

·综述·

国际心脏康复研究发展与热点演变:基于文献计量学分析*

李 擎¹ 杨 坚^{1,2}

随着我国人口老龄化逐步加剧,人们的生活水平不断提高与现实不能满足人们对体育锻炼需求之间日益增长的矛盾,以及健康素养因慢性非传染性疾病日渐增长而需亟待提高的现状,心血管疾病的发病率、疾病存活率不断提高,疾病负担日益加重,例如,1990年以来,我国心血管疾病的流行病例翻了一番,2016年达到近9400万,1990—2016年每年由于心血管疾病造成死亡的人数从251万增加到397万^[1];2017年脑卒中和缺血性心脏病是死亡和伤残调整生命年(DALYs)的主要原因,1990—2017年,脑卒中的每10万人的年龄标准化的DALYs下降了33.1%,而缺血性心脏病则增加了4.6%^[2]。这些都对实现健康老龄化带来了巨大挑战。同时,心血管疾病逐渐出现低龄化,这对个人与家庭造成了重要影响,对顺利实现健康中国2030目标造成了障碍。

本文正是基于上述背景,从文献科学计量视角探讨国际心脏康复历史演进,心脏康复专业学会组织、协会在推动心脏康复发展与完善的作用,当代心脏康复的内涵和核心内容,心脏康复服务模式的变化,梳理国际心脏康复研究现状,以期能为心脏康复研究提供丰富的内容,从而为更好地理解 and 开展心脏康复提供帮助。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本文以医学主题词heart、coronary、cardiovascular、cardiac和rehabilitation为检索条件,对Web of Science核心合集数据库中Science Citation Index Expanded(SCI-EXPANDED)收录的1950年以来的文献进行检索,检索式为:TS=(“heart* rehabilitation*”OR“coronar* rehabilitation*”OR“cardio* rehabilitation*”OR“cardia* rehabilitation*”NOT cancer),检索文献类型限定于“article”,文献出版语言为“English”。检索结果显示共有4517篇文献,将检索结果分别导出为“纯文本格式”和“EndNote Desktop”,记录内容为“全记录与引用的参考文献”,用于后续文献计量分析。

1.2 研究方法

首先将“Endnote”格式的题录导入到“Endnote”查看是否有缺失文献作者和发表年份,结果显示共有13篇文献缺少作者,62篇文献没有发表年份,其中没有发表年份的文献均为“Online ahead of print”,因此在后续的Citespace分析中不被纳入分析。其次使用陈超美教授基于JAVA平台开发的Citespace 5.7^[3]对下载格式为“纯文本格式”的题录进行去重和绘制科学知识图谱。国家、机构和个人发文量统计分析时,选取节点类型(Node types)分别为“Country”、“Institution”和“Author”,例如,假设美国发文量(或出现频次)为100篇(次),是指含有美国地址的作者文章总篇数,同一国家多次出现在同一篇中算做1次,机构和作者与Country一致,Citespace分析中没有区分作者类型,而是将所有作者纳入统计分析^[4];期刊共被引和文献共被引分析时,选取的节点类型为“Cited Journal”和“Reference”;热点分析时,选取的节点类型为“Term”,具体参数设置见图左上角,阈值设置采用默认值。

2 结果

2.1 心脏康复研究论文数量年代分布

从检索的文献可知最早发表心脏康复论文的学者是Williams B^[5]和Lee PR^[6],随后有学者陆续发表相关研究成果,从数量角度而言20世纪50年代和60年代发表的文献数量非常少见,仅有零星的8篇。70年代到80年代,文章数量从39篇增长到85篇;进入90年代,发文量突破百篇,年均论文量达到了32.1篇。新千年的前10年,发文量达到了1027篇,年均论文量突破百篇。2010—2019年,论文总量突破2000,达到2776篇,年均论文量突破200篇,达到277.6篇。从论文发表数量角度可将心脏康复研究划分为起始阶段(1950—1960年代),缓慢发展阶段(1970—1989年代),兴起阶段(1990—1999年代),蓬勃发展阶段(2000—2009年代)和加速发展阶段(2010年至今),见表1。

2.2 心脏康复研究论文发表量国家排名分布

从1957年发表的心脏康复研究论文^[5-6]可知,最早开始

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.02.026

*基金项目:上海市徐汇区卫健委、徐汇区科委重大项目(SHXH201801);上海市卫生健康委面上项目(201940388);上海市卫生健康委员会2019年上海市医学重点专科项目(ZK2019A17)

1 上海市徐汇区中心医院,上海市,200031; 2 通讯作者

第一作者简介:李擎,女,副主任医师;收稿日期:2020-11-09

表1 心脏康复研究论文发表量年代表

年代	发文量	年均发文量
1957—1969年代	8	0.67
1970—1979年代	39	3.9
1980—1989年代	85	8.5
1990—1999年代	321	32.1
2000—2009年代	1027	102.7
2010—2019年代	2776	277.6
2020年1—8月	261	-

