

DOI: 10.13288/j.11-2166/r.2018.09.003

穴位本态探析

王倩, 包永欣*

(辽宁中医药大学针灸推拿学院, 辽宁省沈阳市皇姑区崇山东路 79 号, 110847)

摘要 基于古代文献阐释穴位本态的概念、内涵和外延, 穴位的大小、位置和功能。根据现代研究进一步阐述穴位的属性, 穴位的生理态、病理态和激活态, 穴位刺激非特异的广谱效应和相对特异性的双重效应, 穴位的“敏化”现象, 穴位的现代解剖学、组织学结构等, 通过系统阐述穴位本态, 为研究穴位本态提供理论支撑, 为临床应用穴位本态治疗疾病提供新的思路与方法。

关键词 穴位本态; 生理态; 病理态; 激活态

穴位本态研究是针灸研究中的一个重要问题, 如何将穴位本态研究得深入浅出, 并服务于临床, 是值得我们深思的课题。

1 中医古籍中的穴位本态

要研究穴位本态, 就要清楚何谓穴位本态, 在此我们将穴位本态分为穴位和本态两部分展开阐述。早在《黄帝内经》中就有对穴位的记载, 即将穴位称为“节”“谷”“骨空”“气穴”“溪”“气府”等。《针灸甲乙经》载为“孔穴”, 《太平圣惠方·针经》载为“穴道”, 《铜人腧穴针灸图经》载为“腧穴”。《灵枢·九针十二原》曰: “节之交, 三百六十五会”, 《素问·气穴论》亦曰: “肉之大会为谷, 肉之小会为溪, 分肉之间, 溪谷之会”。以上是古人对穴位的定义与称谓, 具有一定的部位属性。古人取象比类, 将中医精髓融汇于世间万事万物, 穴位亦是如此, 古人常以山川、河流、动物、植物, 甚至是情志等对穴位进行命名, 我们认为, 这与穴位的功能、穴位的特性密不可分, 穴位的分布常在“边”上, 可以是“肌肉边”“骨边”“皮肤边”“筋边”“肌腱边”, 甚至是“脉边”, “边者, 交汇也”。可见穴位就如同水渠中的泉眼, 汇聚气血, 经络就像穴道、水渠, 当人体发病时, 经络水渠中的气血不畅, 甚至气血亏虚, 此时刺激穴位, 穴位中蕴藏着的气血就会如泉水般涌出, 补充和调节经络水渠中的气血, 调节人体机能平衡, 恢复健康。这又如十二经脉与奇经八脉之间的关系, 当十二经脉失调或亏虚时, 奇经

八脉会对十二经脉的气血予以补充和调节。可见经脉与穴位之间、经脉与经脉之间有着相互补充、相互依存的微妙而神奇的关系。

穴位这种“边”能够汇聚气血、交通各经脉, 如果将经络比作各个交通道路, 那么穴位就是交通要道上的各个枢纽, 整个经络的交通系统不仅有海、陆、空, 即有络脉、浮络、孙络、经别、奇经八脉、经络等交通道路系统, 还涉及时空概念。经络系统就像自然界, 因为在自然界中存在春、夏、秋、冬四季更替, 经络也会有不同的状态, 也会有类似自然界中的气化、液化、升华的物理现象, 主要体现于气血的状态和气血的运动, 这就要我们研究者用心体悟。穴位这种蕴藏气血“边”的属性也可以理解为间隙性, 通过这一间隙, 联缀人体四肢百骸、五脏六腑、脑窍元神、胞中胎元、胆精之情等, 整体调节人体机能, 平调阴阳, 达到“平人”之态, 如《黄帝内经》曰“阴平阳秘, 精神乃治。”

“本态”在《现代汉语大词典》解释有二, 一是说原来的容貌, 在针灸中“本态”一词起源于日本近代灸法研究, 国内承淡安首次引用, 1981年王雪苔《我国针灸学在国内外的概况与展望》一文是“穴位本态”方面最早的文献^[1]。我们理解的穴位本态, 应是古人对穴位的理解, 即穴位的本来状态、穴位的本真、穴位的本来面貌, 这些多蕴藏在穴名及中国古典文化中。基于古典文化, 中医理论得以长存, 并能与时俱进, 迸发不竭的生机与活力。古人通过对穴位本态的认识和赋意, 有效地指导生活实践, 从而衍生出穴位的大

