

DOI:10.13216/j.cnki.upcjess.2019.03.0003

# 区域创新免疫系统的要素构成与免疫过程研究

苏屹<sup>1,2</sup>, 闫玥涵<sup>1</sup>

(1. 哈尔滨工程大学 经济管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150001; 2. 哈尔滨工业大学 经济管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

**摘要:**以人体免疫学为基础,将政府及产学研合作促进会、政府政策、创新文化隐喻为区域创新系统免疫系统的免疫器官、免疫细胞、免疫分子等基本组成要素。区域创新系统拥有与人体相似的抵御威胁的防线,可以分为非特异性免疫反应和特异性免疫反应。非特异性免疫反应可以分为识别阶段、免疫效应阶段,特异性免疫反应需要经历识别阶段、活化增殖阶段、免疫效应阶段。根据区域创新系统非特异性免疫反应和特异性免疫反应的实例分析,提出从提高区域创新系统识别风险的能力、增加再次免疫应答的机会两个方面提高区域创新系统的免疫能力。

**关键词:**区域创新系统;免疫系统;特异性免疫;非特异性免疫;创新文化

**中图分类号:**F124.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-5595(2019)03-0017-08

习近平在2018年4月的博鳌亚洲论坛演讲中强调,我国要加快实施创新驱动发展战略、区域协调发展战略,使区域内部发展均衡。区域创新的发展是经济发展的基础,是加快建设创新型国家的根本保障。无论是区域创新系统内部的收益分配不均、区域创新系统间的人才流失或是国家的新战略提出、经济危机、技术突破等,都会对区域创新系统的稳定发展产生一定的冲击。而区域创新免疫系统可以有效化解这些冲击,确保区域创新系统维持自身的健康稳定。借鉴人体免疫学相关理论,分析区域创新系统免疫系统的基本构成要素,以及其免疫过程,可以为建立高效的区域创新免疫系统提供理论借鉴。

## 一、文献回顾

区域创新系统是以地理省域划分的由创新环境和政府、产学研合作促进会、企业、科研机构、大学、金融机构、中介机构等创新主体组成的以创新为目的的社会系统。区域创新系统是结合地域及系统思想形成的多个相互作用的行为主体及所处复杂环境构成的促进技术扩散网络国家创新系统的重要单元,可解释区域层面的创新活动并解决相关经济与

创新问题。区域创新系统的稳定发展能体现该区域的良好创新能力,可促进经济增长,加快建设国家创新系统。近年来学者对区域创新系统的研究主要有如下几个方面。

(1)区域创新能力的差异分析。樊杰等指出我国各地区区域创新能力的差距显著,并说明了区域创新能力及区域发展水平二者的关系,指出科技创新能力对区域发展格局有一定影响。<sup>[1]</sup>杨浩昌等认为各地区有明显的区域差异,区位优势更有利于技术创新的扩散,但高技术产业集群的培养可以提高区域创新能力。<sup>[2]</sup>吕梦月等利用Moran散点图来反映不同空间区域的创新能力和知识溢出效应,并与经济能力相对应地得出制约创新能力的又一重要因素——经济水平。<sup>[3]</sup>Christoph Hauser等认为区域创新方面的差异无法通过一个复合创新指标体现出来,驱动力的影响是创新差异的原因,掌握有关创新的相关驱动因素的知识有利于设计有效的创新政策。<sup>[4]</sup>

(2)协同创新。对区域创新系统协同创新的研究主要包括区域创新系统内部的协同发展和两个及两个以上区域创新系统的协同发展。区域创新系统

收稿日期:2018-12-27

基金项目:国家自然科学基金项目(71774036,71872057,71804084);教育部人文社会科学青年项目(18YJC630245);黑龙江省社会科学基金项目(17GLH21,18GLB023);黑龙江省自然科学基金项目(QC2018088)

作者简介:苏屹(1983—),男,黑龙江哈尔滨人,哈尔滨工程大学经济管理学院教授,博士,博士生导师,研究方向为企业创新与系统科学。

内部的知识外溢是对资源的内部共享,区域创新系统本身就是通过整合资源协同创新活动而催生出来的,因此系统内部存在协同发展。苏屹等为描述区域创新系统主体、资源、环境三个子系统之间复杂的相互作用和合作导致的整体功能大于单独功能的协同效应,构建了协同演进模型。<sup>[5]</sup>对于区域间的协同发展,很多学者都发现省际间的知识存在溢出现象,李婧认为创新系统知识的外溢和吸收程度与知识溢出效应有关,为解决不同区域的知识创新产出不均衡的问题,区域创新系统应提升开放水平,积极引进先进的知识技术,并将其转化为自身的创新能力。<sup>[6]</sup>

