体育高精尖学科提出的新要求。

1.3 体育高精尖学科是体育学创新发展的新举措

首先,从学科发展的角度而言,一个学科具有整合性是基本属性。体育学作为综合性学科正在不断分化并产生具有综合性特征的新学科。目前,同时具备自然科学、社会科学、人文科学的综合性学科并不多见。而体育学就是在上述相关学科综合以及交叉基础上形成的新学科。因此,体育学在未来发展中的学科特征将更具复杂性和综合性。这也正顺应了学科交叉发展的时代要求,现代技术工具理性之必然、社会现实之需求、科技创新获得重大突破的现实要求,即包括学科发展、人才培养、科技攻关等更广泛的外部要求,以至最终要实现体育学的创新发展。

其次,从学科功能而言,随着体育学不断地创新发展,体育学与人体健康促进、社会进步、学科融合、现代技术等关系愈发紧密。概言之,体育学逐渐从一门综合性学科演变成一门研究人、物、环的大科学,其中:人是指研究的主体和对象,物是指研究的基础和机制,环则是指不同历史时期体育领域

产生的热点问题、重点问题及难点问题,包括新兴的运动技术手段以及体育发展所依靠的国家经济发展水平、地理环境、气候条件等社会存在。基于此,体育高精尖学科是在体育单一学科基础上形成的更高级、更精密、更尖端的与人、物、环相关的新学科,即体医工融合学科,是体育学在学科交叉背景下创新发展的必然趋势。

1.4 体育高精尖学科发展的实践基础

进入21世纪后,中国国内14所体育高等院校逐步形成“1+5+8”的布局^①,办学定位和培养目标逐渐清晰,同时,在专业设置和学科建设方面也作出重大调整。纵观70余年来我国各所体育院校的发展轨迹,都是依据体育的本质来定位学科向综合性和交叉性发展,并且无一例外地体现了从教育学分化后向体育教育学、运动训练学等更具有体育学科属性的专业发展,直到现阶段的综合学科乃至交叉学科的发展,都成为体育交叉学科发展的重要基础。

此外,体育学的时代特征预示着体育学科将会持续分化。分化后的体育学既包括现有的体育交叉学科,也包括将来可能出现的具有社会建构性的新学科。我国体育学科自20世纪90年代发展至今已逐渐形成了成熟的学科群,并且分化出一些逐渐成熟的二级学科(例如:体育教育学),具有明显的学科交叉性^[11]。最新版的国家标准——《中华人民共和国学科分类与代码简表》^[12]中将一级学科——体育科学分为13个二级学科(见表1),并且无一例外的都是体育学与相关学科交叉产生的。例如:体育教育学是体育学和教育的二元学科交叉融合的产物,运动生物力学则是体育学、生物学和力学的三元学科交叉融合的产物。体育学发展至今,在二元学科交叉的基础上,又有了三元学科交叉、四元学科交叉,并不断产生出更多新兴交叉学科。

由此可见,无论从我国的体育院校发展轨迹而言,抑或是从体育学的学科体系演化方向来看,体育学既在不断细化出新的二级学科,又在不断产生新的交叉学科,体现了体育学在朝着大交叉、大跨度及综合化的方向发展。这正是当下体育高精尖学科发展的现实基础。

2 从“体育+”到体医工融合:体育高精尖学科建设的方向

体医工融合学科的出现既符合交叉学科发展的总体趋势,也是满足社会重要实践需求的必然选择。体医工融合学科将不断深化体育学、医学、工学

表1 《中华人民共和国学科分类与代码简表》中的体育学科分类

学科代码	学科名称	学科分级
890	体育科学	一级学科
89010	体育史	二级学科
89015	体育理论	二级学科
89020	运动生物力学	二级学科
89025	运动生理学	二级学科
89030	运动心理学	二级学科
89035	运动生物化学	二级学科
89040	体育保健学	二级学科
89045	运动训练学	二级学科
89050	体育教育学	二级学科
89055	武术理论与方法	二级学科
89060	体育管理学	二级学科
89065	体育经济学	二级学科
89099	体育科学其他学科	二级学科

注:根据国家标准 GB/T 13745-2009 整理。

的学科内涵,扩大上述学科的外延,促使在三者交叉研究领域产生新的学科生长点。

2.1 学科交叉性和出现交叉学科研究是体医工融合学科向高精尖学科发展的前提和基础

体育学具有综合性和交叉学科属性,从其自身发展而言如此,从进入教育部学科发展目录,并得到国家层面的大力扶持,甚至在具有现实意义的人才培养、社会服务等方面已经有体医融合、医工融合、体工融合的学科出现也是如此。这既是体医工融合学科形成的现实基础,也是体医工融合学科向高精尖学科发展的理论依据。