* 通讯作者: 2301222871@qq.com, 13222445565

小、定位、功能等概念。《灵枢·九针十二原》曰“所言节者，神气之所游行出入也，非皮肉筋骨也”；《素问·气穴论》曰：“（溪谷）以行荣卫，以会大气”；《素问·气府论》曰“气府者，各经脉气交会之府也”，阐述穴位是脉气所发。《备急千金要方》曰“凡孔穴在身，皆是脏腑荣卫血脉流通，表里往来，各有所主”；《素问·五脏生成》曰“人大谷十二分，小溪三百五十四名，少十二俞，此皆卫气之所留止，邪气所客也，针石缘而去之”。以上可知，穴位是溪谷，是脉气之源，不同穴位根据定位不同，穴位大小各异；反之，不同穴位根据穴位大小不同，其定位也有异，这里的穴位大小可理解为脉气的强弱及脉气所波及的范围，穴位不是一个点，也不是一条线，它是空间立体的，甚至可以游走溜行，穴有穴区，穴区不是固定的，而是变化的，就像《周易》中的卦象一样会变化，但又不是无规律可循，一个穴位是一个整体，周身的穴位亦在整体中变幻，整体系统如环无端，就像圆运动一样周流不息，故从中又诞生出像五行针灸学等现代针灸的新生力量。

对于穴位治病，古人也有大量相关记载，如《灵枢·九针十二原》曰“五脏有六腑，六腑有十二原，十二原出于四关，……五脏有疾也，应出十二原，……明知其原，睹其应，而知五脏之害矣”；《灵枢·邪气脏腑病形》曰“荥俞治外经，合治内腑”；《难经·六十八难》曰“井主心下满，荥主身热，输主体重节痛，经主喘咳寒热，合主逆气而泄”；《针灸大成·脏腑井荥输经合主治》曰“井之所治，不以五脏六腑，皆主心下满；荥之所治，不以五脏六腑，皆主身热；输之所治，不以五脏六腑，皆主体重节痛；经之所治，不以五脏六腑，皆主喘咳寒热；合之所治，不以五脏六腑，皆主逆气而泄”。以上是古人对穴位功能的记载，将不同穴位按照不同分类法进行归类，可有原穴、背俞穴、募穴、五输穴（井、荥、输、经、合）等，阐述穴位与脏腑相关性，穴位、脏腑与疾病的相关性等，通过刺激穴位，可传入相关脏腑，治疗与穴区和脏腑相关的疾病。每个穴位都有它独特之处，发挥独特的治疗作用与穴位的位置、穴区的大小、穴位的特性以及穴位所在经络走向息息相关。十二经络的走向和五输穴的井、荥、输、经、合走向有什么关系？这个问题值得我们思考。