(3) 开放式创新。开放式创新是一种趋势,Wim Scherdtner 根据在区域内兴起的“区域开放式创新路线图”框架确定了它的主要原则,并明确了可复制到其他地区的可持续性评估方法。<sup>[7]</sup>Lindomar Subtil de Oliveira 研究了在区域创新体系中实施开放式创新战略的挑战,分析并确定了成功实施区域创新系统开放式创新的七个决定因素。<sup>[8]</sup>徐佳等分析了区域创新系统在开放式创新视角下的演化路径,发现虽然大多数地区仍处于封闭式阶段,但他们认为突破区域边界与外部链接可有效提高创新效率。<sup>[9]</sup>在系统开放状态下的多区域合作方面,毛汉英对京津冀三省市进行了研究,阐述了协同发展政策目标下的发展策略,为区域一体化打下了基础。<sup>[10]</sup>

(4) 区域创新绩效。国内很多学者利用 DEA 模型对区域创新绩效进行了评价,近年来不同学者从不同角度分析了区域创新绩效<sup>[11-13]</sup>,有基于过程视角的创新绩效比较<sup>[14]</sup>,基于因子分析视角的协同创新绩效评价<sup>[15]</sup>,基于吸收能力视角的绩效影响分析<sup>[16]</sup>。还有学者分析了区域创新绩效的影响因素,包括单一要素投入<sup>[17]</sup>,创新要素的空间分布<sup>[18]</sup>、不同种创新要素集聚<sup>[19]</sup>、知识溢出<sup>[6]</sup>、创新要素流动<sup>[20]</sup>、产权清晰程度<sup>[21]</sup>等。国外学者 Petr Hajek 等基于遗传算法模型利用相关历史数据,准确有效地预测了各种创新产出,解决了区域创新绩效预测问题,能为区域政策的制定提供最佳援助。<sup>[22]</sup>

(5) 创新生态系统。2003 年创新生态系统概念的提出,是我国研究区域创新生态系统的开始。黄鲁成首次提出区域技术创新生态系统的概念,他对比了区域技术创新系统与生态系统的构成要素,将生物学研究范畴应用到区域技术创新系统中。<sup>[23]</sup>吴金希总结了三种不同范式的创新生态体系理论,用自然界生态的多样性、共生、演化的规律现象类比区

域创新体系特性,并根据生态体系的均衡、稳定的特征给出了创新生态体系的定义。<sup>[24]</sup>在此基础上国内外学者关注与创新系统的区别,现已进入到延续创新生态系统投入产出非线性的第三范式创新生态系统时段。陈洁等根据构成区域生态创新系统的需求组成元素的能力和三个目标三个阶段构建了可连接多个对象的三螺旋模型。<sup>[25]</sup>邹晓东等梳理了创新过程中社会网络到知识网络的演化,强调了大学在创新生态系统中的关键作用并提出研究议题。<sup>[26]</sup>陆燕春等认为区域创新系统是以各创新主体种群相互联系为主的类生态系统。<sup>[27]</sup>李其玮等将已有的关于创新生态系统的研究划分为内核层、核心层、扩展层和衍生层。<sup>[28]</sup>Andrzej Pawlak 描述了生态位技术创新生态系统,并对资源有限和缺乏世界级技术的地区进行了技术创新的优化。<sup>[29]</sup>结合协同创新理论,孙丽文等将生态位模型应用到京津冀地区,提出了京津冀一体化发展各地的优劣势。<sup>[30]</sup>钟荣丙研究了“互联网+”和“中国制造 2025”两个国家战略融合中协同创新的必要性,以及两个战略对协同创新生态体系的影响。<sup>[31]</sup>张敏等认为只有创新群落、创新环境和文化这些正确元素的正确组合才能构成区域创新生态系统,且该种组合方式是生命力最强的“热带雨林”式的,此时区域创新生态系统具有热带雨林系统生态系统的复杂多样、互相依赖、包容进化的特点,同时提出了区域创新生态系统的实现方法。<sup>[32]</sup>

很多学者通过不同方法对区域创新生态系统进行了评价。郭燕青等利用生态学的重要理论生态位理论,构建了创新生态系统的评价模型。<sup>[33]</sup>孙琪利用熵值法和 TOPSIS 法对浙江省内所有城市进行了产业创新生态系统评价,并提出了面对区域内发展不平衡的有效措施。<sup>[34]</sup>丁浩等通过构建耦合协调模型,对山东省区域经济与生态系统的耦合协调关系进行了时空双维研究。<sup>[35]</sup>陆燕春等从 4 个方面共 32 个评价指标利用熵值法对我国 30 个省(市、自治区)创新生态系统的竞争力进行了评价。<sup>[27]</sup>

目前对区域创新系统的研究已涉及生物学领域中自然界生态的规律现象,但还没有从生物学中重要物种“人类”抵御病菌、健康生存的角度来研究区域创新系统的文献。本文以免疫学为基础,研究区域创新系统免疫系统基本构成要素与免疫过程,探究确保区域创新系统健康发展的有效途径。