心脏康复研究的国家是美国,而从本次论文检索的结果可知,美国发表心脏康复的论文量达到了1330篇,远超其他国家,位列第一。发文量位居第二的是加拿大,发文量达到543篇,第三是英国,发文量有412篇。欧盟国家中位居第一的是意大利,发文量为300篇,大洋洲国家中位居第一的是澳大利亚,发文量378篇,亚洲国家位居第一的是日本,发文量达到184篇,见图1。

从国家的聚类图谱结果可将心脏康复研究国家间的合作紧密关系主要分为4个区域,有北美国家美国、加拿大和英国等国,欧盟国家德国、比利时和荷兰等国,以及意大利、挪威和瑞典等国,大洋洲的澳大利亚与亚洲的日本。我国在国际间的合作研究中较少,图谱显示与较少国家存在合作关系(图2,见封三)。

2.3 心脏康复研究论文机构发文量排名分布

心脏康复的研究机构发文量位居前三的研究机构都来自于加拿大,分别是多伦多大学(265篇),大学健康网络(213篇)和多伦多康复研究中心(126篇),位居美国第一研究机构是梅奥医学中心(119篇),位居欧盟第一的研究机构是丹麦的哥本哈根大学(83篇),大洋洲第一的研究机构是悉尼大学(82篇),见图3。

2.4 心脏康复研究论文合著频次前10名研究者

从上文可知,心脏康复研究论文发文量位居前三的国家和机构分别是美国、加拿大、英国和来自加拿大的研究机构。从表2可知,有关心脏康复研究论文合著频次前三名作者分别是 Sherry L Grace(150篇), Paul OH(78篇)和 Ross Arena(70篇),其中前两位来自加拿大,后一位来自美国。作

者间合作关系体现明显的地域特点,例如,加拿大学者 Sherry L Grace和 Paul OH、Susan Marzolini,美国的 Ross Arena和 Philip A Ades、Carl J Lavie、Randal J Thomas,以及丹麦的 Rod S Taylor和 Ann Dorthe Zwisler,合作较为紧密。

2.5 期刊共被引分析

期刊共被引频次位居首位的是 Circulation,被引频次达到4948,第二位的是 Journal of the American College of Cardiology(J Am Coll Cardiol),被引频次达到3568,第三位的是心肺康复专业期刊 Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention(J Cardiopulm Rehabil),被引频次

图1 心脏康复研究论文量国家排名图

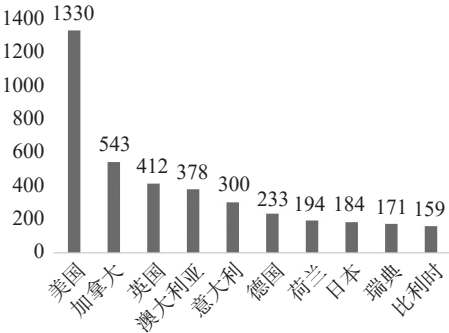


图3 心脏康复研究论文机构发文量排名图

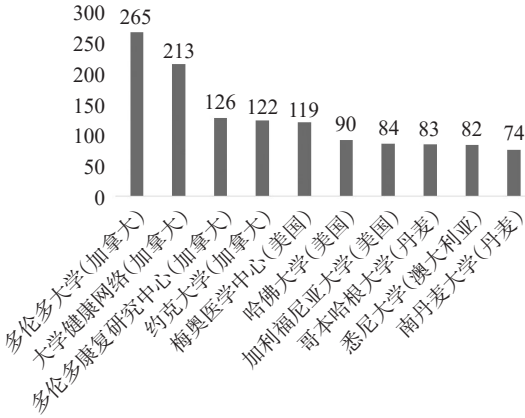


表2 心脏康复研究论文合著频次前10名作者

序号	合著频次	作者	国家	作者的大学/机构
1	150	Sherry L Grace	加拿大	York University & University Health Network
2	78	Paul OH	加拿大	Toronto Rehabilitation Institute
3	70	Ross Arena	美国	University of Illinois Chicago
4	66	Randal J Thomas	美国	Mayo Clinic
5	64	Carl J Lavie	美国	Ochsner Medical Center
6	57	Patrick Doherty	英国	University of York
7	55	Philip A Ades	美国	University of Vermont College of Medicine
8	52	Rod S Taylor	丹麦	University of Southern Denmark
9	47	Susan Marzolini	加拿大	University of Toronto
10	43	Ann Dorthe Zwisler	丹麦	Danish Centre of Rehabilitation and Palliative Care, University Hospital Odense

