

基于Scopus数据分析多能干细胞研究领域的文章、作者及高影响力机构

何林, 白晋伟, 苏伟(四川大学华西医院科技部, 四川省成都市 610041)

DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2013

ORCID: 0000-0002-9470-0440(何林)

文章快速阅读:

文章特点—

- (1)多能干细胞由于其自身特性及功能特殊,不仅是生物学领域研究的热点也是医学领域的研究热点之一,为生命科学研究带来了极大的希望,既表现在胚胎干细胞治疗不孕不育,也表现在新药筛选、疾病模型建立等诸多方面;
- (2)该文章试图通过文献计量学描绘出多能干细胞研究的全球一些热点机构、热点个人、热门团队以及揭示热点领域,为追赶者及后来者提供总揽全局的视野。

背景:

- (1)多能干细胞领域研究已是当前生命科学研究的热点之一,应用前景广泛;
- (2)对该领域全面了解是进行以后工作的一个基石。

目的:

如何快速了解该领域的重点出版物、机构、作用、论文等。

方法:

- (1)数据检索;
- (2)文献分析工具做统计分析;
- (3)研究关注的热点。

意义:

- (1)快速全面掌握多能干细胞研究领域的现状;
- (2)对未来发展趋势的有效分析和预判。

何林,男,1973年生,四川省德阳市人,汉族,2006年四川大学毕业,医学硕士,馆员,主要从事医学信息管理与循证信息教育。

通讯作者:何林,医学硕士,馆员,四川大学华西医院科技部,四川省成都市 610041

文献标识码:A

来稿日期:2019-06-11

送审日期:2019-06-17

采用日期:2019-07-06

在线日期:2019-10-18



文题释义:

文献计量学:是以文献体系和文献计量特征为研究对象,采用数学、统计学等计量研究方法,研究文献情报的分布结构、数量关系、变化规律和定量管理,进而探讨科学技术的某些结构、特征和规律的一门学科。主要应用于科学出版物评价、科研工作评价、学科发展评价、机构评价等。

CiteScore(CS):即Scopus数据库的核心指标,CS被定义为某期刊前3年发表的文献在统计当年被引用次数除以该期刊前3年发表的文献数。CS和JCR中的核心指标影响因子(IF)是同类型指标,都是某期刊一定引证时间窗口内论文的篇均被引频次。二者的主要区别有3个方面:①引证时间窗口不同:IF的引证时间窗口为2年,而CS为3年;②IF和CS的分子和分母所包含的文献类型不同:IF分子为期刊所有类型文献被引频次,分母仅计数可被引文献(论文和综述),而CS分母为期刊所有类型文献;③引证数据来源不同:计算IF所用的被引频次来源于WoS,而计算CS所用被引频次来源于Scopus。

摘要

背景:多能干细胞为许多疾病治疗带来了新的曙光,各国对该领域的投入和重视都在加强。

目的:为从事多能干细胞研究的中国机构或作者提供参考,促进该研究领域的质量提升与国际竞争力。

方法:利用Elsevier公司出版的Scopus数据库,使用关键词“pluripotent stem cell”OR“pluripotential stem cell”OR“multipotent stem cell”OR“multipotential stem cell”对2014至2018年发表的多能干细胞研究领域的文献进行了回顾性检索,并将检索得到的文献利用分析工具SciVal和微软软件Excel2007做统计分析,揭示了全球文献产出学者、机构、高影响力论文以及中国的研究现状。

结果与结论:①2014至2018年Scopus数据库共收录多能干细胞研究领域文献18508篇,领域加权影响因子为1.43,其中医学学科产出6398篇,领域加权影响因子为1.38,27.7%的文章处于高被引地位,48.4%的文章发表在高影响力期刊上,27%的文献是国际合作完成;②发文量最多的机构是哈佛大学805篇,共有1732位作者,总被引21654次。中国科学院发文量排在第4位,一共发表394篇,1139位作者,总被引5313次;③发文量最多的个人是来自斯坦福大学的JOSEPH教授117篇,总被引2878次,H指数74;④5篇被引大于500的论文中,有2篇是综述文献,3篇研究论文;日本有6个机构进入亚洲机构前10位,中国紧随其后有3个,印度1个;中国发文最多的作者是裴端卿教授45篇,总被引864次;⑤结果表明,2014至2018年美国哈佛大学处于领先地位,其产出和影响力都显著,在全球发文最多的10名学者中美国和日本各占3席,德国占据2席,中国在该领域有影响力的学者或机构还有待努力。通过综合分析高影响力研究机构、研究作者、研究文章,为多能干细胞领域的科学研究提供前瞻性思考。