## 二、区域创新系统免疫系统的基本构成要素

区域创新系统的免疫系统可以分为免疫器官、免疫细胞、免疫分子三种基本要素,分别对应政府及

产学研合作促进会、政府政策、创新文化,其是区域创新系统免疫结构的基本单元。

### (一)免疫器官

将区域创新系统的创新主体(政府、产学研合作促进会、企业、科研机构、大学、金融机构和中介机构)视为人体的所有器官,其中,政府及产学研合作促进会具备强大的免疫能力,可称为区域创新系统的免疫器官,二者分别担任中枢免疫器官和外周免疫器官。

政府是区域创新系统的一级免疫器官——中枢免疫器官,是吞噬细胞、成熟的T淋巴细胞和B淋巴细胞等执行免疫功能的免疫细胞产生与成熟的场所,是免疫功能建立的根本。政府出台的政策即为区域创新系统的免疫细胞,政府则是各种政策成熟的场所。

产学研合作促进会是区域创新系统的二级免疫器官——外周免疫器官。产学研合作促进会是接受政府指导并结合自身区域的资源优势产生适应本区域的组织,是政府产生的成熟的免疫政策定居的地方,是政府和产学研单位间的桥梁和纽带。一方面,能服务于各创新主体,感知到任何创新主体是否存在无法解决的危机,促进各主体之间的沟通协作,充分认知风险事件的特征并确定处置方案;另一方面,能争取中枢免疫器官的政策支持。在获取到政策支

持后,产学研合作促进会通过宣传、贯彻政府关于产学研合作方面的各项方针、政策,促进技术转移、成果转化和产业升级,对产学研合作过程中遇到的危机产生免疫响应。

产学研合作促进会是区域创新系统唯一的外周免疫器官,发挥着类似人体全部二级免疫器官的作用。一方面,产学研合作促进会开展创新教育、培训工作,普及创新创业知识,清除不符合当前需求的陈旧观念,如同人体外周免疫器官之一脾脏可以清除衰老的细胞、抗原及异物。另一方面,产学研合作促进会可及时发现企业、高校、科研机构、金融机构和中介组织这些器官存在的问题,作用与人体遍布全身非黏膜部位的淋巴通道汇集处、成群分布于内脏器官门附近的外周免疫器官之一淋巴结相同,充当存在于企业、高校、科研机构、金融机构和中介组织这些器官周围的淋巴结。人体在遇到细菌、病毒等异己时,组织或器官的淋巴液均引流至局部淋巴结产生反应性增生使淋巴结肿大,提示其引流区域内的器官存在病变或炎症,其是人体疾病的报警装置,同时淋巴结是免疫应答反应的场所,有过滤和免疫作用。区域创新系统中的产学研合作促进会可以及时发现这些器官存在的问题进行预警,也能利用已有“方案”直接解决各“器官”的危机,如图1所示。

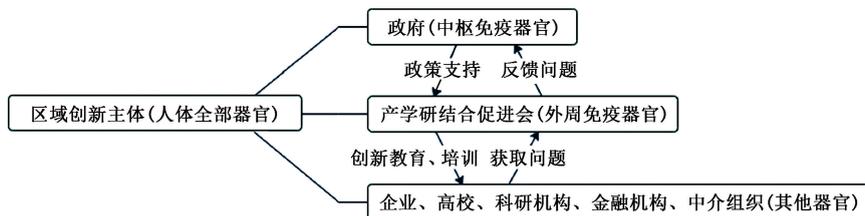


图1 创新主体相互作用关系

### (二)免疫细胞

政府的政策总能为区域创新系统的稳定发展提供帮助。政府的政策如同在人体内由中枢免疫器官产生的干细胞分化而成的不断循环和更新的免疫细胞,使区域创新系统始终保持均衡的免疫功能。其中部分政策主要参与区域创新系统的非特异免疫应答,还有一部分政策是能产生特异性免疫应答的“淋巴细胞”。

发挥非特异性免疫能力的免疫细胞能利用现有的非特异性政策处理资金支持、专利保护等几乎全部区域都会遇到的共性问题,其在特异性免疫应答中十分重要。未成熟的非特异性免疫细胞从局部感染组织迁移到外周免疫器官并发育成熟,它们作为抗原呈递细胞或者激活特异性免疫细胞过程中的信号,通过