达到3074。前10位中由美国出版的期刊达到7种,英国有3种,其中中心性超过0.3的期刊有Circulation, New England Med 和 Lancet 全球顶级期刊(表3)。结合上文结果显示,美国心脏康复研究论文发文量远超其他国家,从期刊共被引角度探讨其中的原因可知,专业期刊的多寡是影响心脏康复研究论文发文量的因素之一。

2.6 文献共被引分析

被引频次最高的10篇文章中,涉及运动疗法内容的有4篇文献,且有2篇被引频次位居第一和第二位,其中被引频次最高的文献是由Taylor RS于2004年在AM J MED发表的名为“Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials”,被引频次达到了774。可见,在心脏康复研究领域中,运动疗法的相关研究占据心脏康复研究的重要位置。权威组织发表的引领研究方向的科学声明或指南能对相关研究具有推动作用,例如,美国的心肺康复协会和欧洲的心血管预防和康复协会在推动国际心脏康复研究的发展具有举足轻重的作用,两个组织发表的科学声明的被引频次均超过300,分别是360和325,说明在国

际上已得到广大研究者认可(表4)。

2.7 心脏康复研究热点与演变

宏观角度显示1970—2020年半个世纪的心脏康复研究始终围绕着慢性心衰患者(chronic heart failure)、冠心病患者(coronary heart disease)、急性心肌梗死患者(acute myocardial infraction)、接受冠状动脉旁路术患者(coronary artery bypass)等心血管疾病患者(cardiovascular disease)开展基于运动疗法(exercise-based)为主的心脏康复计划(cardiac rehabilitation program),研究中多采用干预组(intervention group)和对

表3 刊载心脏康复研究论文前10名的期刊

序号	被引频次	中心性	影响因子	国家	期刊
1	4948	0.34	23.603	美国	Circulation
2	3568	0.06	20.589	美国	J Am Coll Cardiol
3	3074	0	1.383	美国	J Cardiopulm Rehabil
4	3068	0.07	2.57	美国	Am J Cardiol
5	2899	0.1	45.54	美国	JAMA
6	2829	0.03	22.673	英国	Eur Heart J
7	2771	0.21	4.153	美国	Am Heart J
8	2385	0.38	74.699	美国	New Engl J Med
9	2200	0	-	英国	Eur J Cardio Prev R
10	2116	0.54	60.392	英国	Lancet

表4 心脏康复研究论文被引频次前10位的文献

序号	被引频次	文献名	作者、发表时间、期刊名和中心性
1	774	Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials	Taylor RS,2004,Am J Med,0.46
2	436	Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease	Anderson L, 2016, Cochrane Db Syst Rev,0
3	406	Use of cardiac rehabilitation by medicare beneficiaries after myocardial infarction or coronary bypass surgery	Suaya JA,2007,Circulation,0.35
4	381	Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology; the Councils on Cardiovascular Nursing, Epidemiology and Prevention, and Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation	Balady GJ,2007,Circulation,0.02
5	360	Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease: an American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity), in collaboration with the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation	Leon AS,2005,Circulation,0.02
6	357	An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction	Oconnor GT,1989,Circulation,0.13
7	330	Cardiac rehabilitation after myocardial infarction. Combined experience of randomized clinical trials	Oldridge NB,1988,JAMA,0.91
8	325	Secondary prevention through cardiac rehabilitation: from knowledge to implementation. A position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation	Piepoli MF, 2010, Eur J Cardio Prev R,0.05
9	312	The hospital anxiety and depression scale	Zigmond AS, 1983, Acta Psychiat Scand,0
10	293	Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease	Heran BS, 2011, Cochrane Db Syst Rev,0.12

照(controlled study)研究,鉴于康复治疗对象本身存在心血管事件(cardiac event)的风险(risk)及康复治疗存在运动风险,因此心脏康复不可忽视风险因素(risk factor)的存在,在干预开始前评估患者运动能力(exercise capacity)和运动耐受性(exercise tolerance),从峰值摄氧量(peak oxygen consumption)和心率(heart rate)角度评估患者的运动能力,见图4(见封三)。

1970—1989年发表的研究论文数量相对较少,心脏康复研究出现较少的研究热点,心脏康复处于缓慢的发展阶段;90年代出现以运动训练为代表的运动疗法的研究热点,并成为今后心脏康复的主流研究领域;同时提出了二级预防的概念,强调心脏康复防治结合的理念。

进入21世纪的前10年,虽然研究论文的数量出现了爆发式的增长(表1),但大部分研究仍围绕90年代开创的研究领域进行传承研究,出现较少的新颖和实用的康复治疗方法,但研究方向开始向与健康相关的生活质量方面转变。由于运动疗法在心脏康复方面具有良好的效果,有学者运用循证医学的方法对过去心脏康复运动疗法的成果进行系统总结和评价,见表4。