手三阳经从手走头，手三阴经从胸走手，足三阴经从足走腹，足三阳经从头走足，五输穴的井、荥、输、经、合是从四肢末端开始呈向心性走行、

分布，手三阳经、足三阴经很容易理解，足三阴及手三阳经和五输穴的井、荥、输、经、合循行一致，而手三阴经和足三阳经与五输穴的井、荥、输、经、合循行却相悖，但并不矛盾。因为看似手三阴经和足三阳经与五输穴的井、荥、输、经、合循行相悖，实则不然，这或许与气血的气化、液化、升华等物理现象有关。手三阴经和足三阳经循行到手和头时，手三阴经气血行到手时，气血会产生气化，气血升华到心脏、头面等人体上部；足三阳经气血行到足时，气血同样会产生气化，气血亦可升华到心脏、头面等人体上部，这样才能升发清阳，濡养人体脑窍，这就和五输穴的井、荥、输、经、合循行一致了。同时也可以利用整体观念解释，在圆运动中，各条经脉上的穴位是一个小宇宙，五输穴的井、荥、输、经、合各穴亦分别是一个小宇宙，经脉系统是个大宇宙，它们在同一个宇宙运动体系中，循行当然会遵守同样的规律，都呈现“圆运动”循行。再者，利用五输穴的井、荥、输、经、合的逆向角度去分析，五输穴按照从四肢末端的井、荥、输、经、合的顺序呈向心性循行和分布，或许十二经脉的循行也有向心性分布的趋势，即整体如环无端，周流不息，在气血的量上是呈向心性的，这又涉及到维度的问题，即十二经脉的气血循行在量上、在穴区分布上也有向心性分布的趋势，因心主血脉，肺朝百脉，心主血、肝藏血、脾统血，有类似百川归海之意。经脉有标本、根结、气街、四海，纵横交错、横向分布和纵向溜行，共同调节机体气血阴阳，有同心同德之妙。

穴位的刺法、灸法，既要根据四时、季节更替，又要根据机体的状态灵活取穴，子午流注针法就是其中很好的代表。依据天干地支的更迭、日月星辰的交替、穴位的开阖，再运用五运六气去推举，会产生某年某月某时穴位的最佳状态，此刻气血最旺，脉气最滑利，经气处于最佳状态，故开此穴，治疗疾病最佳，体现穴位与疾病的相关性、疾病与五运六气的相关性，调节人体适应自然，天人合一。刺穴有深浅，根据不同人体层次刺激，反映疾病所在，则刺之速效。如《素问·八正神明论》所言“凡刺之法，必候日月星辰、四时八正之气，气定乃刺之”；“天寒无刺，天温无疑。月生无泻，月满无补，月廓空无治，是谓得时而调之”；《灵枢·顺气一日分为四时》曰“冬刺井荥，必深以留之”；“春气在毫毛，夏气在皮肤，秋气在分肉，冬气在筋骨，刺此病者各以其时”。如若不然，针刺甚则无益反害，如《素问·缪刺

论》曰“针过其日数则脱气，不及日数则气不泻”。刺灸时古人也有讲究，如《灵枢·邪气脏腑病形》曰“刺此者，必中气穴，无中肉节”；《备急千金要方》曰“灸时孔穴不正，无益于事，徒破好肉耳”；《灵枢·九针十二原》曰“刺之而气不至，无问其数，刺之而气至，乃去之”，“为刺之要，气至而有效”。杨继洲主张“宁失其时，勿失其气”。针刺治病要得气，气至则效至，“气至则有效，效之信，若风之吹云，明乎若见苍天”。穴位蕴藏气血，刺激穴位可使穴位中的气血循经感传，即所谓“得气”现象。此外，古人对穴位的刺灸方法早有研究，如《灵枢·官针第七》按皮、脉、肉、筋、骨将穴位的深度分为五层，阐释与肺、心、脾、肝、肾五脏病变相应的刺法，曰“凡刺有五，以应五脏。一曰半刺，半刺者，浅内而疾发针，无针伤肉，如拔毛状，以取皮气，此肺之应也。二曰豹文刺，豹文刺者，左右前后针之，中脉为故，以取经络之血者，此心之应也。三曰关刺，关刺者，直刺左右，尽筋上，以取筋痹，慎无出血，此肝之应也，或曰渊刺，一曰岂刺。四曰合谷刺，合谷刺者，左右鸡足，针于分肉之间，以取肌痹，此脾之应也。五曰输刺，输刺者，直入直出，深内之至骨，以取骨痹，此肾之应也”。