2.1.1 体医融合学科:较早出现的体育交叉学科

相关资料显示,体医融合学科可追溯到1983年,国务院学位委员会公布的《学位授予和人才培养学科目录》中将运动医学作为体育学的二级学科^[13]。尽管后来重新调整了学科分类,甚至运动医学成为临床医学的二级学科,但是体育与医学相辅相成又渊源流长。体医融合学科缘于防治慢性病、健康促进的现实需求。

相较更为广泛的体育实践探索和应用,体医融合学科在学理层面的学科建设成果稍显逊色。截至目前,国内仅有重庆医科大学于2016年成立了

体育医学学院^[14]。还有一部分体育院校、医学院校通过开设一些体医融合类相关课程、新增体医融合研究方向等手段促进体医融合学科的建设^[15],但是在推动体育学与临床医学内部各学科及临床检验诊断学、护理学、康复医学、理疗学等医学的二级学科的交叉稍显不足,在构建特色突出的体医融合二级学科的人才培养方案上也仍有待完善^[16]。除了体医融合实践之外,更为重要的在于厘清体医融合现阶段的本末关系,即究竟是利用体育解决医学问题,还是反之。如果是前者,体育的战略地位则会被忽视,那么就会使体育沦为手段并进行功能性定位;如果是后者,则会将医学作为手段实现体育的功能,那么古代已有之。因此,体育与医学之间需要有一个环节,体医工融合学科便应运而生。

2.1.2 医工融合学科:发展迅猛的体育交叉学科

从我国高校关于医工融合学科的建设情况可知,隶属于工学学科门类的一级学科——生物医学工程学是医工融合学科^[17],兴起于20世纪50年代,发展至今已有多所高校成立了生物工程学院或研究中心(见表2)。截至2021年底,全国共有16所高校自主设置了生物医学工程学,包括综合性院校、理工科院校及医学院校。生物医学工程学是基于社会需求将工学和医学2个学科进行融合,从2个学科的视角解决临床医学中的重大现实问题,将工程技术手段创造性地应用于临床医学^[18],通过“工为医用”实现医工融合。

医工融合学科坚持从工科中来、到工科中去的原则,致力于服务医学或工科领域^[19],是对“四新”中的“新工科”“新医科”建设思想的深入贯彻。在实践中,医工融合主要解决医学技术与方法的问题以及医疗服务中使用工学手段的路径问题。在某种程度上,只是为体育学科交叉研究提供了借鉴思路,并没有促进真正意义上的体育交叉学科的发展。这一点,从专业性体育院校暂时还未见医工融合学科可见一斑。

2.1.3 体工融合:应时而生的体育交叉学科

“新工科”的出现及其成果在北京2022年冬奥会的应用与转化,为体工融合学科创造了战略发展契机。目前,中国国内设有体工融合学科的高校主要以体育学院以及理工类学校为主,并从主体学科、优势学科中发展出新兴学科,实现了体育学和工学的有机融合。例如:武汉体育学院从2003年开始招收体育信息技术方向的本科生,如今已开始招收体育工程学的硕士和博士;北京体育大学成立

表2 我国一部分研究型大学医工交叉科研机构或平台的建立情况

序号	建立年月	名称
1	2002年9月	中国科学院上海交叉学科研究中心
2	2006年4月	北京大学前沿交叉学科研究院
3	2007年11月	上海交通大学 Med-X 研究院
4	2011年10月	江汉大学交叉学科研究院
5	2014年4月	武汉大学医学研究院
6	2015年10月	北京航空航天大学医工交叉创新研究院
7	2015年11月	上海交通大学脑科学与技术研究中心
8	2016年6月	南方科技大学前沿与交叉科学研究院
9	2017年1月	浙江大学医工信结合平台
10	2017年6月	中山大学生物医学工程学院
11	2018年2月	同济大学医工交叉创新研究院
12	2018年5月	北京理工大学医工融合研究院

注:根据互联网信息整理。

了体育工程学院并在本科阶段开设了智能体育工程专业;华东理工大学成立了体育科学与工程学院,开启了“体育学+工学”模式,以此共同促进了体育学的跨越式发展^[20];首都体育学院成立了体育人工智能研究院,并招收研究生。

综上所述,无论是体医融合学科、医工融合学科,抑或体工融合学科,其实践发展速度均超过了学理研究速度,虽然二元学科融合在实践层面不可避免地遇到了第三学科缺席产生的难题,但是通过上述分析发现,体工融合共同体可以很好地解决实践中的问题,具有对实践的科学指导功能。同时,体医融合、医工融合、体工融合的分支研究形成的实践基础和理论基础可以促进体医工融合学科的发展,是体医工学科融合的现实基础和理论基础。

2.2 体医工融合具有学科理论基础与实践意义

近年来,党和国家围绕“体育强国”“健康中国”“科技强国”等连续制定并实施了多项战略举措、北京2022年冬奥会对科技创新的现实需求等,都对体育学提出了更高的要求。为此,体育学、医学、工学的融合在深度和广度上呈现出前所未有的大交叉、大融合趋势。体医工融合既是对科学发展