2010—2020年大多数研究仍集中于心脏康复的运动疗法和患者的身体机能(function capacity)或运动能力方面,同时也出现了以远程康复(tele-rehabilitation)和社会心理(psychosocial factors)因素等方面的研究越来越受到重视。

3 讨论

3.1 从时代年轮看心脏康复研究发展与历史演进

心脏病患者早期的体力活动产生的益处的证据积累始于1953年,当时的莫里斯和黑迪的研究得出在轻体力职业的工人中患冠心病的比例至少高于重体力职业工人的30%,重体力(繁重的)工人的冠心病发病率低归功于该类工人进行了额外的体力活动^[7]。

1966年, Saltin^[8]及合作者对5名20岁受试者进行了3周卧床和8周的剧烈体育锻炼对他们身体状况影响的研究。这项被称为“达拉斯卧床休息和训练研究”,虽然这项研究的样本量较少,但丰富了关于锻炼的积极作用和卧床休息对受试者的身体状况不利影响的早期探讨和分析。

70年代后期,固定和减少活动导致长期预后和生存率较差的现象越来越明显,运动治疗处方的概念在心肌梗死患者的作用日益获得广泛的关注^[9]。运动疗法对患者预后的有益作用确立了人们对运动疗法改变发病率和死亡率作用的兴趣激增。从那时起,大量的和日益增多的研究文献建立了运动益处的生理学基础,这导致了心脏康复计划的发展。

可见,随着人们对心脏康复认识的不断变化和以运动疗法为基础的康复治疗方案的有益作用日渐被人们接受,这表明心脏康复研究起始阶段1950—1969年是人们对心脏康

观念转变阶段,而缓慢发展阶段1970—1989年是以运动疗法为代表的运动生理学基础理论的日渐完善和研究成果向心脏康复领域逐渐转化阶段。在随后的90年代乃至进入21世纪,心脏康复的主要领域仍是运动疗法,相关研究成果呈现爆发式增长,说明前人的开创性研究为后续的研究奠定了基础,也使得心脏康复研究得到良好的传承研究。

3.2 心脏康复专业协会对推动心脏康复发展的作用

目前,常见发表心脏康复研究相关的临床指南、科学声明以及研究论文的较有影响力的专业组织有:美国心脏病学会(American College of Cardiology, ACC),美国心脏病学会基金会(American College of Cardiology Foundation, ACCF),美国心脏协会(American Heart Association, AHA),美国心肺康复协会(American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation, AACVPR)^[10-11]。其中AHA^[12]于2007年发表的《心脏康复/二级预防计划的核心内容》一文被引频次达到381次(表4)。

欧洲有欧洲预防心脏病协会(European Association of Preventive Cardiology, EAPC)、欧洲动脉硬化学会(European Atherosclerosis Society, EAS),欧洲心脏病学会(European Society of Cardiology, ESC),其中EAPC于2010年发表了“通过综合心脏康复实现二级预防:从认知到实践”^[13],强调了二级预防与心脏康复相结合,2020年发表了该文的更新内容^[14]。加拿大心脏康复协会(Canadian Association for Cardiac Rehabilitation, CACR)^[15]以及英国心血管预防和康复协会(British Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, BACPR)^[16-17],均发表了心脏康复领域有关的以证据为基础的准则和声明。

美国、加拿大和英国在心脏康复研究领域的研究成果远超其他国家,这与本国的研究者不懈努力不无关系(表2),同时与学术期刊数量的多寡和专业协会也存在联系(表3)。通过对这些学者和专业期刊的梳理可发现由专业的学者组成权威的心脏康复协会以及由其创办的专业期刊的共同努力下逐步推动心脏康复研究领域不断发展和心脏康复服务模式的转变。

3.3 心脏康复研究热点演变与心脏康复内涵和康复模式的转变相一致

3.3.1 单一的运动疗法向综合康复模式转变:心血管疾病发病率与人们的经济水平和日常体力活动水平存在强相关性,例如,美国在20世纪30年代结束了经济危机后,心血管疾病发病率显著上升。随着治疗心血管疾病技术的发展,死亡率大幅下降,帮助患者恢复良好的生活质量显得尤为重要。在经历了心脏病发作或严重的心脏事件后入院治疗,患者需要新的支持以适应新的心脏状况。尤其是患者需要维持健康,从而减少遭受其他疾病的风险。心血管疾病是长期的、渐进