关键词:

多能干细胞; Scopus; 文献计量学; 统计分析

中图分类号: R459.9; R394.2; G250

基金资助:

四川省科技厅项目(2018ZR0369),项目负责人:苏伟

He Lin, Master, Department of Science & Technology of West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan Province, China

Corresponding author: He Lin, Department of Science & Technology of West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan Province, China

A bibliometric analysis on articles, authors and high-impact institutions in the field of pluripotent stem cells based on data from Scopus

He Lin, Bai Jinwei, Su Wei (Department of Science & Technology of West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Pluripotent stem cells have brought a new light for treating many diseases, and countries are increasing their investment and attention in this field.

OBJECTIVE: To provide reference for Chinese institutions or authors engaged in pluripotent stem cells, so as to promote the quality and international competitiveness in this research field.

METHODS: A retrospective retrieval was performed using the keywords “pluripotent stem cell” OR “pluripotential stem cell” OR “multipotent stem cell” OR “multipotential stem cell” for the articles concerning pluripotent stem cells published from 2014 to 2018 in the Scopus database published by Elsevier. The retrieved articles were analyzed by using SciVal and Microsoft Excel 2007. It revealed the scholars and institutions of the articles, high-impact papers and research status in China.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) From 2014 to 2018, the Scopus database contains a total of 18 508 articles addressing pluripotent stem cells. Its Field-Weighted Impact Factor is 1.43, its medical discipline output is 6 398, and its Field-Weighted Citation Impact is 1.38. 27.7% of the articles are highly cited, 48.4% of the articles are published in highly influential journals, and 27% of the articles are completed by international cooperation. (2) The institution with the largest number of publications is 805 articles at Harvard University, with a total of 1 732 authors and a total of 21 654 citations. The Chinese Academy of Sciences ranks fourth in terms of volume, publishing 394 articles and 1 139 authors, with a total of 5 313 citations. (3) The most published individual was Professor JOSEPH from Stanford University, 117 articles, total cited 2 878 times, H-index 74. (4) Of the 5 papers cited greater than 500 times, 2 are reviews and 3 original researches. Six Japanese institutions are in the top 10 in Asia, followed by three in China and one in India. The author of the most published articles in China is Professor Pei Duanqing, who has published 45 articles with a total of 864 citations. (5) In summary, in 2014–2018, Harvard University in the United States takes the lead, with evident output and influence. The United States and Japan each account for 3 of the top 10 scholars and Germany holds two, while Chinese influential scholars or institutions in the field have yet to work. Comprehensive analysis of high-impact research institutions, research authors, and research articles provides forward-looking thinking for scientific research in the field of pluripotent stem cells.

Key words: pluripotent stem cell; Scopus; bibliometric analysis; statistical analysis

Funding: the Project of Sichuan Provincial Science and Technology Department, No. 2018ZR0369 (to SW)

0 引言 Introduction

多能干细胞是当前干细胞研究的热点和焦点,其研究历史最早可追溯到20世纪50年代^[1]。1956年年底骨髓移植先驱爱德华·唐纳尔·托马斯对一对同卵双胞胎进行了人类首次骨髓移植治疗其中1例晚期白血病患者,随后开展了系列白血病患者骨髓移植治疗,并于1957年在《新英格兰医学杂志》首次发表了骨髓移植治疗白血病的论文^[2],这也被认为是干细胞临床应用的先河。1981年剑桥大学研究人员从囊胚期小鼠胚胎获得囊胚多能干细胞^[3],1998年美国学者THOMSON等^[4]在实验室建立了人胚胎干细胞系,2007年美国和日本科学家应用人和鼠的正常皮肤细胞,导入KLF4、OCT4、SOX2和C-MYC 4种基因,即可由正常体细胞转化成多能干细胞^[5]。2015年COGHLAN团队^[6]通过注射生殖干细胞来源的线粒体成功获得第1例干细胞婴儿,为治疗不孕不育带来了新的希望。中国的陆道培院士分别在1964年和1981年完成亚洲首例再生障碍性贫血骨髓移植治疗及国内首例异基因骨髓移植。在中国“十一五”“十二五”“十三五”“863计划”“973计划”“重大科学研究计划”等的支持与推动下,近年在干细胞研究领域也相继取得重大突破^[7-9]。多能干细胞在细胞治疗、再生医学、药物筛选、疾病建模和器官发生等领域有广泛的应用前景^[10]。