2 穴位本态的现代研究

现代学者认为，穴位本态是一个既抽象、又具体的概念。穴位是多向度的，从不同视角切入会有不同的穴位本态认识，即穴位并不存在唯一的“本态”，早年日本学者认为“本态”相当于“作用机制”，而中国学者更倾向“实质”。对穴位本态的解析可有化学过程、物理过程及信息过程 3 个过程的具体机制及相互作用，还有文献穴位（传统认识和应用模式下的穴位）、临床穴位（应用或经验）、科学穴位（原理）等多个方面阐释^[2-3]。其中较为科学的是朱兵的解释，即“穴位”是机体在病理状态下与相应靶器官（如深部组织或内脏）通过“单元”或“集元”的结构联系发生交互对话（cross-talk），发挥“个性”和/或“共性”效应的体表位域。此外，体表刺激对生物分子、细胞、组织、器官和系统层面彼此之间的相互联系，以及它们在疾病时的变化和治疗过程中的转归；针灸对体表干预从基因到整体器官功能调控的机制等都有待深入研究^[4]。有研究赋予穴位六大基本属性，其一，穴位不单是一个固定孤立的点状分布，而是大小位置在一定条件下可发生变化的区域；其

二，所有穴位均具有刺激神经-内分泌-免疫调节的非特异广谱作用，这反映出穴位“共性”的基础本态特征，体现针灸具有广泛调控和维护人体机能稳态的效应，表现出对许多疾病都有一定的或辅助性治疗作用；其三，穴位具有局部效应，它表现在局部疼痛的变化和局部感觉敏感性及微循环的改变；其四，每个穴位具有固有的生物学属性，它取决于体表-体表、体表-内脏之间的共同节段性神经支配关系，即“单元”穴位（homotopic-acupoint）属性，这种联系构成了穴位“个性”的“特异性”效应基本要素，是临床选穴的重要依据，而临床上一定范围的“宁失其穴，勿失其经”可能也是对这种节段性规律的反馈；其五，穴位-靶器官联系是某些穴位特异性联系的另一个形式，它以各自传入到丘脑和大脑皮层等中枢相互接壤的毗邻脑位域为基础，沟通两者之间（潜在）联系的一种生物学现象，在靶器官病变情况下，以脑功能重组的形式发挥特异性调控作用，“面口合谷收”就是以这种脑可塑性联系为基础的；其六，穴位的“集元”（heterotopic-acupoint）属性与穴位的节段性神经支配关系完全相悖，是广泛分布的一种作用形式（由于“非节段”神经联系远多于“穴位-靶器官”的节段性神经支配关系，穴位也因此众多，故以“集元”概念命名之）^[5]。

“集元”穴在功能上与“单元”穴的效应明显不同或相反，但它仍然是穴位本态的一种重要属性和基本特征。“集元”穴位具有广谱的“共性”效应，“单元”穴位具有固有的特异“个性”和广谱的特异“共性”双重效应，当然不联系到具体的靶器官，就没有“单元”穴位的存在。朱兵在《系统针灸学》中提出，“试图从生物本能的角度，阐述生物进化所禀的特殊结构与体表刺激所赋效应之间的必然联系，探讨与生俱在、具有医学启明星特征的体表刺激疗法的本源，寻索针灸医学维系生命的真谛”^[6]，提出系统针灸学、体表医学、穴位本态等创新学术观点。Boogerd 等^[7]在《系统生物学哲学基础》中指出，系统生物学的前提假设是：系统中存在着待发现的东西，也即生命系统具有的一些功能属性，仅通过分子生物学是不能发现或理解的，因为这些功能属性并不存在于分子本身，系统生物学的研究对象是介于分子与生命之间，它的目标是帮助理解分子系统是怎样有生命的，这也是生物学的终极目标。穴位具有可塑性，穴位可塑性是疾病过程中体表一种以神经源性炎症反应为主的

