

心脏组织工程领域全球专利竞争态势分析

<https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-4344.3019>

徐东紫, 张婷, 欧阳昭连

2095-4344.3019

投稿日期: 2020-01-16

送审日期: 2020-01-18

采用日期: 2020-03-20

在线日期: 2020-08-25

中图分类号:

R496; R458; R318

文章编号:

2095-4344(2021)05-00807-06

文献标识码: A

文章快速阅读:

文章特点一

△对心脏组织工程领域全球专利进行分析,揭示全球技术竞争态势。

方法:

对近20年心脏组织工程领域的专利申请与授权趋势、专利技术发源地、专利受理国家/地区分布、申请机构、发明人和热点技术领域等进行分析。

结论:

全球心脏组织工程开发活跃,但高质量、高市场技术价值成果比例较低。中国心脏组织工程技术发展跻身国际前列,但缺乏核心技术。全球技术开发热点主要集中在心脏瓣膜材料、组织工程支架等技术领域。

文题释义:

心脏组织工程:是通过将生物学、材料学、工程学等方法相结合用以修复及再造心脏的组织工程方法。心脏组织工程针对心血管疾病的治疗做了很多探索,如人工心脏、心脏补片、人工瓣膜、可注射化材料等。

专利分析:是研究某技术领域发展情况和态势最有效且最准确的方法。通过对全球范围内的专利数据进行科学统计和深入分析,来反映该领域技术发展的趋势特点、发展态势和重要的研发力量,从而为各机构提供决策参考。

摘要

背景:组织工程是修复或替代器官功能衰竭或组织缺损的最佳途径,且发展非常迅速。随着心血管疾病已成为危害人类健康的最危险因素之一,心脏组织工程的研究亦取得了巨大进展。

目的:对心脏组织工程领域的全球专利进行分析,揭示全球技术竞争态势,为中国心脏组织工程的发展与创新提供借鉴和参考。

方法:对心脏组织工程领域近20年的全球专利申请与授权趋势、专利技术发源地、专利受理国家/地区分布、申请机构、发明人和热点技术领域进行定性分析和定量分析,并用数据可视化的方式呈现全球心脏组织工程的技术开发现状与趋势和中国的发展现状。

结果与结论:①全球心脏组织工程领域的技术发展较快,创新性强,发明专利占比93.91%;②中国心脏组织工程领域技术开发规模不及美国,但增速远超美国,并积累了一定数量的高质量技术成果,成为全球第二大技术发源地;③美国是心脏组织工程领域最受关注的目标市场,中国市场目前排名第4位,且中国心脏组织工程近几年来发展迅速,增速远超美国;④中国有3家机构的技术开发规模跻身世界前列,但缺乏潜在市场价值较高的技术成果,与美国还有一定差距;⑤中国发明人在该领域已取得一定成果,主要分布在企业;⑥该领域科技创新的主要领域为心脏瓣膜被覆材料和细胞支架;⑦通过对心脏组织工程领域专利进行深入全面分析,可以发现全球心脏组织工程领域开发活跃,创新性强,但普遍缺乏高质量成果,美国为该领域最受关注的目标市场和最主要的技术发源地。中国在该领域处于快速发展的阶段,企业和高校还应加强合作,聚焦研究热点,提高技术竞争力。

关键词:心脏组织工程;竞争态势;专利分析;专利计量

The global competitive situation of cardiac tissue engineering based on patent analysis

Xu Dongzi, Zhang Ting, Ouyang Zhaolian

Institute of Medical Information/Medical Library, CAMS & PUMC, Beijing 100020, China

Xu Dongzi, Master, Research assistant, Institute of Medical Information/Medical Library, CAMS & PUMC, Beijing 100020, China

Abstract

BACKGROUND: Tissue engineering is the best way to repair or replace organ failure or tissue defects. From the theoretical point of view to the research in many fields, tissue engineering has developed very rapidly. As cardiovascular disease has become one of the most dangerous factors that endanger human health, research on cardiac tissue engineering has made tremendous progress.

中国医学科学院/北京协和医学院医学信息研究所/图书馆, 北京市 100020

第一作者: 徐东紫, 女, 1991年生, 山东省临沂市人, 汉族, 2014年北京交通大学毕业, 硕士, 研究实习员, 主要从事医疗器械情报咨询研究。

<https://orcid.org/0000-0001-5611-6238> (徐东紫)

基金资助: 国家重点研发计划项目(2016YFC0104805), 项目负责人: 欧阳昭连

引用本文: 徐东紫, 张婷, 欧阳昭连. 心脏组织工程领域全球专利竞争态势分析[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(5):807-812.