文献计量学已广泛应用于科学研究、科研绩效评价、资源建设等方面。最近一次采用文献计量学方法研究多能干细胞领域出版文献的文章是2015年^[11],研究报道了SCIE收录的多能干细胞领域文献统计分析。该研究采用文献计量学方法对Scopus数据库2014至2018年间收录“多能干细胞”文献的全球影响力机构、被引及高产作者等做一统计分析。

1 资料和方法 Data and methods

此次回顾性研究的数据检索自爱思唯尔公司出版的在线数据库Scopus,检索日期是2019-02-25,关键词为“pluripotent stem cell” OR “pluripotential stem cell” OR “multipotent stem cell” OR “multipotential stem cell”,限定字段为“文章标题、关键词、摘要”,时间范围限定在2014至2018年(5年)所收录文献并保存,采用Elsevier数据平台提供的文献分析工具SciVal和微软软件Excel2007做统计分析。

2 结果 Results

共获得2014至2018年期间收录有关多能干细胞文献18 508篇。

2.1 文献出版趋势、影响力及医学领域研究分布 各年发表文献趋势见图1,显示各年发表的文献量,总体上看无明显波动,处于相对平稳阶段,另外2018年文献量可能受到检索时间的影响,还未及时收录完整各种当年发表文献。图2显示关于多能干细胞学科领域加权影响因子FWCI为1.43,超过世界平均水平1.0,显示该领域科研竞争力非常显著,也符合各国对该领域的投入趋势,且每一年的FWCI变化也不大,处于相对稳定期间。图3显示在医学领域2014至2018年间所发表的有关多能干细胞的文献,统计量为6 398篇(其中2014至2018年间的各领域总文献量是18 508篇),作者总数29 135人,总被引60 681次,其总体FWCI为1.38,高于世界平均水平1.0,单篇被引9.5次。

2.2 文献出版影响力情况 图4显示有27.7%的文章属于高被引地位,48.4%的文章发表在高影响力期刊上(排名前10%的期刊),这2个数据都远远超过国际平均水平10%,国际合作比例27.0%,成果转化有3.2%。通常受

到政策影响, 成果转化率低, 不足1.0%, 但在该学科领域学科转化还是非常显著。图5显示高水平期刊发文量占比及各年数量趋势, 无论是前10%还是前1%的期刊发文都处于相对稳定的水平, 这也表明该研究领域热度一直未减。表1列出了2014至2018年中的5篇被引顶级文章, 这5篇文章中都是2014年发表的, 发表这些文章的期刊分别是 *Science*(影响因子 CiteScore2017=15.85) 上有2篇, *Cell*(CiteScore=21.99)、*Cancer Cell*(CiteScore=15.45) 和 *Nature*(CiteScore=14.59) 各发表1篇。高被引排在前五的文章中有2篇是综述文献^[12-13], 有3篇是论著文献^[14-16], 原创研究或者具有指引作用的综述文章值得重视, 被引次数高也不一定其FWCI就高。高被引的文章并不总是那些影响最大的文章^[17]。