加强非特异性免疫细胞的作用等形式参与特异性免疫的效应过程。区域创新系统原有创新文化产生的基础政策可发挥类似的作用。首先对具有相同特征(不符合原始区域创新文化)的抗原进行识别,产生免疫保护作用将其清除,当区域创新系统的原有政策不能应对随发展趋势产生的威胁时,原有的政策支持会在系统遇到威胁时通过信息的传递经产学研合作促进会发展为更为成熟的政策。若此时这些政策仍旧无法应对面临的困状,抗原超过非特异性免疫范畴只能向下传递急需发现问题的信号并上报解决问题的方法、向上传递及时颁布新的政策的信号以加强原有政策的执行力度参与并协助特异性免疫。

### (三)免疫分子

区域创新系统的免疫作用主要由创新文化发

挥。创新文化可以指导区域创新系统内部成员思想、行为,随着政府应对问题政策的调整而更新,是区域创新系统免疫系统的免疫分子。免疫细胞固然重要,但真正在免疫应答中起作用的不是免疫细胞,执行免疫功能的是由免疫细胞合成和分泌的免疫分子。随政府政策调整而更新的创新文化发挥抗体、淋巴因子、补体等免疫分子的作用:促

进免疫反应并阻止抗原传播、清除被感染细胞、溶解细菌和病毒。

### 三、区域创新系统的免疫过程

区域创新系统拥有与人体相似的抵御威胁的防线,分为非特异性免疫反应和特异性免疫反应。两种免疫应答相互依存,密切配合,实现对区域创新系统的保护,免疫过程如图2所示。

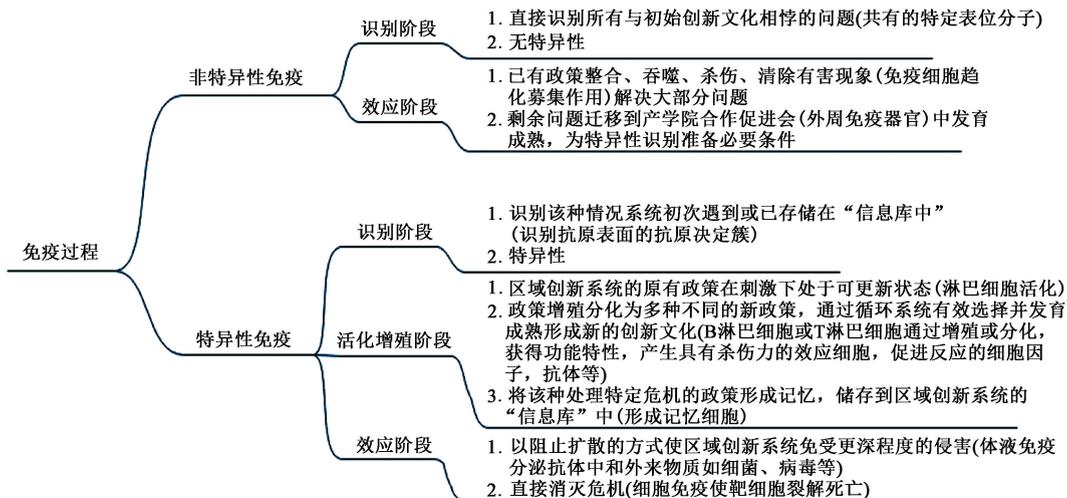


图2 免疫过程

#### (一)非特异性免疫过程

区域创新系统在遇到有碍稳定发展的问题时首先进行的免疫防御是非特异性免疫。区域创新系统的非特异性免疫是未接触威胁就有的固有防御能力,由初始创新文化赋予。每一个区域创新系统的初始创新文化均为主体分工合作共同推进区域经济增长,即产学研合作促进会促进企业与其他创新主体的合作行为、大学及研究机构为创新企业培养人才加快知识转化、中介服务机构和金融机构为区域创新系统提供服务和资金。

(1)非特异性免疫应答首先进入识别阶段。区域创新系统的非特异性免疫细胞是区域创新系统已有的政策,识别有碍稳定发展的问题时与人体非特异性细胞识别抗原相同,不具备高度的特异性,能识别全部“异己”,不能识别出这些问题的具体特征。可识别所有与初始创新文化相悖的问题,原理与人体通过一类模式识别受体识别病原体及其感染细胞表面共有的特定表位分子相同。

(2)非特异性免疫应答免疫效应阶段。对已有的所有政策整合,发挥免疫细胞趋化募集作用,当区域创新系统内外部环境不利于区域创新系统稳定发展时,可处理内部资源分配不合理、利益分配不均衡等已预测到的、已有政策可解决的问题,立即集中全部政策力量吞噬、杀伤、清除有害现象,以阻挡各种

威胁影响到区域创新系统或重要器官内部。由于非特异免疫能力有限,虽大部分问题在此得到解决,但区域创新系统仍会产生危机,需要借助特异性免疫应答。在非特异免疫发挥作用的同时,处理了部分问题的政策连同剩余问题会迁移到产学研合作促进会,对应人体未成熟树突细胞和吞噬细胞(二者均为非特异性免疫细胞)加工处理抗原并迁移到外周免疫器官发育成熟的过程,为特异性识别提供必要条件,使抗原具备免疫原性,启动区域创新系统的特异性免疫。