OBJECTIVE: To provide advices and references for the development and innovation of cardiac tissue engineering based on patent analysis in the field of cardiac tissue engineering that reveals the global competitive situation of cardiac tissue engineering.

METHODS: We qualitatively and quantitatively analyze the number and development tendency, technology birthplaces, target markets, applicants, inventors and technical fields of patents in the field of liver tissue engineering in nearly 20 years. The data visualization method is used to present the current status and tendency of global cardiac tissue engineering technology development and China's development status.

RESULTS AND CONCLUSION: The technology for cardiac tissue engineering has been evolved rapidly and highly innovative, with invention patents accounting for 93.91%. The scale of technological development in the field of cardiac tissue engineering in China is not expanded as large as that in the United States, but the growth rate is far faster than that in the United States, and it has accumulated a certain number of high-quality technological achievements, becoming the second largest source of technology in the world. The United States is the most concerned target market in the field of cardiac tissue engineering, and the Chinese market currently ranks fourth. Chinese cardiac tissue engineering has developed rapidly in recent years, growing much faster than that in the United States. There are three institutions in China that has mounted to the front of the world in terms of technology development. Due to a lack of technological achievements with high potential market value, there is still a certain gap between China and the United States. Chinese inventors have achieved certain results in this field, mainly in enterprises. The main fields of technological innovation in this field are heart valve covering materials and cell scaffolds. Through an in-depth and comprehensive analysis of patents in the field of cardiac tissue engineering, it can be found that the global development of cardiac tissue engineering is active and innovative, but generally lacks high-quality results. The United States is the most concerned target market in this field and the most important technology birthplace, whereas China is at a stage of rapid development in this field. In order to improve technological competitiveness, enterprises and universities should strengthen cooperation and focus on research hot spots.

Key words: cardiac tissue engineering; competitive situation; patent analysis; patentometrics

Funding: the National Key Research and Development Program of China, No. 2016YFC0104805 (to OYZL)

How to cite this article: XU DZ, ZHANG T, OUYANG ZL. The global competitive situation of cardiac tissue engineering based on patent analysis. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2021;25(5):807-812.

0 引言 Introduction

心血管疾病已成为世界范围内死亡的首因。世界卫生组织 2017 年的数据显示, 2016 年全球约有 1 790 万人死于心血管疾病, 占全球死亡总数的 31%。在中国, 随着中国经济的快速发展和人口老龄化及城镇化进程的加速, 国民的生活方式发生了显著的变化, 中国心血管病的发病人数持续增加, 心血管病流行趋势明显^[1]。国家心血管病中心组织编撰的《中国心血管病报告 2018》指出, 中国心血管病现患人数为 2.9 亿, 心血管病造成的死亡率在农村为 45.50%, 在城市为 43.16%, 已经成为城乡居民总死亡原因的首位。且心血管病患病率及死亡率仍处于上升阶段, 已成为中国重大的公共卫生问题^[2]。

组织工程与再生医学近几十年取得快速发展, 其蕴含的巨大的科技价值越来越受到重视, 并在临床上成功应用^[3-4]。从 1995 年 KOH 等^[5]移植鼠心肌细胞及 SHINOKA 等^[6]构建羊单叶肺动脉瓣成功开始, 心脏组织工程研究已经成为组织工程研究领域的焦点, 并取得了长足的进步^[7]。2002 年 ZIMMERMAN 等^[8]用心肌细胞和液态胶原复合的方法在体外再造了能自主收缩的心肌环。2006 年军事医学科学院组织工程研究中心首次利用细胞外基质水凝胶复合胚胎干细胞来源的心肌细胞^[9], 构建了具有收缩一致性的心肌组织条带。在此基础上, 为了更好地模拟心肌的电生理特性, 该团队进一步利用导电纳米材料为支架构建了具有电传导特性的工程化心肌组织^[10]。2008 年 OTT 等^[11]首次采用心脏灌注装置制备出全器官脱细胞心脏支架。2016 年 RICHARDS 等^[12]在工程化心肌组织构建时引入硅纳米线, 有效提高了基于诱导性多能干细胞来源心肌细胞的工程化心肌组织中细胞间连接的形成, 提高了其机械收缩能力, 调控工程化组织的跳动规律。MONTGOMERY 等^[13]研究人员采用了一种柔性的、可记忆的图案化支架材料, 可有效保护细胞在注射过程中免受损伤, 并有效覆盖损伤部分, 提高心肌梗死治疗效果。