的理论创新回应,又是体育领域实施国家战略的时代抉择,具有理论发展和实践发展的应然性。

2.2.1 体医工融合的学科理论基础

首先,科技创新往往源于多学科交叉融合,科技成果的转化通常离不开工学的介入。从柳树皮中发现水杨酸到阿司匹林的产业化生产^[21],从“体育+科技”践行“科技冬奥”理念到“主动健康与应对老龄化”的实践探索,无一不体现了工学作为技术手段融入的必要性,通过破解单一的医学学科和体育学科不能解决的技术难题,诚如上文提及的体医之间缺少的中间环节,工学正恰如其分地弥合了两大领域存在的裂隙,进一步推动了体医工的融合。

其次,我国体育全面深化改革、体育科技创新、慢性病防治等社会需求交织叠加产生的复杂体育现象亟须通过体育学、医学、工学融合进行阐释,以及从多学科视角破解重大技术难题、寻找不同学科知识“溢出”和“注入”的领域。正是在解决体育科技成果转化问题的过程中,体医工融合学科被催生和问世。这一点在体育院校呈现的学科多元化发展趋势也有所体现。

体医工融合学科作为交叉学科背景下的体育高精尖学科建设典范,从学科内涵来看,其具有学科首创性与技术突破性;从学科外延来看,其涵盖体育学、医学、工学领域的科学难题,具有复杂性和综合性。因此,体医工融合学科的首创必将有力地促进体育学科的发展,甚至能为体育学的二级学科调整提供理论借鉴和实践参考。

2.2.2 体医工融合的实践意义

北京市高校于2015年首批建设了22个高精尖创新中心,目前又开启了新一轮建设^[22],可以说在服务国家战略需要和服务北京“四个中心”建设方面具有积极作用。体育学领域也以建设体医工融合高精尖中心进行了积极的探索,并取得了一定成效。一方面,体医工融合学科基于突破性技术创新,聚焦于培养具有多学科知识的体育专业人才、开展联合科研攻关,致力于破解竞技体育、大众健康促进和学校体育领域的“卡脖子”技术难题,占领国际体育科技创新制高点,能加快产出解决重大科学难题的体育科技成果和研制一些具有较大应用价值和转化价值的技术、产品、专利、标准等成果,在此基础上能推动体育科技成果在北京直接转化和推广,并由此探索出以科技创新为先导的体育产业和健康产业的消费升级路径,从而提升高校服务国家发展战略及建设北京

科创中心的能力。另一方面,体医工融合能为体育学科发展、人才培养、创新平台或学科体系重构提供实践支撑。构建体医工融合高精尖创新中心,应立足于体育优势学科,同时发挥多学科交叉与融合产生的优势,以高校为阵地形成满足社会需求和服务国家重大战略需要的实践逻辑。基于此,提高体育院校服务中国经济发展和满足中国社会需求的能力,培养一大批具有国际视野和较高科学素养的高层次体育人才。

2.3 体医工融合学科的特征及对体育高精尖学科建设的作用

体医工融合学科作为一门新兴交叉学科,既具有交叉学科形成的一般规律,又独具体医工融合学科形成的特殊规律。结合体医工融合学科的特点、内涵及对促进社会进步的作用,以下大致勾勒出体医工融合学科的特征。

2.3.1 纵深化:推动理论研究深化

体医工融合学科如果要谋求发展,就要摆脱单一学科的束缚和藩篱,将一座座“学科孤岛”联系起来,整合并不断深化基础理论研究,从而形成体医工融合学科理论体系。

体医工融合学科将围绕体育学、医学、工学的新思想、新理论、新方法探索体育学科的新发展方向,倡导不同研究方向的学者围绕国家重大战略需要在交叉学科领域进行原创性研究。例如:对冬奥会、亚运会及区域性国际体育赛事^[23]展开无学科边界的自由讨论和跨学科、多领域的大跨度交叉研究,由此催生出新的体育学科领域和新的研究方法,早日形成一个有利于体医工融合学科发展的包容性学术氛围。

2.3.2 多元化:加大研究领域跨度

随着交叉学科逐渐从学科内部的“近距离”交叉发展到如今交叉学科之间、交叉学科与外部其他学科的“远距离”交叉,交叉学科正呈现交叉跨度不断增大、交叉领域不断增多的发展态势。体育学也不例外,从体医融合、体工融合等二元交叉逐渐向体医工三元交叉发展,并且交叉“触角”从表象、局部不断向实质、整体延伸,学科边界不断扩大、学科内涵不断丰富。

体医工融合学科的培育和萌生不仅是体育科学多元分化发展的结果,也与解决体育领域面临的瓶颈问题息息相关。体医工融合学科不局限于边缘学科的交叉,而是在社会需求以及科学发展的推动下趋向于使多学科的理论和方法相互融合,在自然科学和社会科学、生命科学和非生命科学之间进