的过程,在心脏护理中的康复应获得必要的知识和长期支持,让患者在患心脏病的情况下尽可能过正常的生活,而仅通过手术治疗和药物治疗难以达到上述目标。

历史上看,随着临床研究地不断深入,基于运动的心脏康复计划的主要目的是恢复或提高心血管事件后患者的体力活动水平。本文在对1950—2020年心脏康复的研究论文进行科学文献计量分析后得出在1992年以前,即二级预防没有成为研究热点前,心脏康复内涵仍以运动疗法为核心,促进患者的体力活动水平和功能能力恢复。

心脏康复在不断地融入全面的二级预防计划,心脏康复的目标、适应证和禁忌证也在不断地完善。心脏康复计划旨在通过控制所有可改变的危险因素来稳定甚至逆转心脏病的进程,通过恢复患者的健康来改善患者的健康相关的生活质量。同时确保这些目的应该在患者最大限度安全的情况下实现。此阶段的研究热点在以运动疗法为基础的前提下,其他心血管危险因素成为研究热点,心脏康复内涵已经拓展到综合心脏康复概念,此阶段出现了有许多研究^[16-20]体现这一转变。

3.3.2 以中心为基础的康复(center-based cardiac rehabilitation, CBCR)模式向以家庭为基础的康复(home-based cardiac rehabilitation, HBCR)模式转变:心脏康复是一种循证干预,通过对患者进行教育、健康行为矫正和运动训练来改善心血管疾病患者的二级预防结果,其降低了成人缺血性心脏病、心力衰竭或心脏手术的发病率和死亡率,但明显未得到充分利用,在美国只有少数符合条件的患者参与心脏康复。符合条件的患者中使用CBCR严重不足,也大大限制了CBCR在美国的影响。来自几个登记注册和数据库的数据表明,虽然向CBCR转诊的情况总体上有所改善,但大多数患者的参与度仍然很低。在2007年至2011年期间,只有16.3%具有医保的老年患者和10.3%的退伍军人在心肌梗死、经皮冠状动脉介入治疗或冠状动脉旁路移植术住院后参与CR^[21]。

目前普遍认为影响参与心脏康复的原因有患者和医疗保健系统的因素,其中患者的因素有:女性,年龄,缺乏或有限的医疗保险,较低的社会状况,较低的健康素养,文化信仰和对疾病与治疗的理解决,工作相关的因素(工作弹性、损失工资等),缺少社会支持和家庭责任等^[22]。近5年来,有学者^[23-24]对女性参与心脏康复的障碍和解决方法进行系统评价,有的学者为了更深入认识和理解影响参与心脏康复面临的障碍开展了涉及心理、医生、社会等因素的研究^[25-30],其目的是为心脏病患者提供更好的心脏康复服务和提高心脏康复的参与率。

由于一些影响心脏康复参与率的固有因素难以克服,例如,交通和患者附近缺乏心脏康复中心等因素,为提高心脏

康复的参与,心脏康复模式由以中心为基础的康复模式向以家庭为基础的心脏远程康复模式的转变,这也是近10年来的研究热点,已有学者对这一领域进行深入研究^[31-36]。Meyer M等^[37]对2008—2018期间被PubMed等数据库收入的8篇文献进行系统分析后得出对所有年龄组的冠心病患者来说,以家庭为基础的运动干预是安全、可行的,也是有监督的心脏康复的有用替代方案。Dalal HM等^[38]研究认为以家庭和中心为基础的心脏康复形式在改善临床和健康相关的生活质量结果方面同样有效。美国心肺康复协会^[39]发表基于家庭心脏康复的一项科学声明,这对规范和促进HBCR的相关研究带来指导作用。

近几年兴起的远程康复^[40-45]是研究热点演变与心脏康复模式的转变相一致的又一个良好的例证。早在20年前,美国的NASA和耶鲁大学^[46-47]对远程医疗进行了相关研究,拟解决极端环境下远程通讯技术和医疗服务等问题。亦有许多学者对远程医疗等领域开展研究,例如,Angood PB等^[48]认为信息时代对社会带来了深刻的改变,也将进入健康护理领域;一些最重要的领域是远程医疗、互联网和万维网;数以百万计的医生、医疗保健提供者和患者每天都在上网获取患者信息、咨询和远程学习;经过几十年的发展,远程医疗开始进入医疗保健的主流示范项目。从可查询的文献可知,已有康复医院进行了远程康复服务的实践,例如,加拿大的格伦罗斯康复医院^[49]。

Schmeler MR等^[50]较为全面地介绍了远程康复相关的研究问题,例如对远程医疗、远程健康和远程康复做了相关定义,并考虑了远程康复的动力;回顾了辅助技术应用的远程康复的文献、虚拟现实应用、病理学应用、职业康复和成本效益等。