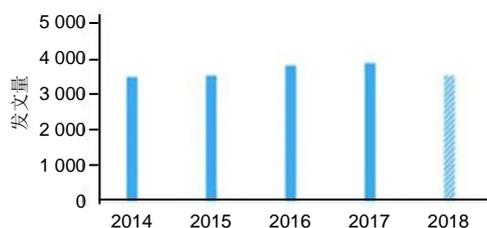


图1 论文年产出趋势

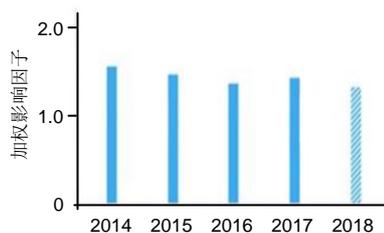


图2 领域加权影响因子

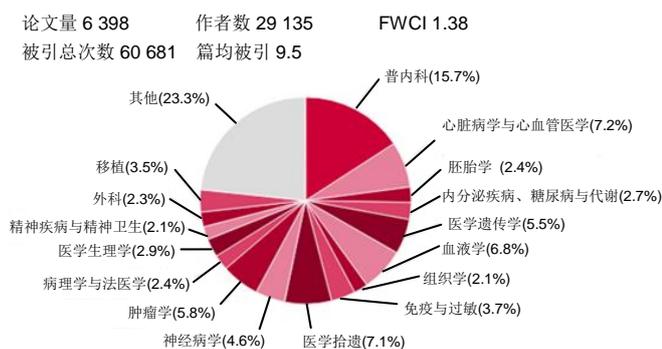


图3 多能干细胞研究文献医学领域分布情况

表1 多能干细胞研究领域被引次数大于500的前5篇文献各年被引情况统计

篇名	C2014	C2015	C2016	C2017	C2018	TC2018	FWCI
The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9 ^[12]	1	229	377	435	429	1 471	23.61
Genome-scale CRISPR-Cas9 knockout screening in human cells ^[14]	122	230	309	375	355	1 391	54.15
Generation of functional human pancreatic β cells in vitro ^[15]	9	126	174	158	145	612	41.73
Mutant p53 in cancer: New functions and therapeutic opportunities ^[13]	23	85	120	136	143	507	15.7
Human embryonic-stem-cell-derived cardiomyocytes regenerate non-human primate hearts ^[16]	48	109	127	114	106	504	20.65

表注: C2014: 2014年的总被引次数; C2015: 2015年的总被引次数; C2016: 2016年总被引次数; C2017: 2017年总被引次数; C2018: 2018年总被引次数; TC2018: 总被引次数; FWCI: 领域加权影响因子

图4 论文指标

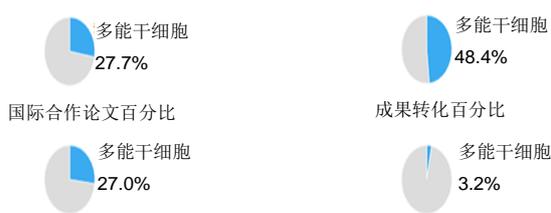


图4 论文指标

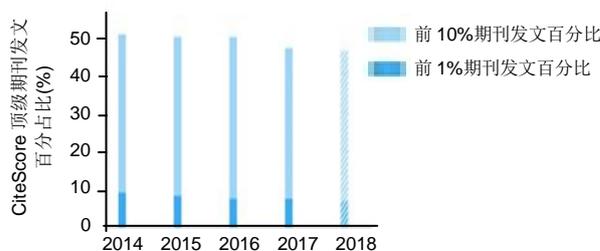


图5 发文顶级期刊百分占比

2.3 顶级个人、机构的排名及指标统计 表2显示2014至2018年所有10位高被引作者最近一次发文都在2018年, 发文数量排第一的作者是第10名作者数量的2.5倍, 而文章数量排第2名的作者, 其H指数却是最高。平均影响因子最高的却是发文量排第3名的作者, 日本作者在该领域表现出极高的影响力。表3中发文数前10名的机构中, 从体现论文质量的FWCI看大致可以分为3个方阵, 质量第1方阵的($FWCI > 2.5$)有4个机构, 第2方阵($2.0 < FWCI \leq 2.5$)有3个机构, 第3方阵($FWCI \leq 2.0$)有3个机构, 可见中国的科学院发文量排在世界发文量最多的前10名机构中的第4位, 但从反映发文质量的FWCI来看2014至2018年的5年内排在最后一位。研究机构作者数也反映出从事该领域研究人力的投入情况, 哈佛大学人力资源雄厚, 发表的论文数及被引都是最多。表4显示在多能干细胞研究领域全球发文前10名的作者中国、美国和日本各占据3席, 德国占据2席, 伊朗和荷兰各占1席。在2014至2018年5年间从论文总被引次数和客观评价论文产出质量的FWCI来看, 产出最多的哈佛大学W, JOSEPH均低于产出论文排第3名的京都大学YAMANAKA, SHINYA。以上反映出的现状也与美日两国的科技实力相媲美, 其两国在诺贝尔奖获得方面也领先于其他国家。表5显示在多能干细胞研究领域亚洲各