行多层次、多元化、多维度的交叉。

2.3.3 融合型:学科分化与综合互补

综合与分化是学科发展的内在规律,两者并不矛盾。体医工融合学科也有一个在体育学、医学、工学综合化融合基础上经过分化又综合的发展过程,并且经过综合与分化最终是要形成高度统一。

体医工融合学科通过整合体医交叉理论、医工交叉理论以及体工交叉理论进而融合成体医工交叉理论以至形成新的交叉学科。从学科外部而言,体医工融合学科的出现是在体育学、医学和工学的研究中分别突破学科边界致力于同一问题的解决,是学科发生综合化的体现。从学科内部而言,体医工融合学科又造成了体育学、医学和工学在研究层面的更大程度的分化,产生了在体医工融合学科范畴更为专业化的新兴交叉学科,即体医工融合学科的进一步发展能使体育学、医学和工学经过分化和综合形成高度统一体。

根据图1中的学科领域,体医工融合学科涵盖的10个研究方向可进一步依据体医融合、体工融合、医工融合的领域进行再划分,甚至在一定程度上通过细分领域的交叉融合可以进一步凸显体医工融合学科的特征。

2.3.4 时代性:与 STS 的发展共进

学科与“科学、技术、社会”(简称“STS”)的发展密不可分。体医工融合学科作为以人体科学理论为基础、以科学技术为手段解决社会发展中的重大问题的交叉学科。研究的是社会科学与自然科学、人文科学、应用科学之间的融合与交叉。体医工融合学科研究中的健康问题与国计民生息息相关,强国战略又和国家发展、社会进步密切相关。基于此,体医工融合学科的发展与 STS 的关联更为紧密,并且要解决人类社会面临的各种难题,以及促进科技、经济与社会的协调发展。竞技体育关键技术应用、人的健康问题以及体育产业科技化制约因素都是体医工融合学科发展中应有的问题意识。

体医工融合学科肇始于健康问题,并不断演化产生出新问题,都是该学科进一步发展的根本所在,即体医工融合不仅仅是创建了一门新的学科,而是早已超越“学科体系本位”意识,以满足国家重大战略需要和社会需求为纲,以学科间的深度和广度融合为目的,促使体医工融合学科的成形。

3 体医工融合学科的理论与实践

体医工融合学科是指体育学科中服务国家重大战略,满足社会需求重点领域的高峰学科和研究方向。在下大气力组建交叉学科群、进行科技创新、建设体育强国等背景下,国内一些体育院校大力推动体育科技创新,以体育学与医学、工学融合创新,破解体育领域学科难题和突破关键技术瓶颈。如首都体育学院率先提出了“体医工”融合发展理念,并创建了全国首个“体医工融合高精尖创新中心”(以下简称“体医工融合中心”),发挥相关优势推动体医工融合学科向高精尖学科发展。

3.1 体医工融合学科的理论体系

3.1.1 体医工融合学科的概念内涵

学科的产生在于社会对其的需求,这也正是学科建构的内容^[23]。体医工融合学科既是21世纪学科交叉的产物,也是“新工科”“新医科”建设的有益探索。一方面,体医工融合学科在满足体育学、医学、工学的各自建设需求的基础上涵盖了更广泛的社会需求;另一方面,体育学、医学、工学各自的学科属性、学科特征、发展趋势、适用范围等又使体医工融合学科研究有了新的探索空间。

体医工融合学科强调,以体育学为本、树立推动体育学科整体发展的理念、以体育学与医学领域中的主动健康问题为研究对象、运用工学攻克技术难题、搭建起体育学和医学的学科融合桥梁、实现不同学科的资源共享和互促共进。其中:“体”是本体和核心,是体医工融合学科的建构根基,是实现建成体育强国战略目标的必由之路;“医”是基础,

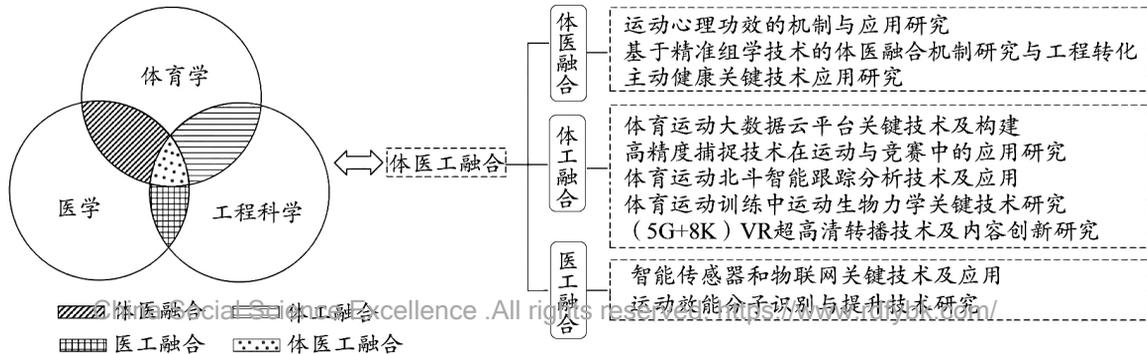


图1 体医工融合学科的特征

运用医学知识和医疗技术维持或促进健康,是对全民健康指导思想的实践回应,直指健康中国战略目标;“工”是手段和技术,是体育学和医学的黏合剂,对标科技强国战略目标,在增强中国竞技体育的国际竞争力以及在体育强国建设过程中发挥科技支撑作用(见图2)。