COVID-19对各领域带来了深远的影响,当然也包括心脏康复领域,这种影响一是对CBCR带来了巨大挑战^[51],二是为HBCR带来了巨大机遇,体现了HBCR的重要作用^[52]。随着新的科学技术应用于心脏康复领域增加,必然导致康复模式的转变,会涌现许多新的研究热点,丰富心脏康复的研究内容。

参考文献

- [1] Liu S, Li Y, Zeng X, et al. Burden of cardiovascular diseases in China, 1990—2016: findings from the 2016 global burden of disease study[J]. JAMA Cardiol, 2019, 4(4): 342—352.
- [2] Zhou M, Wang H, Zeng X, et al. Mortality, morbidity, and risk factors in china and its provinces, 1990—2017: a systematic analysis for the global burden of disease study 2017[J]. Lancet, 2019, 394(10204): 1145—1158.
- [3] Chen C. Searching for intellectual turning points: progres-

- sive knowledge domain visualization[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*,2004,101(Suppl 1):5303—5310.
- [4] 陈悦,陈超美,胡志刚,等.引文空间分析原理与应用:Citespace实用指南[M].北京:科学出版社,2014.
 - [5] Williams B, White PD, Rusk HA, et al. Cardiac rehabilitation; questionnaire survey of general practitioners[J]. *J Am Med Assoc*,1957,165(7):791—794.
 - [6] Lee PR, Rusk HA, White PD, et al. Cardiac rehabilitation - questionnaire survey of medical directors in industry [J]. *J Am Med Assoc*,1957,165(7):787—791.
 - [7] Morris JN, Heady JA. Mortality in relation to the physical activity of work: a preliminary note on experience in middle age[J]. *Br J Ind Med*,1953,10(4):245—254.
 - [8] McGavock JM,Hastings JL,Snell PG,et al. A forty-year follow-up of the dallas bed rest and training study: the effect of age on the cardiovascular response to exercise in men[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*,2009,64(2):293—299.
 - [9] Lear SA, Ignaszewski A. Cardiac rehabilitation: a comprehensive review[J]. *Curr Control Trials Cardiovasc Med*,2001,2(5):221—232.
 - [10] Thomas RJ, King M, Lui K, et al. Reprint--aacvpr/accf/aha 2010 update: performance measures on cardiac rehabilitation for referral to cardiac rehabilitation/secondary prevention services: a report of the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation and the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association task force on performance measures (writing committee to develop clinical performance measures for cardiac rehabilitation) [J]. *Phys Ther*,2010,90(10):1373—1382.
 - [11] American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation. Guidelines for cardiac rehabilitation and secondary prevention programs[M]. Champaign, IL: Human Kinetics,2013:323.
 - [12] Balady GJ,Williams MA,Ades PA,et al. Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association exercise, cardiac rehabilitation, and prevention committee, the council on clinical cardiology; the councils on cardiovascular nursing, epidemiology and prevention, and nutrition, physical activity, and metabolism; and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation[J]. *Circulation*,2007,115(20):2675—2682.
 - [13] Piepoli MF, Corrà U, Benzer W, et al. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: from knowledge to implementation. a position paper from the cardiac rehabilitation section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation[J]. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*,2010,17(1):1—17.
 - [14] Ambrosetti M, Abreu A, Corrà U, et al. Secondary prevention through comprehensive cardiovascular rehabilitation: from knowledge to implementation. 2020 update. a position paper from the secondary prevention and rehabilitation section of the European Association of Preventive Cardiology[J]. *Eur J Prev Cardiol*,2020;2047487320913379.
 - [15] Stone JA, Cyr C, Friesen M, et al. Canadian guidelines for cardiac rehabilitation and atherosclerotic heart disease prevention: a summary [J]. *Can J Cardiol*,2001,17 (Suppl B):3B—30B.
 - [16] Buckley JP, Furze G, Doherty P, et al. BACPR scientific statement: British standards and core components for cardiovascular disease prevention and rehabilitation[J]. *Heart*,2013,99(15):1069—1071.
 - [17] Cowie A, Buckley J, Doherty P, et al. Standards and core components for cardiovascular disease prevention and rehabilitation[J]. *Heart*,2019,105(7):510—515.
 - [18] Balady GJ, Ades PA, Comoss P, et al. Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation Writing Group[J]. *Circulation*,2000,102(9):1069—1073.
 - [19] Piepoli MF, Corrà U, Adamopoulos S, et al. Secondary prevention in the clinical management of patients with cardiovascular diseases. core components, standards and outcome measures for referral and delivery: a policy statement from the cardiac rehabilitation section of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation. endorsed by the Committee for Practice Guidelines of the European Society of Cardiology[J]. *Eur J Prev Cardiol*,2014,21(6):664—681.
 - [20] Woodruffe S, Neubeck L, Clark RA, et al. Australian cardiovascular Health and Rehabilitation Association(ACRA) core components of cardiovascular disease secondary prevention and cardiac rehabilitation 2014[J]. *Heart Lung Circ*,2015,24(5):430—441.
 - [21] Beatty AL, Truong M, Schopfer DW, et al. Geographic variation in cardiac rehabilitation participation in medicare and veterans affairs populations: opportunity for improvement[J]. *Circulation*,2018,137(18):1899—1908.
 - [22] Balady GJ, Ades PA, Bittner VA, et al. Referral, enrollment, and delivery of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs at clinical centers and beyond: a presidential advisory from the American Heart Association[J]. *Circulation*,2011,124(25):2951—2960.
 - [23] Supervia M,Medina-Inojosa JR,Yeung C, et al. Cardiac rehabilitation for women: a systematic review of barriers and solutions[J]. *Mayo Clin Proc*,2017,S0025—6196(17):30026.
 - [24] Resurrección DM, Motrico E, Rigabert A, et al. Barriers for nonparticipation and dropout of women in cardiac rehabilitation programs: a systematic review[J]. *J Womens Health (Larchmt)*,2017,26(8):849—859.
 - [25] Williamson TM, Rouleau CR, Aggarwal SG, et al. Bridging the intention-behavior gap for cardiac rehabilitation participation: the role of perceived barriers[J]. *Disabil Rehabil*,