表 2 多能干细胞研究领域 2014 至 2018 年全世界发文最多的 10 位学者、发文量、最近发文年份、被引总次数、H 指数

排序	作者	文章数	最近发文年	被引总次数	H 指数
1	WU,JOSEPH	117	2018	2 878	74
2	OKANO,HIDEYUKI	83	2018	1 077	103
3	YAMANAKA,SHINYA	69	2018	3 033	88
4	L MUMMERY,CHRISTINE	62	2018	1 319	70
5	BELMONTE,JUAN	60	2018	1 510	84
6	NAKAUCHI,HIROMITSU	52	2018	844	77
7	BRENNAND,KRISTEN J	51	2018	1 270	27
8	BAHARVAND,HOSSEIN	50	2018	391	40
9	SCHÖLER, HANS ROBERT	50	2018	942	70
10	ADJAYE,JAMES A	48	2018	351	39

表 3 多能干细胞研究领域发文前 10 名的机构

排序	机构	论文数	作者数	FWCI	被引总次数
1	Harvard University	805	1 732	2.95	21 654
2	Kyoto University	499	837	1.85	7 739
3	Stanford university	463	894	2.99	10 022
4	Chinese Academy of Science	394	1 139	1.64	5 313
5	INSERM	386	1 179	1.86	5 595
6	National Institutes of Health	351	841	2.24	5 554
7	University of Cambridge	322	600	2.97	8 068
8	University of California at San Diego	322	706	2.20	5 755
9	Johns hopkins university	321	678	2.79	7 338
10	University College London	290	560	2.17	3 474

表 4 多能干细胞研究领域全球发文前 10 名的学者各个指标的统计

排序	作者	机构	论文产出	浏览总次数	FWCI	被引总次数
1	WU,JOSEPH	Stanford university(USA)	117	2 892	3.69	2 878
2	OKANO,HIDEYUKI	Hoshi university(Japan)	83	1 171	1.60	1 077
3	YAMANAKA,SHINYA	Kyoto University(japan)	69	4 331	4.79	3 033
4	L MUMMERY,CHRISTINE	Leiden University(Netherlands)	62	1 887	2.31	1 319
5	BELMONTE,JUAN	Salk Institutes for Biological Studies(USA)	60	2 456	2.77	1 510
6	NAKAUCHI,HIROMITSU	University of tokyo(japan)	52	1 037	1.79	844
7	BRENNAND,KRISTEN J	Icahn School of Medicine at Mount Sinai(ISMMS)(USA)	51	1 280	3.16	1 270
8	BAHARVAND,HOSSEIN	Royan Institute(Iran)	50	1 344	0.92	391
9	SCHÖLER, HANS ROBERT	Max-Planck-Institut fur molekular Biomedizin(Germany)	50	1 321	1.45	942
10	ADJAYE,JAMES A	Heinrich Heine Universität, Dusseldorf(Germany)	48	687	0.91	351

表 5 多能干细胞研究领域亚洲前 10 名的学者各个指标的统计

排序	作者	机构	论文产出	浏览总次数	FWCI	被引总次数
1	OKANO,HIDEYUKI	Hoshi university(Japan)	83	1 171	1.60	1 077
2	YAMANAKA,SHINYA	Kyoto University(Japan)	69	4 331	4.79	3 033
3	PEI,DUANQING	Guangzhou Institute of Biomedicine and Health, CAS(China)	45	918	1.46	864
4	UMEZAWA,AKIHIRO	National Research Institue for Child health and Developments(Japan)	44	1 018	1.36	701
5	NAKAUCHI,HIROMITSU	University of Tokyo(Japan)	43	834	1.77	689
6	NAKANISHI,MAHITO K	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology(Japan)	37	623	1.34	459
7	ZHOU,QI	Graduate university of Chinese Academy of Sciences(China)	36	538	1.20	377
8	GAO,SHAORONG	Tongji University(China)	35	669	1.15	325
9	SAWA,YOSHIKI	Osaka University(Japan)	35	531	1.25	222
10	BHARTIYA,DEEPA	Indian Council of Medical Research(India)	33	269	2.05	268