专利是反映技术实力的重要指标^[14]。根据世界知识产权组织统计, 专利信息囊括了全球 90% 以上的最新技术信息, 而且内容详实准确, 借助专利信息能够分析某技术领域的发展水平和科技竞争力^[15-18]。此次研究对全球专利申请与授权趋势、专利技术发源地、专利受理国家/地区分布、申请机构、发明人和热点技术领域这 6 个方面进行了深入分析, 旨在从专利的角度全面分析心脏组织工程领域全球技术开发现状和趋势, 揭示全球技术竞争态势, 为中国心脏组织工程领域的技术发展与创新提供一定参考依据。

1 资料和方法 Data and methods

1.1 资料来源 该研究数据资料来源于智慧芽专利数据库, 检索从建库截止至 2018-12-28。中文检索词为“心脏组织工程; 竞争态势; 专利分析; 专利计量”; 英文检索词为“cardiac tissue engineering; competitive situation; patent analysis; patentometrics”。专利数据检索过程中, 均对检索结果进行了人工筛选, 以确保结果的准确性和完整性。

1.2 检索方法

1.2.1 纳入标准 ①近 20 年全球专利申请量、全球三方专利申请量和全球发明专利申请量的分析选择 1999 至 2016 年的数据; ②20 年全球发明专利授权量选择 1999 至 2015 年的数据。

1.2.2 排除标准 ①由于专利申请到专利公开有 18 个月的滞后期, 2017 年和 2018 年的专利数量公开不全, 因此未纳入 2017 年和 2018 年的数据; ②发明专利自申请到授权需 3-5 年, 因此近 20 年全球发明专利授权量的分析未纳入 2016, 2017 和 2018 年的数据。

1.3 分析方法 研究采用专利定量分析和定性分析相结合的方法研究心脏组织工程领域的技术开发态势。①专利定量分析: 主要是对专利数量进行统计并得出相应结论, 统计对象一般是专利分类、专利申请人、申请人所在国家、年份等多

种角度,从而很好地预测技术发展趋势、分析技术水平、评估技术研究与发 展重点,用量化的形式揭示国家或地区在某一技术领域中的实力;②定性分析:着重于对技术内容的分析,如技术主题、专利国别、专利分类号等方面,从而把握某一技术发展状况^[19]。

研究从近 20 年全球专利申请与授权趋势、专利技术发源地、专利受理国家/地区分布、申请机构、发明人和热点技术领域这 6 个角度分析全球心脏组织工程技术竞争态势。近 20 年全球专利申请与授权趋势从全球专利申请量、全球三方专利申请量、全球发明专利申请量和全球发明专利授权量这个 4 个角度进行分析。

2 结果 Results

2.1 全球专利申请与授权趋势

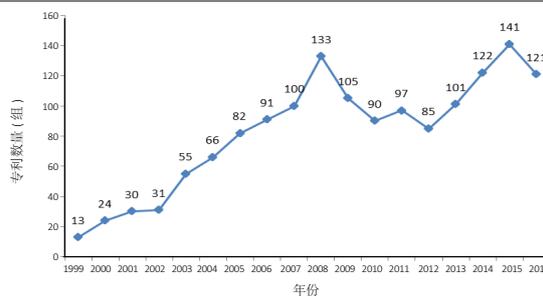
2.1.1 全球专利申请量 心脏组织工程领域全球共有专利申请 4 683 件,有 1 675 组简单同族。简单同族专利是基于同一优先权文件,在不同国家/地区多次申请、公布或授权的一组专利文献^[19]。一般来说,一项专利的技术含量越高,国际市场前景越大,申请人除了倾向于在除本国申请专利保护外,也会在国外或其他地区同时递交专利申请,因此发展成一定专利数量的同族专利^[20],因此简单同族专利数侧重反应该专利技术质量,也从一定程度上反映该专利技术的地域保护范围大小^[21]。

全球近 20 年的专利数量年度分布如图 1 所示,近 20 年心脏组织工程领域专利申请呈现逐年增长的趋势,1999 年专利申请 13 组,2015 年达到峰值 141 组,近 10 年复合增长率为 2.14%。从总体趋势看,从 1999 至 2008 年该领域专利技术申请呈快速增长态势,说明该领域在这一时期处于发展期,而从 2009 年开始出现了一个明显的回落,直到 2013 年才开始逐渐回升。