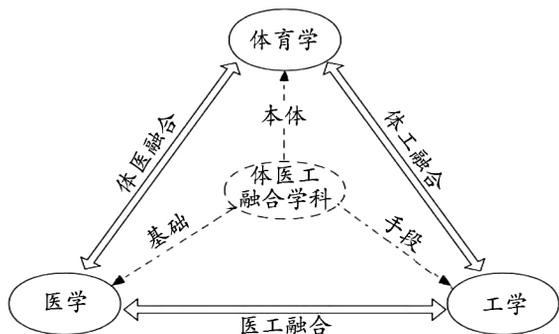


图2 体医工融合学科建构

体医工融合学科涉及的体育学、医学、工学的学科体系都比较庞大、理论基础不尽相同、学科属性各异。体育学一以贯之的交叉学科属性,以及医学和工学两大学科门类本身包含若干跨学科研究分支且属于高势能学科,能为体医工融合学科构建提供充足的理论支撑。据此,体医工融合学科要坚持以体育学为基础,并服务于体育实践。因此,体医工融合学科要在打破学科壁垒的过程中坚持以体育学为主,固本培元,立足体育学科发展的基本情况,发挥医学和工学的学科优势,完善体育学的学科体系,着重拓宽先进科学技术在体育运动与健康方面的广泛应用领域。

3.1.2 体医工融合学科的内容体系

根据学科发展的一般规律,新学科建立的核心是理论体系的构建^[24]。而学科内容体系又由研究对象决定。如前所述,体医工融合学科的研究对象是体育学和医学领域中的健康促进问题,旨在进一步增强体育锻炼的健身价值、医学价值和科学价值,并推进体育学科体系的完善。

体医工融合学科是以体育为出发点,在体育学、医学、工学等理论基础上形成一套独特的学科内容体系。该体系共包括4个部分(见图3):一是学科本体论,侧重于分析体医工融合学科“是什么”的问题,包括基本概念、研究对象、学科特点、学科作用等内容;二是学科认识论,侧重解决体医工融合学科“有什么”的问题,包括具体的学科基础、研究方向等内容;三是学科方法论,侧重解决体医工融合学科“如何做研究”的问题,包括科学研究的哲学方法、一般性的通用研究方法、以工程技术和自

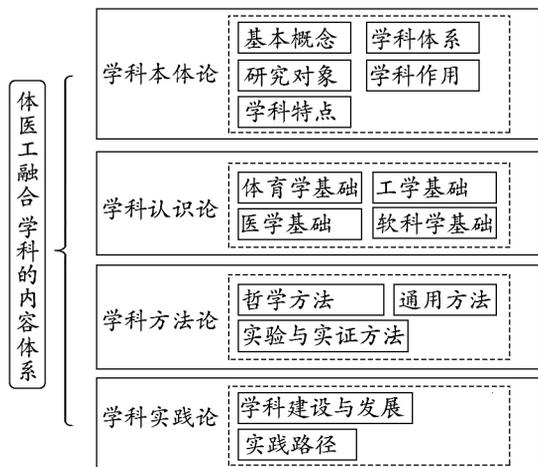


图3 体医工融合学科的内容体系

然科学为特征的实验与实证类研究方法;四是学科实践论,侧重解决体医工融合学科“用来做什么”的研究成果实践转化的问题。

3.2 体医工融合学科的实践探索

基于上述体医工融合学科的构建,首都体育学院在二元学科融合模式基础上率先探索“体育+X”的三元学科融合模式,创建了“体医工融合中心”,开始了体医工融合学科的实践探索。

3.2.1 体医工融合中心的概况

为了深入贯彻落实《统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案》^[25],达到《关于统筹推进北京高等教育改革发展的若干意见》的要求^[26],推动高校学科建设整体水平提升,提高学科服务国家战略需要、促进区域经济发展、推动社会进步的能力,加快推进北京高校建设一流大学和一流学科,促进学科间进一步融合发展,形成一批国际或国内一流的优势特色学科以及新兴前沿交叉学科。国内一些高校开始建设一流学科。例如,首都体育学院于2020年创建了“体医工融合高精尖创新中心”,聚焦竞技体育、大众健康促进、临床康复、军事训练领域的“卡脖子”技术问题,充分融合体育学、医学、工学的学科优势打造一流学科,针对运动表现和健康的形成机制、监测和分析技术,开展科学研究和技术攻关,旨在建成世界一流的体医工融合创新研究中心;围绕运动促进健康的理论与机制、具有体医工融合特色的关键技术和方法以及指导运动训练、体育活动、运动康复的实践,从理论与机制、技术与方法、应用与实践的研究思路布局研究方向(见下页图4),并搭建了研究平台(见下页图5)。着力构建国际领先的体医工融合学科创新模式,以此引领国内体育科技创新发展。