- 2020,42(9):1284—1291.
- [26] Marzolini S, Fong K, Jagroop D, et al. Eligibility, enrollment, and completion of exercise-based cardiac rehabilitation following stroke rehabilitation: what are the barriers? [J]. *Phys Ther*,2020,100(1):44—56.
- [27] Chindhy S, Taub PR, Lavie CJ, et al. Current challenges in cardiac rehabilitation: strategies to overcome social factors and attendance barriers[J]. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 2020,18(11):777—789.
- [28] Hendriks JML, Gallagher C, Astley C, et al. Cardiac rehabilitation services: a global perspective on performance and barriers[J]. *Int J Cardiol Heart Vasc*,2019,24:100410.
- [29] Ragupathi L, Stribling J, Yakunina Y, et al. Availability, use, and barriers to cardiac rehabilitation in LMIC[J]. *Glob Heart*,2017,12(4):323—334.e10.
- [30] Vilchinsky N, Reges O, Leibowitz M, et al. Symptoms of depression and anxiety as barriers to participation in cardiac rehabilitation programs among arab and jewish patients in israel[J]. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2018,38(3): 163—169.
- [31] Moholdt T, Bekken Vold M, Grimsø J, et al. Home-based aerobic interval training improves peak oxygen uptake equal to residential cardiac rehabilitation: a randomized, controlled trial[J]. *PLoS One*,2012,7(7):e41199.
- [32] Servantes DM, Pelcerman A, Salvetti XM, et al. Effects of home-based exercise training for patients with chronic heart failure and sleep apnoea: a randomized comparison of two different programmes[J]. *Clin Rehabil*,2012,26(1):45—57.
- [33] Chen JT, Lin TH, Voon WC, et al. Beneficial effects of home-based cardiac rehabilitation on metabolic profiles in coronary heart-disease patients[J]. *Kaohsiung J Med Sci*, 2016,32(5):267—275.
- [34] Aamot IL, Forbord SH, Gustad K, et al. Home-based versus hospital-based high-intensity interval training in cardiac rehabilitation: a randomized study [J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2014,21(9):1070—1078.
- [35] Fisher KL, Reeder BA, Harrison EL, et al. Comparing class-based and home-based exercise for older adults with chronic health conditions: 12-month follow-up of a randomized clinical trial[J]. *J Aging Phys Act*,2018,26(3):471—485.
- [36] Kraal JJ, Van den Akker-Van Marle ME, Abu-Hanna A, et al. Clinical and cost-effectiveness of home-based cardiac rehabilitation compared to conventional, centre-based cardiac rehabilitation: results of the fit@home study[J]. *Eur J Prev Cardiol*,2017,24(12):1260—1273.
- [37] Meyer M, Brudy L, García-Cuenllas L, et al. Current state of home-based exercise interventions in patients with congenital heart disease: a systematic review[J]. *Heart*, 2020,106(5):333—341.
- [38] Dalal HM, Zawada A, Jolly K, et al. Home based versus centre based cardiac rehabilitation: cochrane systematic review and meta-analysis[J]. *BMJ*,2010,340:b5631.
- [39] Thomas RJ, Beatty AL, Beckie TM, et al. Home-based cardiac rehabilitation: a scientific statement from the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation, the American Heart Association, and the American College of Cardiology[J]. *Circulation*,2019,140(1):e69—e89.
- [40] Piotrowicz E, Piotrowicz R. Cardiac telerehabilitation: current situation and future challenges[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2013,20(2 Suppl):12—16.
- [41] Huang K, Liu W, He D, et al. Telehealth interventions versus center-based cardiac rehabilitation of coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Prev Cardiol*,2015,22(8):959—971.
- [42] Rawstorn JC, Gant N, Direito A, et al. Telehealth exercise-based cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Heart*,2016,102(15):1183—1192.
- [43] Avila A, Claes J, Buys R, et al. Home-based exercise with telemonitoring guidance in patients with coronary artery disease: does it improve long-term physical fitness? [J]. *Eur J Prev Cardiol*,2020,27(4):367—377.
- [44] Milewski K, Malecki A, Orszulik-Baron D, et al. The use of modern telemedicine technologies in an innovative optimal cardiac rehabilitation program for patients after myocardial revascularization: concept and design of restore, a randomized clinical trial[J]. *Cardiol J*, 2019,26(5): 594—603.
- [45] Laustsen S, Oestergaard LG, van Tulder M, et al. Telemonitored exercise-based cardiac rehabilitation improves physical capacity and health-related quality of life[J]. *J Telemed Telecare*,2020,26(1—2):36—44.
- [46] Doarn CR, Nicogossian AE, Merrell RC. Applications of telemedicine in the united states space program[J]. *Telemed J*,1998,4(1):19—30.
- [47] Gilbert BK, Mitchell MP, Bengali AR, et al. Nasa/darpa advanced communications technology satellite project for evaluation of telemedicine outreach using next-generation communications satellite technology: mayo foundation participation [J]. *Mayo Clin Proc*,1999,74(8):753—757.
- [48] Angood PB. Telemedicine, the internet, and world wide web: overview, current status, and relevance to surgeons [J]. *World J Surg*,2001,25(11):1449—1457.
- [49] Henderson I, Vanlohuizen K, Fenske T. Remote cardiac rehabilitation[J]. *J Telemed Telecare*,2000,6(Suppl 2):28—30.
- [50] Schmeler MR, Schein RM, McCue M, et al. Telerehabilitation clinical and vocational applications for assistive technology: research, opportunities, and challenges[J]. *Int J Telerehabil*,2009,1(1):59—72.
- [51] Besnier F, Gayda M, Nigam A, et al. Cardiac rehabilitation during quarantine in covid-19 pandemic: challenges for center-based programs[J]. *Arch Phys Med Rehabil*,2020, 101(10):1835—1838.
- [52] Drwal KR, Forman DE, Wakefield BJ, et al. Cardiac rehabilitation during covid-19 pandemic: highlighting the value of home-based programs[J]. *Telemed J E Health*,2020,26 (11):1322—1324.