2.1.2 全球三方专利申请量 三方专利是经济合作与发展组织关于创新与技术指标中的重要统计指标,是指来自于欧洲专利局、日本专利局、美国专利与商标局保护同一发明的一组专利^[22]。心脏组织工程领域共有三方专利 52 组,仅为该领域全球专利申请量的 3.10%。全球近 20 年的三方专利数量年度分布如图 2 所示,近 20 年心脏组织工程领域三方专利数量都在 10 组以下。三方专利申请呈现断续状态,说明该领域高市场价值的专利数量较少。

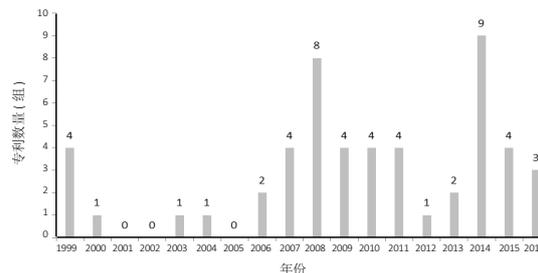
2.1.3 全球发明专利申请量 心脏组织工程领域全球共有发明专利申请 3 712 件,有 1 573 组简单同族,为该领域全球专利申请量的 93.91%。全球近 20 年的专利数量年度分布如图 3 所示,近 20 年心脏组织工程领域发明专利申请与所有专利申请的趋势基本相同,总体呈增长趋势,近 10 年复合增长率为 2.71%。

2.1.4 全球发明专利授权量 心脏组织工程领域全球共有授



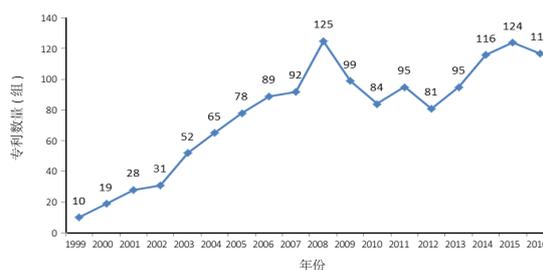
图注:由于专利申请到公开有 18 个月的滞后期,因此未纳入 2017, 2018 年的数据

图 1 | 心脏组织工程领域专利申请数量年度分布情况



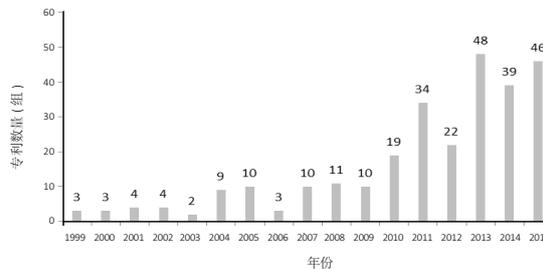
图注:由于专利申请到公开有 18 个月的滞后期,因此未纳入 2017, 2018 年的数据

图 2 | 心脏组织工程领域三方专利申请数量年度分布情况



图注:由于专利申请到公开有 18 个月的滞后期,因此未纳入 2017, 2018 年的数据

图 3 | 心脏组织工程领域发明专利申请数量年度分布情况



图注:由于专利申请到公开有 18 个月的滞后期,因此未纳入 2017, 2018 年的数据

图 4 | 心脏组织工程领域授权发明专利数量年度分布情况

权发明专利 975 件,有 500 组简单同族专利。全球近 20 年的专利数量年度分布如图 4 所示,近 20 年心脏组织工程领域授权发明专利数量基本呈稳步增长趋势。从授权发明趋势可以发现,从 2010 年开始,授权发明数量开始较大幅增长,说明该领域的技术突破已经开始,各个方面的突破技术在逐渐出现,后期可以对该领域进行持续关注。

综述

2.2 专利技术发源地 心脏组织工程领域专利数量排名前10位的技术发源地如图5所示。美国排名第一，专利数量844组，是心脏组织工程领域最主要的技术发源地。中国位于第二位，专利数量有275组。其他国家的专利数量均不足50组。由此可见，心脏组织工程领域最主要的技术发源地是美国和中国。

中国和美国是心脏组织工程领域主要专利技术发源地，这两个国家近20年的专利申请量的年度分布情况如图6所示。美国是该领域全球第一大专利技术发源地，2014年的专利申请数量达到峰值63组，近10年复合增长率为-4.14%；中国是全球第二大专利技术发源地，2014年开始快速增长，于2016年达到峰值48组，近10年复合增长率为23.85%，与美国相比增速较快，具有很大的发展潜力。