病理生理学动态改变, 它能同步激活机体自愈系统, 发挥治疗作用。由此可见, 神经源性牵涉性炎症反应是穴位可塑性的动因之一。

穴位还具有静息态、生理态、激活态、病理态以及“敏化”现象, 即穴位是动态的, 可根据穴位所处的不同状态, 发挥穴位不同的功能和作用, 从而指导临床。通过静息态或激活态来实现其“开阖”功能, 当疾病来临时, 穴位的大小、位置、面积, 以及穴位局部生物活性物质会发生相应改变, 从而导致机体自稳态调控的启动和级联反应的开始。在此条件下, 针灸可通过刺激调控机体稳态的方式来治疗疾病^[8]。穴位正是通过正常状态的静息态到疾病状态下的激活态来达到治疗疾病之目的。即穴位的本质不是部位, 而是一种敏化态, 可以是痛敏、热敏、压敏, 甚至是异常的感觉变化, 在体表常会有凹陷、丘疹以及条索状或结节状物等形态特征的表现存在, 当机体发生疾病时, 相关的敏化穴位局部会形成穴位敏化池, 会有神经肽-肥大细胞-致敏物质释放的病理反应过程, 同时使中枢神经激活, 在不同水平、程度发生敏化。陈日新发明了热敏灸, 具有“小刺激大反应”的特点, 即敏化穴位对艾热异常敏感, 在临床应用广泛, 疗效显著^[9]。更加验证了穴位敏化现象是生物进化过程中的“自愈力”或稳态调节的启动开关。热敏灸有 6 种灸态, 即透热、扩热、传热、局部不(微)热远部热、表面不(微)热深部热, 甚至会出现非热觉等奇异现象, 具有以上一种或几种灸态的穴位, 即可称之为热敏穴。热敏灸的经气感传具有高效性, 也强调得气, 强调经气感传, 穴位的敏化和艾灸的温热、灸材的药性、针刺的刺激作用趋应, 共同扶正祛邪, 调和阴阳, 有同气相求之意^[9]。

陈日新根据临床实践, 将不同疾病状态穴位敏化的分布摸索出来, 具有一定的规律性, 显著提高热敏灸的临床效果^[9]。此外, 穴位确实能调节“神经-内分泌-免疫”(NEI)网络, 启动免疫系统, 释放相应的递质和相关因子, 开启相关的通路系统, 发生级联反应, 产生一系列的效应, 形成脑区间痛觉信息回路, 在一定程度上发生针刺麻醉镇痛效应。针刺穴位对感受器、神经元、细胞等在 fMRI 磁共振下显现不同的刺激波形、波幅、波宽, 说明穴位是感受器、神经元、细胞、神经等的凝聚簇, 一旦刺激, 便会发生神经电生理的传导效应, 调节机体自身系统的高效良性循环, 发挥穴位刺激

非特异的广谱效应和相对特异性的双重效应, 从而治疗疾病^[10]。根据磁共振成像, 发现穴位可展现循经特异性, 在循经感传过程中, 会有关节或骨骼的阻断, 为加强经气感传, 可施行针灸接力法, 通过强化针感和灸量来取效。

现代学者在研究中还引入基因组学技术、生物芯片技术、肌电图、脑电图等, 为穴位和经络的研究提供新的思路与方法^[11]。还可以应用现代解剖学、化学示踪、组织学等方法进行穴位特殊结构分析。目前有研究发现, 穴位与神经干或神经束通过的部位有密切联系, 穴区表皮、真皮、皮下筋膜、肌层以及血管组织中均有丰富多样的神经末梢、神经束或神经丛^[12]。有学者通过对 100 个常用穴进行研究, 发现这些穴位大多有神经束通过, 其中一些穴位相当于神经束在皮下导出的部位^[13]。将最常用的 70 个穴位归纳为 3 类, 第一类位于肌肉运动点上, 即肌肉神经最接近皮肤的部位、运动点对电刺激最敏感; 第二类位于躯体中线, 是两侧浅表神经汇聚的焦点; 第三类位于神经丛与浅表神经的分支部位。穴位与神经节段性支配关系密切, 机体以每个神经节段为中心, 发出躯体神经与内脏神经, 使之成为表里相关、内外统一的整体。穴位的配布形式, 在很大程度上与同一神经节段支配相一致。穴位的特异性, 内脏病理生理状态在穴位上的反应, 可能都是以神经节段作为物质基础, 表里二经的循行部位基本上都属于脊髓相同节段, 有的受同一神经支配。另外, 穴位还与自主神经相关, 穴位深层所属的躯体神经在动脉上与交感神经丛吻合, 其中交感干、交-脊联点与内侧线及其俞穴关系密切。经穴不仅是皮肤的“自主神经集中区”, 还与血管、淋巴有关。用连续小切片法观察发现, 经络主线通常是由动脉、静脉、淋巴管及神经干等几种组织所形成, 或由包围着神经干的结缔组织所形成。穴位还与肌肉筋腱相关, 主要体现于十二经筋上, 十二经筋是肌肉系统的一部分, 肌梭是肌肉丰厚部分的穴位感受器, 经络穴位存在结缔组织中。我们认为, 从现代医学角度来看, 穴位是以神经血管为主并与其他组织有一定联系的综合结构。穴位本态是一个大集合, 穴位本态的研究是一项大而细的工程, 需要多学科交叉、各领域通力合作, 实现各学科、各领域的交融交汇发展, 使穴位本态更好地服务医疗。