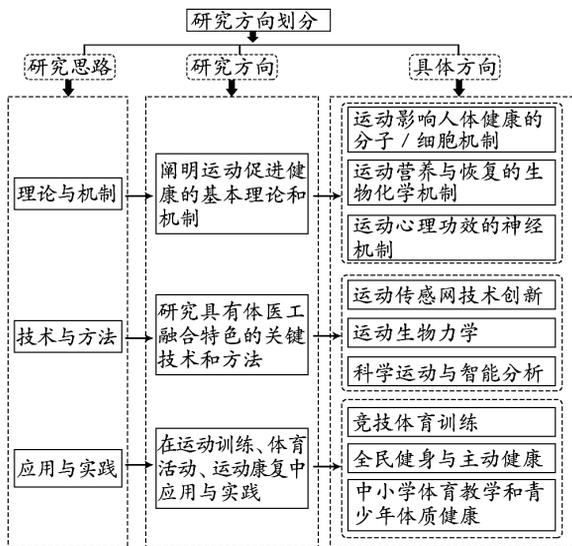


图4 体医工融合中心的研究方向划分



图5 体医工融合中心的研究平台

3.2.2 体医工融合中心的实践探索

体医工融合中心围绕重点划分出了基础理论研究、关键技术突破、重要成果实践应用、核心产业转化4个研究领域,打造了集科技创新、工程应用、成果转化、产业升级、学科建设、人才培养、社会服

务“七位一体”的体医工融合高精尖创新平台,将为一流学科建设提供重要的支撑。

体医工融合中心自创建以来,通过与国际国内众多一流大学以及高科技企业达成合作共识,在科研成果产出、科技成果转化等方面有了明显的进展。近年来,首都体育学院连续主持国家重点研发计划项目4项,实现了办学历史上的重大突破。以2020年国家重点研发计划项目——“全民健身信息服务平台关键技术的研究”为例。该项目以基于大数据和人工智能技术研发科学健身信息服务关键技术及产品为研究任务,主要运用了包括神经网络算法、机器学习算法、智能优化算法在内的评价法和可以进行数据加密、数据共享、数据融合算法的系统技术法,研究方向、研究内容、研究方法和研究范式几乎涵盖了体育学、医学、计算机科学、数学、工程学等多个学科的交叉领域。

3.2.3 体医工融合中心的发展方向

基于上文分析的体医工融合学科的概念、理论基础、学科属性以及学科内容体系,同时结合图4和图5中的研究方向,进一步分析体医工融合学科未来可以研究的领域,以及体医工融合学科建设与发展应着力的方向。

3.2.3.1 深化满足体育需求的技术创新

从体育学、医学、工学3个学科融合的关键点来分析,体育学作为体医工融合学科的本体,是体育学、医学、工学融合的根本。体医工融合学科应用的第一要义是要根植于体育学解决过去单一体育学科解释力不足的问题。可以从以下几个方面展开技术创新。

1)针对运动训练、体育活动、运动康复的实践问题可以展开运动促进健康的关键技术及其应用研究,将人工智能(AI)、物联网、可穿戴技术与体育运动有机结合,研制符合人体工程学的三维传感可穿戴系统,建设供个人使用的智能健身平台,通过采集和分析人体运动时的相关数据为健康促进提供依据。

2)针对竞技体育和大众健身的场景应用问题,将北斗智能跟踪分析技术、物联网技术、“5G+北斗位置数据融合与处理技术”应用于体育运动场景,实现该类新技术在特定产业的应用,进一步提高体育行业相关领域的科技成果应用水平。

3.2.3.2 实化满足健康促进需求的应用方向

医学是体医工融合学科的基础,用以研究人体运动系统模型、建立人体生理模型,由此促进提高全民健康水平。同时,医学也决定并影响着体医工

融合学科的未来发展走向。体医工融合学科的应用,本在体育、固在医学,在于探讨运动促进健康的理论和机制,主要有以下几个方面。

1)从细胞分子机制阐释运动和营养对体质健康的促进作用。运用基因组学、免疫组学、自动化微流控技术等高精尖技术手段对运动提高人体防病能力、影响免疫水平、减少呼吸道感染等的效果进行测评和原理阐释。此外,针对不同运动项目的能量代谢以及营养需要差异,通过对运动员进行精准的营养与疲劳状态评估,为运动员进行营养调配及改善物理恢复效果提供依据,为运动员提高运动表现和延长运动生涯保驾护航。

2)从运动损伤方面阐释运动调节人体组织和结构功能的理论和机制。主要针对在运动训练过程中动作不规范、长期超负荷运动等导致的应力性骨折、软组织损伤等问题,以及由于衰老或疾病导致的骨骼肌肉功能失调问题,阐释运动与骨骼肌肉健康、损伤、恢复的关系,帮助制定正确的运动干预及康复的方案。