2.3 专利受理国家/地区分布 专利受理国家/地区为专利产品的销售地，专利受理国家/地区的布局可以反映出专利的技术保护全球专利策略和一个领域的目标市场的分布情况^[21, 23-24]。心脏组织工程领域排名前9位的专利技术目标市场如图7所示。美国受理专利1003组，全球专利布局数量最多，排在第一位，是全球最受关注的目标市场。世界知识产权组织受理专利735组，排在第二位，说明各国都在争夺国际市场。欧洲专利局受理专利558组，排在第三位，也是主要目标市场。中国受理专利442组，排在第四位，也是全球重要的目标市场。其他目标市场的专利数量分别是：澳大利亚(229组)、加拿大(226组)、新加坡(98组)、印度(80组)、日本(63组)。心脏组织工程领域的主要目标市场以美国、国际市场为主，此外，欧洲市场和中国市场也是各国重点关注的目标市场。

美国是全球心脏组织工程领域最受关注的目标市场，中国市场目前排名第四。近20年的专利申请数量年度分布情况如图8所示。美国近10年复合增长率3.81%，在2014达到峰值104组，近几年每年的专利申请数量基本维持在80件左右，发展较为平稳。中国发展趋于平稳，近10年复合增长率12.27%，专利数量从2013年开始呈明显上升趋势，由2013年的15组，增长至2016年的68组，近3年复合增长率41.42%，发展较为迅速。

2.4 专利申请机构 心脏组织工程领域专利申请数量排名前20位的专利权机构如图9所示，其中有9家企业，中国的企业和高校占了3家。专利数量排在前3位分别是：美敦力Medtronic(86组)、波士顿科学Boston Scientific(59组)和加州大学(36组)。中国的3家企业和高校分别是：上海纽脉医疗科技有限公司(16组)、清华大学(15组)和浙江大学(12组)，以高校为主。上海纽脉医疗科技有限公司主要研究方向为人工心脏瓣膜，清华大学主要研究方向为复合材料、组织工程和医疗器械领域，浙江大学主要研究方向为复合材料的组织工程支架。

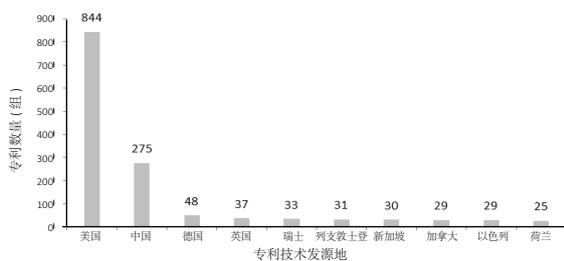
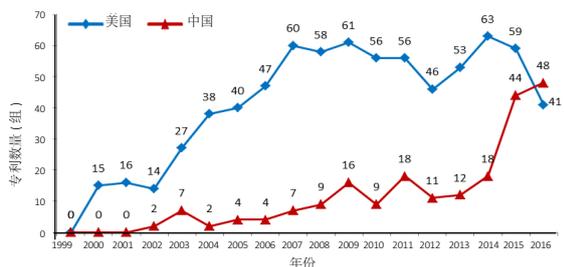


图5 | 心脏组织工程领域排名前10位的专利技术发源地



图注：由于专利申请到公开有18个月的滞后期，因此未纳入2017，2018年的数据

图6 | 心脏组织工程领域排名前2位的专利技术发源地专利申请数量年度分布

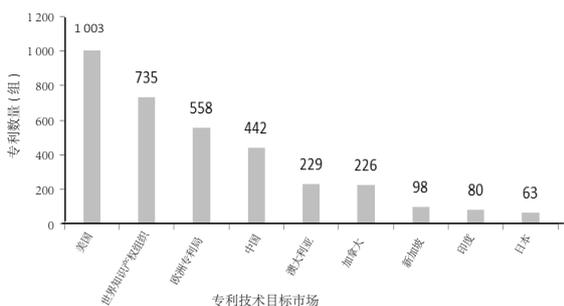
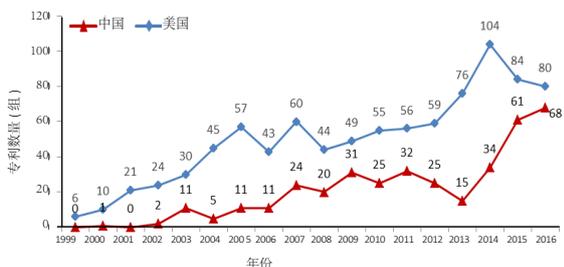