#### (二)特异性免疫过程

区域创新系统的特异性免疫功能会在非特异性免疫之后发挥,是维持区域创新系统稳定发展的重要保障。此时现有的创新文化无法发挥作用,如同抗原已经突破人体的第一、二道防线,需要借助政府及产学研合作促进会(免疫器官)和政策(免疫细胞)发挥主要作用的特异性免疫。免疫应答发生在作为外周免疫器官的产学研合作促进会中,是对区域创新系统受到的不同冲击寻找不同的免疫处理方案,进行特异性免疫。

特异性免疫应答视情况采取不同种免疫方式:体液免疫和细胞免疫。往往先进行体液免疫。在区域创新系统的内部环境发生异常时切断传播源头,控制抗原的影响范围,阻止风险传播。当情况严重

时,抗原已经侵染到细胞中,细胞免疫针对创新系统存在的问题发生淘汰式免疫,直接清除。两种免疫方式相互配合,运送有效的免疫分子到需要帮助的位置,帮助区域创新系统渡过难关。无论创新系统采取哪种方式都会经历与医学领域中人体特异性免疫应答相同的三个阶段。

(1)识别阶段。区域创新系统会对危机进行特征识别,与人体对抗原表面的抗原决定簇识别相似。确定该种情况是该系统初次遇到未曾处理过的还是曾经遇到过并储存在“信息库”中的一类抗原,如果是则能加快免疫速度。识别过程是区域创新系统选择与之相匹配的战略、形成应对方案和最优方案的前提。

(2)活化增殖阶段。在确定为特异性免疫范畴内的抗原之后,区域创新系统的原有政策在刺激下处于可更新状态,相当于识别抗原后的淋巴细胞发生活化。各创新主体会立即找寻应对的方法和需要获得的政策支持,政策的增殖分化过程中数量逐渐增多且各有不同,经过有效选择,使某一分化而成的政策继续发育,直到可有效处理某一时间区域创新系统遇到的危机。同时将该种处理特定危机的政策形成记忆,储存到区域创新系统的“信息库”中,这类似在体液免疫和细胞免疫中发挥主要作用的B淋巴细胞或T淋巴细胞通过增殖和分化,获得功能特性,产生具杀伤能力的效应细胞,促进反应的细胞因子、抗体等和留存在体内的记忆细胞。当下次遇到“信息库”中已有的会威胁健康的情况,即可找寻组织记忆,利用已有的经验直接进行更快速更强烈免疫反应,有效维持区域创新系统的稳定。随着时间的推移,区域创新系统所能解决的问题数量持续增加,可增强其对抗冲击的能力。

为增加区域创新系统找寻到应对方法的机会,需借助类似人体的特异性免疫过程中涉及的淋巴循环和血液循环互相补充组成的可遍及全身的循环系统。对区域创新系统而言,信息流充当自身系统的循环系统。信息的流动如同分布于外周免疫器官的免疫细胞经过淋巴循环最后汇集到一起返回血循环,重新合理分布于全身免疫器官,即各创新主体的周围。将产学研合作机构从各主体获取的危机信息类似淋巴循环传递到中枢免疫器官——政府,政府则根据创新主体提出的要求,争取将已有政策、制度增殖为能清除有害异己的多种新政策、新制度(淋巴免疫细胞),经此信息循环,直到选择出体液免疫或者细胞免疫方式下可消灭威胁的一种方法,在抗原的刺激下分泌免疫分子——创新文化。在人体免

疫过程中,受抗原刺激后一部分淋巴细胞会因受到抗原刺激而活化增殖,移动到外周免疫器官内部退出循环,另一部分未活化的淋巴细胞继续参与循环;在区域创新系统中,为保证区域创新系统始终保持创新运作活力,信息循环持续进行,新政策新制度会不断产生和更新,为遇到的冲击逐一寻求新的解决办法,已解决的问题就不会再参与循环,而是进入下一免疫阶段。

(3)效应阶段。找到解决方法以后,区域创新系统会根据所选特异性免疫方式解决特有问题。一种是类似进行体液免疫的免疫细胞活化增殖和分化后分泌具有中和作用的抗体,进入循环系统迁移到相应部位处理抗原,以阻止扩散的方式使区域创新系统免受更深程度的侵害。另一种是类似抗原已经受侵染细胞这类情况进行的破坏细胞形式的细胞免疫,直接消灭危机。两种方式发挥的效应均应归功于区域创新系统的免疫分子(创新文化)。创新文化根据政府的政策而实时更新,系统内部成员会根据更新后的创新文化共同努力化解危机,阻止有碍区域创新系统稳定发展的问题持续扩散或直接淘汰不恰当的创新文化。在这一阶段中会出现一些问题,比如当传统的含有较多资源型产业的区域在节能环保的要求下逐步开始向新能源产业区域转型,此时的创新系统会出现减产和生产成本增加的情况,区域创新系统自身暂时会出现不适应的情况,就像人体在受到抗原侵犯时的第一反应发烧一样,感到不适,但实际上是使体温提高一点减缓细菌或者病毒的滋长,区域创新系统在以有效的行动来阻止节能环保要求对系统本身的更深程度的影响。