3)针对运动过程中的心理阐释运动心理干预的效果和机制。主要探究运动竞赛和运动训练过程中的心理特征以及脑机制,构建相应的心理模型;研究人在运动中的感知觉、平衡能力和协调能力变化的心理机制,探究有效的心理技能训练方法和策略;明确运动过程中决策的认知神经机制、运动干预身心健康的效果及机制、传统养生功法的心理治疗功效及其心理机制,推进以运动开发青少年智力、人工智能在动作技能发展中的应用研究。

3.2.3.3 强化工学技术的创新驱动

工学作为体医工融合学科的关键手段,决定着体医工融合学科的发展程度和发展进程,能使体育学和医学在技术上获得突破,发展具有体医工融合学科特色的关键技术和方法,有望使竞技体育、大众健康促进、基础医学、临床诊断与治疗实现颠覆性的技术进步,可以从以下几个方面强化创新驱动。

1)围绕提高运动员的运动能力以及全民运动健身水平,开发高精度运动动作捕捉及多维度采集数据的软硬件一体化系统。以边缘计算与嵌入式系统及高效数据库系统为计算物理基础,以动作捕捉系统和人工智能算法等为技术手段,开展多学科交叉的理论与实践创新研究。在运动竞赛中实现的全场景、高精度的数据实时统计及人工智能数字化分析主要应用于指导科学训练、专项技战术诊断与评估、大众运动能力评估等方面,用以提高运动

员的竞技能力和大众健康水平,由此形成体育高精尖学科的理论与实践研究成果。

2)围绕竞技体育、大众健身等领域的应用场景进行多源传感器和人机协同关键技术的创新。在青少年的运动训练过程中,攻破电学传感系统与光纤传感系统组网、光电信号实时采集传输与处理、传感器网环境适应性、体征传感模式研究、脑机接口传感等核心技术难题,以及进行以传感信息作为中介的人机协同等前沿学科的深入研究,使此类新技术应用于体育领域的创新和科研攻关。

3)围绕我国体育领域的相关数据,运用大数据技术打通体育不同领域的界限,形成大数据综合应用模型。通过大数据技术构建精准监测运动的成绩预测模型和决策支持模型,拟合人体运动监测数据与多类型传感器数据,以此精准监测与分析指导运动训练。此外,还可以通过大数据技术进行多维度、多源、多模态的数据组合,按照社区、区域、人群形成体育运动分类模型,为社区体育建设、政策制定等提供有据可依的数据支撑。

4)围绕青少年运动员训练过程中面临的复杂现场条件,运用运动生物力学关键技术研制不同运动项目训练的智能化管理系统。针对不同运动项目训练中的复杂难题,研发基于三维动作捕捉技术、空气动力学模拟及动力学优化的运动员动作采集分析系统和基于柔性传感器技术、非接触式生命体征检测技术的生理参数实时监测系统;构建人体骨骼肌肉等生物力学模型,对运动员在专项训练中的数据进行整理、分析、汇总后,进行个性化的、智能化的、实时性的、系统化的训练效果评估。

4 结束语

交叉学科的发展与应用,首先不仅是科学发展的必然趋势,也是新学科建设的必经之路;再则,单一的体育学科日渐难以适应当前国家发展和社会进步的需要。在大力建立交叉学科门类、提倡学科交叉,以及建设新工科、新医科等进行学科改革的背景下,建设“体育学+X”式的体医工融合学科顺应了交叉学科发展之趋势、体育学发展之趋向、学科改革之需要,而且也符合将体育学建成高精尖学科的要求,可谓是体育学发展的必然趋势。

基于此,本研究首先从体育学科属性、国家战略需要、创新发展和现有实践基础4个方面分析与论述了体育学从学科交叉到交叉学科的发展趋势。其次,基于现有体医融合、医工融合、体工融合的交叉学科的研究基础,分析了二元学科融合

存在的不足,为分析多元学科融合如体医工融合学科的产生提供了依据。同时,还深入分析了体医工融合学科的理论基础和实践意义,并阐述了体医工融合学科的特征。此外,从体医工融合学科建构与学科内容体系2个方面分析了体医工融合学科的理论体系,并以首都体育学院的体医工融合高精尖创新中心为例,从体医工融合中心的概况、实践探索和发展方向3个方面分析了体医工融合学科的实践应用。

总而言之,本研究是在体育学与医学、工学展开交叉研究的背景下尝试提出“体医工融合学科”这一崭新的概念,属于宏观的趋势性展望,关于具体的知识体系构建以及如何进行实践应用还需要后续继续深入甚至进行微观层面探究。作为前瞻性研究,本研究还有许多不足之处,提出的许多观点也有待于进一步考证。希望本研究能引起学者们对体医工融合学科的关注和思考,进而使之得到进一步丰富、完善和发展。