图7 | 心脏组织工程领域排名前9位的专利技术目标市场



图注：由于专利申请到公开有18个月的滞后期，因此未纳入2017，2018年的数据

图8 | 心脏组织工程领域主要专利技术目标市场中国和美国专利申请数量年度分布

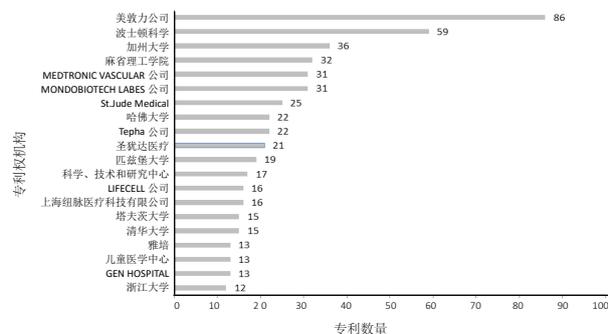


图9 | 心脏工程领域排名前20位的专利权机构

2.5 发明人 心脏组织工程领域专利申请数量排名前 20 位的发明人如表 1 所示。专利数量最多 (31 组) 的 3 个发明人均是国外发明人。中国发明人为 4 位: 上海纽脉医疗科技有限公司的虞奇峰 (17 组)、秦涛 (15 组)、王海山 (12 组), 中国人民解放军军事医学科学院基础医学研究所的王常勇 (12 组)。

表 1 | 心脏组织工程领域排名前 20 位的发明人

序号	发明人	所属机构	专利数量 / 组
1	BACHER, GERALD	Mondobiotech Laboratories 公司	31
2	BEVEC, DORIAN	Mondobiotech Laboratories 公司	31
3	CAVALLI, FABIO	Mondobiotech Laboratories 公司	31
4	CAVALLI, VERA	Mondobiotech Laboratories 公司	30
5	虞奇峰	上海纽脉医疗科技有限公司	17
6	GHAYUR, TARIQ	雅培公司, 艾伯维公司	15
7	SALAHIEH, AMR	萨德拉医学公司	15
8	秦涛	上海纽脉医疗科技有限公司	15
9	RIZK, SAID	Tepha 公司	14
10	MOREJOHN, DWIGHT P.	萨德拉医学公司	13
11	WILLIAMS, SIMON F.	Tepha 公司	13
12	SANDSTROM, JEFFREY	美敦力公司	12
13	王常勇	中国人民解放军军事医学科学院基础医学研究所	12
14	王海山	上海纽脉医疗科技有限公司	12
15	DUERI, JEAN-PIERRE	萨德拉医学公司	11
16	KROLIK, JEFF	Incept Technologies 公司	11
17	MARTIN, DAVID P.	Tepha 公司	11
18	BRANDT, BRIAN D.	萨德拉医学公司	10
19	GESHUIDER, ROBERT A.	波士顿科学	10
20	HAUG, ULRICH R.	波士顿科学	10

2.6 热点技术领域 国际专利分类 (International Patent Classification, IPC) 是现在国际上唯一通用的专利文献分类和检索工具, 对全球海量的专利信息的管理和检索具有重要的作用^[25-27]。通过 IPC 分类, 可以清晰的看出心脏组织工程领域三方专利的技术分布情况, 发现该领域科技创新的主要领域为心脏瓣膜被覆材料和细胞支架。

表 2 是心脏组织工程领域三方专利的重点 IPC 分类, 有 11 个。其中专利数量最多的技术点是 A61F2, 专利数量 27 组, 主要涉及皮肤相关的被覆材料, 如一件公开号为 US20050137688A1 的专利, 标题为“可重新定位的心脏瓣膜和方法”, 该专利研究了一种经皮置换患者心脏瓣膜的方法。排在第二位是 A61L27, 专利数量 9 组, 主要涉及假体材料或假体被覆材料, 如一件公开号为 US20040126405A1 的专利, 标题为“用于促进细胞生长的工程支架”, 该专利提供了一种三维细胞支架, 其包括由多个纤维形成的生物相容性聚合物, 所述多个纤维构造形成具有预定形状, 预定孔体积分数, 预定孔形状和预定形状的非织造三维开孔基质。

3 小结 Conclusions

专利信息对技术创新的时效性分析和态势分析具有国家战略性价值, 借助专利信息能够分析某技术领域的发展水平和科技竞争力^[28-30]。通过对心脏组织工程领域专利的定量分析和定性分析, 可以得出结论: ①全球心脏组织工程领