#### 四、区域创新系统免疫实例分析

##### (一)非特异性免疫实例

在产学研合作过程中当缺乏第三方评估机构时,企业的收益预估与大学和科研机构投入成本的计算有所偏差,可能会出现双方无法解决利益分配的问题而导致合作难以进行。这类问题可通过双方沟通达成协议的方式解决,协议处理这种契约化方法是已有的专利法提供给区域创新系统的解决方法,该类问题可由区域创新系统的非特异性免疫解决。当企业向大学和科研机构在一次性支付全部技术费用后,发生成果无法创造预想的价值的情况时,由企业单独承担风险损失会导致企业的合作意愿不强。此时的双方协议并未能保障产学研合作的成功,需要政府颁布针对产学研合作的法律条款解决利益分配问题,需要激活免疫过程的下一阶段特异性免疫应答,使同类问题可被免疫系统迅速解决。

## (二) 特异性免疫实例

(1) 近年来高校毕业生及优秀人才偏好流动到拥有良好科技基础、有着良好的创新环境和政策支持体的靠近全国的经济金融中心或中央政府部门地理位置的省、直辖市,造成部分区域高端人力资源缺失。由于创新系统自始以来都竭力营造有利于引进人才的区域环境,当区域创新系统遇到此种不利于产学研合作问题时,不需要具体分析形成特定政策,而采用非特异性免疫中政府的激励政策即可解决人力资源问题,维持区域创新系统的稳定。随着时代的发展,区域创新系统内部出现的一些新兴产业对人才有了更高的要求。例如:不培养高端物流方面的专业人才,仅拥有具备偏重道路运输的物流工程方面的人才不能满足高端物流的需要的;不培养拥有大数据思维、具备大数据处理能力、可解决数据安全问题的能发挥大数据潜在价值的人才,就无法使各行业获取的客户消费习惯等这些难收集、难处理的数据创造更大的价值。此时已有的政府政策已无法普遍处理,必须通过特异性免疫识别具体的专业设置缺口,进行特异性免疫应答。

(2) 新国家战略的提出是区域创新系统稳定发展必须面临的挑战。当我国提出长江经济带发展战略时,由于经济带涉及的九省二市快速发展城镇化进程,导致了工业排放量大,资源环境压力大,各区域创新系统产生资源与生态环境问题;各区域在招商引资方面存在优惠政策的竞争,且长江沿岸的区域创新系统存在竞争大于合作的问题,急需建立统筹协调机制;国家级新区的建立为了自身的快速发展易挤占周边资源,对周边区域创新系统来说这种同质化竞争是对自身稳定健康发展的巨大冲击,还会出现因国家战略涉及到的地区有限,产生暂时性优惠政策失衡的问题。由于区域创新系统无法掌控国家层面的战略,事先并没有有效的免疫策略,非特异性免疫无法处理国家战略与区域战略不同步带来的冲击,需要借助特异性免疫的帮助。

(3) 区域创新系统的发展会受到经济危机的冲击。经济学家们在寻求各种方式预测危机到来的时间,但由于无法掌握复杂要素引起质变的数量界限,即使经济危机的爆发有一定的周期也无法准确确定发生时间。当经济危机对区域创新系统产生冲击时,创新系统的非特异性免疫政策无法处理产生原因不同、涉及范围存在差异的经济危机,只能通过缓慢的初次特异性免疫并依据国家的扩大内需等政策,结合自身的创新水平进行适应性变革,有效避免路径依赖,使经济水平回升,确保创新系统的稳定发

展。应对经济危机的冲击,这种创新系统特异性免疫的方式可对应为体液免疫,政府在危机后的引导投资者、加大投资力度等政策都是阻止问题的持续扩散,以实际行动阻断威胁蔓延对区域创新系统健康的影响,化威胁为机会。

(4) 突破式技术变革是对区域创新系统传统理念的冲击。它的爆发对现有技术产生替代效果,不仅会引发现有产业为改进技术大幅投资,还会改变商业模式争取竞争优势。人工智能技术变革的产生会打破区域创新系统原本稳定的状态,越来越多的行业会逐渐与人工智能紧密结合,如影响制造业原本的生产方式、推进汽车工业的数字转型。区域创新系统需要激活特异性免疫应答应对突发技术变革对区域创新系统的影响,适应人工智能趋势。政府为保障其他行业与人工智能结合后的创新发展,需要制定鼓励政策和产业规范标准。创新文化应在此过程中添加与人工智能相关的文化,在特异性免疫中发挥规避潜在风险的能力。