表 6 中国在多能干细胞研究领域产出最多的 10 位作者各项统计指标

排序	作者	机构	论文产出	浏览总次数	FWCI	被引总次数
1	PEI,DUANQING	Guangzhou Institute of Biomedicine and Health, CAS	45	918	1.46	864
2	ZHOU,QI	Graduate university of Chinese Academy of Sciences	36	538	1.20	377
3	GAO,SHAORONG	Tongji University	35	669	1.15	325
4	PAN,GUANGJIN	Guanzhou Medical College	24	377	1.38	285
5	CHENG,TAO	Chinese Academy of Medical Sciences	19	227	1.16	127
6	LI,WEI	Graduate University of Chinese Academy of Sciences	19	657	0.99	170
7	LIU,ZHONGHUA	Northeast Agricultural university	19	259	1.05	212
8	CHEN,JIEKAI	Chinese Academy of Sciences	17	380	1.67	341
9	DENG,HONGKUI	Peking University	16	718	2.64	547
10	GUAN,WEIJUN	Chinese Academy of Agricultural Sciences	16	97	0.51	50

国中日本傲立群雄，占据6席，中国紧随其后占据3席，印度占据1席。无论是产出论文的数量还是质量都可以看出日本在亚洲的优势地位，学科领域归一化影响因子中国作者还略低于印度作者。表6可见裴端卿的发文量

和被引量都排在第一，每篇文章平均被引是19.2次。但从反映文章质量指标的领域加权影响因子FWCI来看，排在第9名的北京大学教授邓宏魁虽然只发表了16篇文章，其平均被引也达到了34.19次，所以在发表文章数

量的同时更应该注重质量和影响力。

3 讨论 Discussion

在干细胞研究领域, 美国走在世界前列, 从最初临床骨髓移植应用开始, 至今已有半个多世纪, 自从美国科学家1998年在体外实现人类胚胎干细胞成功增殖和生长, 全世界范围内掀起了干细胞工程研究热潮, 而干细胞里面最有前景的是多能干细胞, 它可以分化成体内所有的细胞, 进而形成身体的所有组织和器官。因此, 多能干细胞的研究不仅具有重要的理论意义, 而且在器官再生、修复和疾病治疗方面极具应用价值, 未来的许多疾病有可能通过这一途径得到有效治疗。由于涉及到诸多伦理问题, 避免造成研究乱象, 各国都先后出台了人类干细胞研究管理与临床应用的制度。美国FDA将干细胞临床试验、治疗、制品生产及销售归生物制品评估与研究中心(CBER)负责监管。重点监控异种捐献来源的传染病传播风险、生产质量规范及收集加工过程中的安全性有效性证明^[18]。同源产品在患者身上使用无需FDA批准, 同时制定了企业及临床试验研究的技术指南^[19]。欧盟于2004年、2006年、2008年制定出台了系列技术标准和法规, 干细胞产品上市审查由欧盟集中审查^[20]。2014年11月日本《再生医疗安全性确保法》和《日本药品、医疗器械和其他医疗产品法》实施生效, 保证安全性及有效性的前提下, 相关产品经过上市进行二次安全性有效性验证之后尽早用于临床^[21]。2013年韩国食品药品安全部负责制定出台了相关指南及法规^[22]。中国干细胞研究及应用与临床治疗的乱象一直存在, 由于相关管理制度法规的滞后性也导致一些干细胞产品研发和上市比国外同类产品晚了好几年。直到2015年7月卫计委与药监局依照《中华人民共和国药品管理法》、《医疗机构管理条例》等法律法规, 组织制定并颁布了《干细胞临床研究管理办法(试行)》才纳入了规范化的管理^[23], 研发走上有序的发展道路。

通过在Scopus数据库中有关多能干细胞领域研究的文献计量学分析发现, 2014至2018年各年发表的论文数量基本保持一种持续热度, 共收录有关文献18 508篇, 在Scopus数据库归类为纯医学里的相关文献仅仅有6 398篇。发表在顶级期刊上的文献数量比例占据整个文献量的半数。发文机构及发文质量前列被欧美和日本占据, 中国科学院从数量上看挤进前四, 哈佛大学在研究人员数量、出版的文献量及被引总数上都居于领先地位。排在前10名的作者, 中国、美国、日本占据绝对优势各占30%, 德国占据20%, 亚洲国家日本可谓傲立群雄, 在该领域前10名亚洲学者, 中国、日本处于绝对优势。国内研究学者中, 中国科学院广州生物医药与健康研究院的裴端卿产出量、文献被浏览量以及被引量都排在第1位。四川大学在该领域的研究无论是作者还是机构在国内还未排进前10名。总之, 无论是国内的研究者、机构产出还是项目转化都任重道远。