表 2 | 心脏组织工程领域三方专利重点 IPC 分布

序号	IPC 分类号	含义	专利数
1	A61F2	可植入血管中的滤器; 假体, 即用于人体各部分的人造代用品或取代物; 用于假体与人体相连的器械; 对人体管状结构提供开口或防止塌陷的装置, 例如支架 (stents)(作为化妆品见相关小类, 如假发、发件入 A41G3/00, A41G5/00; 人造指甲入 A45D31/00; 假牙入 A61C13/00; 用于假体的材料入 A61L27/00; 人工心脏入 A61M1/10; 人工肾入 A61M1/14)	27
2	A61L27	假体材料或假体被覆材料 (假牙入 A61C13/00; 假体的形状或结构入 A61F2/00; 假牙配制品的应用入 A61K6/02; 人工肾脏入 A61M1/14)	9
3	C12N5	未分化的人类、动物或植物细胞, 如细胞系; 组织; 它们的培养或维持; 其培养基 (用组织培养技术再生植物入 A01H4/00)	4
4	A01N1	人或动物体或其局部的保存	3
5	A61B17	外科器械、装置或方法, 例如止血带 (A61B18/00 优先, 避孕装置、子宫托或其附件入 A61F6/00; 眼外科入 A61F9/007; 耳外科入 A61F11/00)	2
6	A61L15	绷带、敷料或吸收垫的化学方面; 或者绷带、敷料或吸收垫的材料应用 (液体绷带入 A61L26/00; 放射性敷料入 A61M36/14)	2
7	A61M25	导管; 空心探针 (用于测量或检测的入 A61B)	2
8	A61B5	用于诊断目的的测量 (放射诊断入 A61B6/00; 超声波、声波或次声波诊断入 A61B8/00); 人的辨识	1
9	A61L31	其他外科用品的材料	1
10	A61M29	带或不带引入介质, 例如药物的扩张器 (支架入 A61F2/82)	1
11	A61N1	电疗法; 其所用的线路 (A61N2/00 优先; 用于治疗或体内测试的导电药剂入 A61K50/00)	1

域的技术发展较快, 创新性强, 发明专利占比 93.91%; ②中国心脏组织工程领域技术开发规模不及美国, 但增速超过美国, 并积累了一定数量的高质量技术成果, 成为全球第二大技术发源地; ③美国是心脏组织工程领域最受关注的目标市场, 中国市场目前排名第 4 位, 且中国心脏组织工程近几年来发展迅速, 增速超过美国; ④中国有 3 家机构的技术开发规模跻身世界前列, 但缺乏潜在市场价值较高的技术成果, 与美国还有一定差距; ⑤中国发明人在该领域已取得一定成果, 主要分布在企业; ⑥该领域科技创新的主要领域为心脏瓣膜被覆材料和细胞支架。

通过对心脏组织工程领域专利进行深入全面分析, 可以发现全球心脏组织工程领域开发活跃, 创新性强, 但普遍缺乏高质量成果, 美国为该领域最受关注的目标市场和最主要的技术发源地。中国在该领域处于快速发展的阶段, 企业和高校还应加强合作, 聚焦研究热点, 提高技术竞争力。

经费支持: 欧阳昭连负责研究设计, 徐东紫、张婷负责资料收集, 徐东紫负责数据分析并完成论文。

经费支持: 该文章接受了“国家重点研究发展计划项目 (2016YFC0104805)”的资助。所有作者声明, 经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