## 五、提升区域创新免疫能力的方法

区域创新免疫系统是区域创新系统稳定发展的保障,区域创新免疫系统的状态与人体免疫系统的状态相同,并非时刻保持完美状态。通过对免疫系统要素构成及免疫过程的分析,我们可从免疫过程中寻找完善免疫系统的方式,具体可从以下两个方面提高区域创新系统的免疫能力。

第一,提高区域创新系统识别风险的能力。由于新型外部冲击初期尚未表现出免疫系统可识别的特点,免疫机制未能有效识别风险并采取措,导致错过产生免疫应答的最佳时机,使区域创新系统受到外部冲击的威胁。因此,需要从根本上解决识别能力的问题。区域创新文化是区域创新免疫系统发挥作用的免疫分子,通过信息循环不断寻找解决方案,最终更新为可指导创新系统成员对抗冲击的文化。强化塑造区域创新系统的风险管理文化,提升系统成员对风险的敏感性,将风险意识贯穿于创新活动之中,力求第一时间识别出影响区域创新系统稳定发展的抗原。

第二,增加再次免疫应答的机会。初次特异性免疫产生的记忆可使再次免疫应答的效果更强,产生区域创新免疫系统的理想效果。医学领域中,常常为了激发产生再次免疫应答的特异性免疫进行后天感染或利用人工接种疫苗进行免疫学预防,提高免疫能力、控制传染性疾、降低肿瘤的发病率。为了有效提升区域创新系统对抗冲击的能力,区域创新系统可进行人工主动免疫,使区域创新系统具备

开放性,进行系统内外的信息交流,可以模拟接触其他区域创新系统遇到的相同的抗原、诱导机体产生特异性免疫应答、制定适合自身的应对免疫策略并留存记忆形成免疫经验,为下一次自身遇到相同问题做准备。当再次碰到相同问题时根据留存的记忆产生效果更强的作用,使不具有特异性免疫力并且有较大几率受到同种威胁的区域创新系统获得保护。

## 六、结论

本文借鉴医学免疫理论,根据参与免疫反应的基本组成将区域创新系统的免疫系统与人体免疫系统中参与免疫应答的免疫器官、免疫细胞和免疫分子一一对应,并详细描述了区域创新系统免疫系统的非特异性免疫及特异性免疫过程。通过本文的分析可以发现,区域创新系统的免疫能力具有随免疫系统发挥的免疫作用而提高的特点,可为区域创新系统利用免疫预防原理提升自身抵御风险能力提供依据。