图2 心脏康复研究国家合作网络图

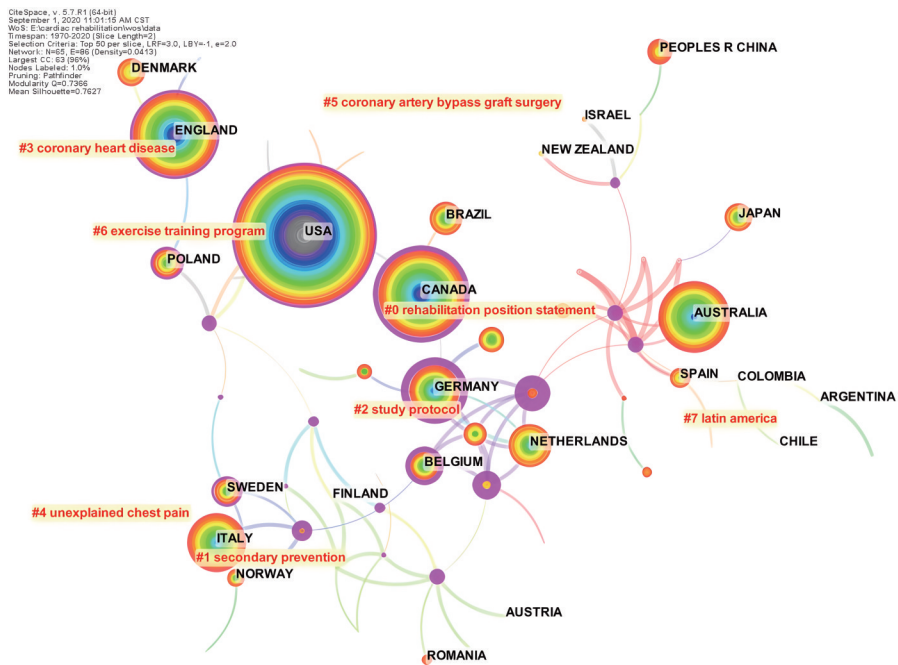


图4 1970—2020年心脏康复研究热点图