注释:

①“1+5+8”是指国内共计14所体育院校的层级分布,其中:“1”是指国家体育总局直属高校——北京体育大学;“5”是指国家体育总局与地方政府共建的5所专业性体育院校,分别为上海体育学院、武汉体育学院、西安体育学院、成都体育学院、沈阳体育学院;“8”是指地方政府管理的8所专业性体育院校,分别为首都体育学院、天津体育学院、河北体育学院、吉林体育学院、哈尔滨体育学院、山东体育学院、南京体育学院、广州体育学院。

参考文献:

[1] 习近平在北京大学师生座谈会上的讲话[EB/OL]. (2014-05-05) [2018-05-03]. http://www.gov.cn/xinwen/2014-05/05/content_2671258.htm.

[2] 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议[EB/OL]. (2020-11-03) [2022-11-26]. http://www.gov.cn/zhengce/2020-11/03/content_5556991.htm.

[3] 叶雨婷. 教育部增设“交叉学科”门类及两个一级学科[N]. 中国青年报, 2021-01-14(2).

[4] 李立国, 李登. 设置交叉学科: 打破科学割据, 作彻底联合的努力[N]. 光明日报, 2021-02-27(11).

[5] 王续琨. 交叉学科结构论[M]. 北京: 人民出版社, 2015: 370.

[6] 景于, 马永红. 学科交叉视域下的交叉学科心理认同度研究[J]. 大连理工大学学报(社会科学版), 2018, 39(4): 106.

[7] 彼得·莱斯加夫特[Z/OL]. (2021-11-15) [2022-10-28]. https://baike.baidu.com/item/彼得·莱斯加夫特/49861052?from-Module=lemma_inlink.

49861052? from-Module=lemma_inlink.

[8] Министерство спорта российской федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования[EB/OL]. (2010-01-10) [2022-10-28]. <http://lesgafit.spb.ru/istoriya-ngu/istoriya-ngu-im-pf-lesgafita>.

[9] 李博. 中国体育学演进历程探析——基于学科建构路径理论[J]. 武汉体育学院学报, 2021, 55(11): 5.

[10] 本刊记者. 科技冬奥中的那些高科技[J]. 现代国企研究, 2022(3): 30.

[11] 董德龙, 刘文明, SEAMUS K. 归属、规模、规制: 对中国体育学科发展的认识——一种学科方向探究[J]. 体育科学, 2015, 35(3): 83.

[12] 中国标准化研究院, 中国科学院计划财务司. 学科分类与代码: GB/T 13745—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009: 78.

[13] 王家宏. 把握新机遇, 助推中国体育学科高质量发展[J]. 北京体育大学学报, 2022, 45(2): 5.

[14] 周娇, 郭建军. 体医融合背景下的体育医学[J]. 慢性病学杂志, 2018, 19(5): 520.

[15] 李彦龙, 陈德明, 聂应军, 等. 场域论视域下我国体医融合的实际困境与应然进路[J]. 体育学研究, 2021, 35(1): 36.

[16] 蔡建光, 曹琳, 周向华. 健康中国战略引领下的体医深度融合: 学理、价值与进路[J]. 湖南科技大学学报(社会科学版), 2022, 25(2): 176.

[17] 张堃, 付君红. 基于“医工融合”的新工科专业人才培养模式的探讨[J]. 教育教学论坛, 2019(40): 240.

[18] 朱松盛, 段磊, 王伟, 等. “医工融合”培养创新型医学工程人才[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(12): 212.

[19] 何炳蔚, 张月, 邓震, 等. 医疗机器人与医工融合技术研究进展[J]. 福州大学学报(自然科学版), 2021, 49(5): 681.

[20] 陈骥, 刘泳庆, 肖书明, 等. 当前我国体育工程领域的研发需求情况分析[J]. 中国体育科技, 2021, 57(4): 3.

[21] 乔宏志, 刘卓雅, 祖强, 等. 中医药高校学科交叉教育的发展现状和模式探讨——以医工结合教育为例[J]. 南京中医药大学学报(社会科学版), 2022, 23(2): 129.

[22] 北京加快建设高水平人才高地 支持高校创建二十家高精尖创新中心[EB/OL]. (2021-10-03) [2022-10-28]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1712552544096647142&wfr=spider&for=pc>.

[23] 王子朴. “一带一路”体育赛事交流机制研究[M]. 北京: 中国发展出版社, 2021: 147-149.

[24] 毛欣娟. 国家安全学科体系构建的内在逻辑与基本面向[J]. 情报杂志, 2021, 40(1): 99.

[25] 统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案[EB/OL]. (2015-11-05) [2022-10-28]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/201511/t20151105_217823.html.

[26] 关于统筹推进北京高等教育改革发展的若干意见[EB/OL]. (2018-06-19) [2022-10-28]. http://www.beijing.gov.cn/gate/big5/www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/201905/t20190522_61267.html.