## 参考文献:

- [1] 樊杰,刘汉出.“十三五”时期科技创新驱动对我国区域发展格局变化的影响与适应[J]. 经济地理,2016,36(1):1-9.
- [2] 杨浩昌,李廉水.高技术产业聚集对技术创新的影响及区域比较[J]. 科学学研究,2016,34(2):212-219.
- [3] 吕梦月,蒋涛.我国高技术产业区域创新能力影响因素研究——基于空间相互关系视角[J]. 战略研究,2018,11(4):28-31.
- [4] Christoph Hauser, Matthias Siller, Thanses Schatzer, et al. Measuring Regional Innovation: A Critical Inspection of the Ability of Single Indicators to Shape Technological Change[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2018, 129:43-55.
- [5] 苏屹,姜雪松.区域创新系统协同演进研究[J]. 中国软科学,2016(3):44-61.
- [6] 李婧.基于空间相关的区域创新系统间知识溢出效应评价[J]. 科技管理研究,2016,36(13):58-66.
- [7] Wim Schwerdtner. Regional Open Innovation Roadmapping: A New Framework for Innovation-Based Regional Development[J]. Sustainability, 2015, 7(3):2301-2321.
- [8] Lindomar Subtil de Oliveira, Márcia Elisa Soares Echeveste. Analysis of Determinants for Open Innovation Implementation in Regional Innovation Systems. RAI Revista de Administração e Inovação, 2017,14(2):119-129.
- [9] 徐佳,魏玫长.开放式创新视角下区域创新系统演化路径分析[J]. 科技进步与对策,2017,34(5):25-35.
- [10] 毛汉英.京津冀协同发展的机制创新与区域政策研究[J]. 地理科学进展,2017,36(1):2-14.
- [11] 李宁,张佩琪.基于偏好多阶段 DEA 模型的高技术产业区域创新绩效评价研究[J]. 工业技术经济,2017(2):57-65.
- [12] 张博榕.基于两阶段动态 DEA 模型的区域创新绩效实证分析[J]. 科技管理研究,2016(12):62-67.
- [13] 陈志宗.基于超效率——背景依赖 DEA 的区域创新系统评价[J]. 科研管理,2016(s1):362-370.
- [14] 郭淑芬.中国内地 31 省市文化产业创新绩效区域比较——基于过程视角科技进步与对策,2016,33(4):31-37.
- [15] 王帮俊.区域产学研协同创新绩效评价——基于因子分析的视角[J]. 科技管理研究,2018(1):66-71.
- [16] 朱俊杰.区域创新绩效提升的门槛效应——基于吸收能力视角[J]. 财经科学,2017(7):116-128.
- [17] 苏屹.人力资本投入对区域创新绩效的影响研究——基于知识产权保护制度门槛回归[J]. 科学学研究,2017,35(5):771-781.
- [18] 黄海燕.区域创新要素及其空间分布与地区创新绩效关系实证分析——基于省际面板数据[J]. 商业经济,2016(4):28-29.
- [19] 邹游.区域创新要素集聚对创新绩效的影响研究——基于广东省实证分析[D]. 深圳:深圳大学,2017.
- [20] 卓乘风,邓峰.创新要素流动与区域创新绩效——空间视角下政府调节作用的非线性检验[J]. 科学学与科学技术管理,2017,38(7):15-26.
- [21] 王莹,纪宣明.金融集聚、产权结构与区域创新绩效——基于中国省际面板的实证研究[J]. 2018(1):41-50.
- [22] Petr Hajek, Roberto Henriques. Forecasting Performance of Regional Innovation Systems using Semantic-based Genetic Programming with Local Search Optimizer [EB/OL]. (2018-02-07) [2018-12-20]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305054818300327>.
- [23] 黄鲁成.区域技术创新系统研究:生态学的思考[J]. 科学学研究,2003,21(2):215-219.
- [24] 吴金希.创新生态体系的内涵、特征及其政策含义[J]. 科学学研究,2014,32(1):44-51.
- [25] 陈洁,侯威.基于三螺旋的区域创新生态系统建构模式[J]. 决策参考,2014(7):11-12.
- [26] 邹晓东,王凯.区域创新生态系统情境下的产学研知识协同创新:理论背景与研究议题[J]. 浙江大学学报(人文社会科学版),2016(6):5-18.
- [27] 陆燕春,赵红,吴晨曦.创新范式变革下区域创新生态系统影响因素研究[J]. 企业经济,2016(3):168-173.
- [28] 李其玮,顾新.创新生态系统研究综述:一个层次分析框架[J]. 科学管理研究,2016,34(1):14-17.
- [29] Andrzej Pawlak. The Ecosystem for Niche Technology Innovation [J]. Procedia Engineering, 2017, 182:

556-562.

- [30] 孙丽文,李跃. 京津冀区域创新生态系统生态位适宜度评价[J]. 科技进步与对策, 2017, 34(4): 47-53.
- [31] 钟荣丙. “互联网+制造 2025”的协同创新生态体系研究[J]. 技术与创新管理, 2018, 39(1): 10-18.
- [32] 张敏,段进军. 区域创新生态系统: 生成的合理性逻辑与实现路径[J]. 创新与创业, 2018(1): 36-38.
- [33] 郭燕青,姚远. 基于生态位适宜度的创新生态系统评价模型[J]. 统计与决策, 2015(15): 13-16.
- [34] 孙琪. 基于熵值法和 TOPSIS 法的浙江省产业技术创新生态系统评价[J]. 商业经济研究, 2016(7): 212-215.
- [35] 丁浩,郑皓. 山东省区域经济与生态环境的时空协调发展研究[J]. 中国石油大学学报(社会科学版), 2016, 32(4): 11-17.

责任编辑:张岩林

## The Components and Immune Process of Regional Innovative Immune System

SU Yi<sup>1,2</sup>, YAN Yuehan<sup>1</sup>

(1. School of Economics and Management, Harbin Engineering University, Harbin, Heilongjiang 150001, China;  
2. School of Economics and Management, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang 150001, China)

**Abstract:** Based on human immunology, government, industry-university-research cooperation promotion association, government policy and innovative culture are metaphorized as the basic elements of immune organs, immune cells and immune molecules of the immune system of regional innovation system. Regional innovation system has a similar defense line to human body against threats, which can be divided into non-specific immune response and specific immune response. Non-specific immune response can be divided into recognition stage and immune effect stage. Specific immune response needs to go through recognition stage, activation and increment stage and immune effect stage. According to the case analysis of non-specific immune response and specific immune response of regional innovation system, we can improve the immune ability of regional innovation system from two aspects: improving the ability of risk identification of regional innovation system and increasing the opportunity of re-immune response.

**Key words:** regional innovation system; immune system; specific immunity; nonspecific immunity; innovation culture