致谢: 感谢爱思唯尔北京公司的蔡倩提供支持。

作者贡献: 何林设计收集数据和文章撰写, 白晋伟、苏伟数据整理分析, 共同协作完成。

经费支持: 该文章接受了“四川省科技厅项目(2018ZR0369)”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] STEVENS LC, LITTLE CC. Spontaneous Testicular Teratomas in an Inbred Strain of Mice. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1954;40(11):1080-1087.
- [2] THOMAS ED, LOCHTE HL JR, LU WC, et al. Intravenous infusion of bone marrow in patients receiving radiation and chemotherapy. *N Engl J Med*. 1957;257(11):491-496.
- [3] EVANS MJ, KAUFMAN MH. Establishment in culture of pluripotential cells from mouse embryos. *Nature*. 1981;292(5819):154-156.
- [4] THOMSON JA, ITSKOVITZ-ELDOR J, SHAPIRO SS, et al. Embryonic stem cell lines derived from human blastocysts. *Science*. 1998;282(5391):1145-1147.
- [5] MAHERALI N, SRIDHARAN R, XIE W, et al. Directly reprogrammed fibroblasts show global epigenetic remodeling and widespread tissue contribution. *Cell Stem Cell*. 2007;1(1):55-70.
- [6] COGHLAN A. First stem cell baby born. *New Scientist*. 2015;226(3021):6.
- [7] CHEN Y, HE ZX, LIU A, et al. Embryonic stem cells generated by nuclear transfer of human somatic nuclei into rabbit oocytes. *Cell Res*. 2003;13(4):251-263.
- [8] KANG L, WANG J, ZHANG Y, et al. iPS cells can support full-term development of tetraploid blastocyst-complemented embryos. *Cell Stem Cell*. 2009;5(2):135-138.
- [9] ZHAO XY, LI W, LV Z, et al. iPS cells produce viable mice through tetraploid complementation. *Nature*. 2009;461(7260):86-90.
- [10] 秦丽颖, 张瑞, 任晓琳, 等. 三维培养人多能干细胞的研究与进展[J]. *中国组织工程研究*, 2019, 23(17):2753-2761.
- [11] LIN CL, HO YS. A bibliometric analysis of publications on pluripotent stem cell research. *Cell J*. 2015;17(1):59-70.
- [12] DOUDNA JA, CHARPENTIER E. Genome editing. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*. 2014;346(6213):1258-1260.
- [13] MULLER PA, VOUSDEN KH. Mutant p53 in cancer: new functions and therapeutic opportunities. *Cancer Cell*. 2014;25(3):304-317.
- [14] SHALEM O, SANJANA NE, HARTENIAN E, et al. Genome-scale CRISPR-Cas9 knockout screening in human cells. *Science*. 2014;343(6166):84-87.
- [15] PAGLIUCA FW, MILLMAN JR, GÜRTLER M, et al. Generation of functional human pancreatic β cells in vitro. *Cell*. 2014;159(2):428-439.
- [16] CHONG JJ, YANG X, DON CW, et al. Human embryonic-stem-cell-derived cardiomyocytes regenerate non-human primate hearts. *Nature*. 2014;510(7504):273-277.
- [17] HO YS. Top-cited Articles in Chemical Engineering in Science Citation Index Expanded: A Bibliometric Analysis. *Chinese Journal of Chemical Engineering*. 2012; 20(3): 478-488.
- [18] KELLATHUR SN, LOU HX. Cell and tissue therapy regulation: worldwide status and harmonization. *Biologicals*. 2012;40(3):222-224.
- [19] TAYLOR-WEINER H, GRAFF ZIVIN J. Medicine's Wild West—Unlicensed Stem-Cell Clinics in the United States. *N Engl J Med*. 2015;373(11):985-987.
- [20] FUTURE SCIENCE GROUP. European Medicines Agency, CAT Secretariat & US Food and Drug Administration. *Regen Med*. 2011;6(6 Suppl):90-96.
- [21] HARA A, SATO D, SAHARA Y. New Governmental Regulatory System for Stem Cell-Based Therapies in Japan. *Ther Innov Regul Sci*. 2014;48(6):681-688.
- [22] Lim JO. Regulation Policy on Cell- and Tissue-Based Therapy Products in Korea. *Tissue Eng Part A*. 2015;21(23-24):2791-2796.
- [23] 国家卫生计生委, 食品药品监管总局. 关于印发干细胞临床研究管理办法(试行)的通知[ER/OL]. <http://samr.cfda.gov.cn/WS01/CL1031/127243.html>, 2019-06-11