利益冲突: 文章的全部作者声明, 在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

写作指南: 该研究遵守《系统综述和荟萃分析报告规范》(PRISMA 指南)。

文章查重: 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。

文章外审: 文章经小同行外审专家双盲外审, 同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] 胡盛寿, 高润霖, 刘力生, 等. 《中国心血管病报告 2018》概要 [J]. 中国循环杂志, 2019, 34(3):209-220.
- [2] 心血管病防治研究中心. 中国心血管病报告 2018[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2019.
- [3] ABZAN N, KHARAZIHA M, LABBAF S. Development of three-dimensional piezoelectric polyvinylidene fluoride-graphene oxide scaffold by non-solvent induced phase separation method for nerve tissue engineering. *Materials & Design*. 2019.
- [4] 李俊杰, 周瑾, 王常勇. 重要生命器官组织工程研究进展 [J]. 生物产业技术, 2014, (5):29-31.
- [5] KOH GY, SOONPAA MH, KLUG MG, et al. Stable fetal cardiomyocyte grafts in the hearts of dystrophic mice and dogs. *J Clin Invest*. 1995; 96(4):2034-2042.
- [6] SHINOKA T, BREUER CK, TANEL RE, et al. Tissue engineering heart valves: valve leaflet replacement study in a lamb model. 1995; 60(6 Suppl):S513.
- [7] 周瑾, 刘伟, 朱惠敏, 等. 重要生命器官组织工程研究 [J]. 中国细胞生物学学报, 2019, 41(4):583-593.
- [8] ZIMMERMANN WH, SCHNEIDERBANGER K, SCHUBERT P, et al. Tissue engineering of a differentiated cardiac muscle construct. *Circ Res*. 2002; 90(2):223-230.
- [9] GUO XM, ZHAO YS, CHANG H X, et al. Creation of Engineered Cardiac Tissue In Vitro From Mouse Embryonic Stem Cells. *Circulation*. 2006; 113(18):2229.
- [10] ZHOU J, CHEN J, SUN H, et al. Engineering the heart: Evaluation of conductive nanomaterials for improving implant integration and cardiac function. *Sci Rep*. 2014; 4:3733.
- [11] OTT HC, MATTHIESEN TS, GOH SK, et al. Perfusion-decellularized matrix: using nature's platform to engineer a bioartificial heart. *Nat Med*. 2008; 14(2):213-221.
- [12] RICHARDS DJ, TAN Y, COYLE R, et al. Nanowires and Electrical Stimulation Synergistically Improve Functions of hiPSC Cardiac Spheroids. *Nano Lett*. 2016; 16(7):4670-4678.
- [13] MONTGOMERY M, AHADIAN S, DAVENPORT HUYER L, et al. Flexible shape-memory scaffold for minimally invasive delivery of functional tissues. *Nat Mater*. 2017; 16(10):1038-1046.
- [14] 张婷, 陈娟, 池慧, 等. 基于专利分析的医疗器械领域技术竞争态势研究 [J]. 中国医疗设备, 2019, 34(5):116-122.
- [15] 张婷, 池慧, 欧阳昭连. 基于专利分析的手术机器人竞争态势研究 [J]. 中国医学装备, 2018, 15(7):119-123.
- [16] 林鑫, 肖宇锋, 张佳维, 等. 基于专利计量分析的国际抗高血压药物研究 [J]. 中国新药杂志, 2019, 28(15):1797-1802.
- [17] 汪庆, 李军莲, 朱钦磊, 等. 基于专利分析的基因组编辑技术国际竞争态势研究分析 [J]. 中华医学图书情报杂志, 2019, 28(2):12-18.
- [18] 李文兰, 段晓伟. 基于美国专利探析中国国际专利发展态势 [J]. 情报工程, 2018, 4(4):050-061.
- [19] 张婷, 陈娟, 欧阳昭连, 等. 组织工程与再生医学领域的专利竞争态势 [J]. 中国组织工程研究, 2019, 23(34):5479-5485.
- [20] 陈道兰. 国内同族专利研究热点透视 [J]. 科技经济导刊, 2017, (12):1-2.
- [21] 施晴. 基于专利转化的高校生物医药专利质量评价研究 [D]. 成都: 成都中医药大学, 2018.
- [22] 池慧. 中国医疗器械创新力发展报告 [M]. 北京: 科学出版社, 2018.
- [23] 石亮, 张善杰, 刘晓琴. 专利视角下的全球深海采矿技术发展态势分析与对策建议 [J]. 情报探索, 2019, (4):41-51.
- [24] 国家知识产权局专利局专利文献部、中国专利技术开发公司. 全球专利创新活动研究报 2016[M]. 北京: 知识产权出版社, 2017.
- [25] 张婷, 欧阳昭连. 基于专利分析及可视化的抗肿瘤药竞争态势研究 [J]. 中国新药杂志, 2018, 27(20):5-13.
- [26] 张婷. 基于专利分析和社会网络分析的天然抗肿瘤药研究 [J]. 中国肿瘤, 2017, 26(8): 642-649.
- [27] 张婷, 欧阳昭连. 中国肿瘤领域重点技术的识别研究 [J]. 中国肿瘤, 2018, 27(5):393-400.
- [28] QUA J, LUA J, HUA Y. Research and development of anti-Parkinson's drugs: an analysis from the perspective of technology flows measured by patent citations. *Expert Opin Ther Pat*. 2019; 29(2):127-135.
- [29] 郭伟, 包逸萍. 中药提取物专利分析及创新趋势研究 [J]. 中草药, 2017, 48(24):5293-5300.
- [30] 姜钰莹, 王伟, 穆晓敏, 等. 基于专利分析的中药企业技术相似性研究 [J]. 中华医学图书情报杂志, 2018, 27(9):3-7.