3 小结

综上所述, 本文从古代和现代的角度对穴位本态进

行分析,并结合自己的认识共同探讨,为穴位本态的研究提供思路,为临床应用穴位本态治疗疾病提供科学依据。穴位本态还需进一步利用大科学、大数据、大网络进行研究,并结合古人思维,体悟穴位本态,方可有所进展。

参考文献

- [1] 王雪苔. 我国针灸学在国内外的概况与展望 [J]. 贵州医药, 1981(5): 5-12.
- [2] 易夫. 生物全息律 [J]. 江西中医药, 1982(8): 60-61.
- [3] 郑娟娟, 沈雪勇, 赵毅, 等. 经络腧穴红外辐射特性研究 [J]. 中国针灸, 2010, 30(10): 831-834.
- [4] 徐斌. 海到天边云作岸, 山登绝顶我为峰: 读朱兵先生新著《系统针灸学》 [J]. 中国针灸, 2015, 35(9): 968-971.
- [5] 徐斌. 本态一词在针灸学中的应用 [J]. 中国针灸, 2015, 35(11): 1192-1193.
- [6] 朱兵. 系统针灸学: 复兴“体表医学” [M]. 北京: 人民卫

生出版社, 2015: 122-123.

- [7] BOOGERD FC, BRUGGEMAN FJ, HOFMEYER JS, et al. 系统生物学哲学基础 [M]. 孙之荣, 译. 北京: 科学出版社, 2008: 4-5.
- [8] 杨炳忻. 香山科学会议第 528 ~ 533 和 S27 次学术讨论会简述 [J]. 中国基础科学, 2016, 12(3): 34-41.
- [9] 陈日新, 陈明人, 康明非, 等. 重视热敏灸感是提高灸疗疗效的关键 [J]. 针刺研究, 2010, 35(4): 311-314.
- [10] 赵敬军. 穴位功能态“经穴-内脏-疾病”特异性联系探析 [J]. 中国中医基础医学杂志, 2015, 21(12): 1555-1557.
- [11] 常剑虹. 经络本态的探索 [J]. 山西医药杂志, 1982, 11(6): 61.
- [12] 刘立安, 王照钦, 付静静, 等. 电针对兔面神经损伤的超微结构影响 [J]. 针刺研究, 2017, 42(5): 423-428.
- [13] 巩昌镇, 陈少宗, 李艳梅, 等. 关元穴 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2012: 241-243.

Exploration of Original State of Acupoints

WANG Qian, BAO Yongxin

(School of Acupuncture & Moxibustion and Tuina, Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Shenyang, 110847)

ABSTRACT The concept, connotation and extension of original state of acupoints, size, location and function of acupoints were elaborated based on ancient literature. According to modern research, the nature, physiological state, pathological state, activation state of acupoints, nonspecific broad spectrum effect by acupoints stimulation, double effect of relative specificity, acupoint's "sensitization" phenomenon, modern anatomy and histology of acupoints were further explained. Systematically elaborating the original state of acupoints provides theoretical support for the research on original state of acupoints, and also provides new idea and methods for clinical application of original state of acupoints in the treatment of disease.

Keywords original state of acupoints; physiological state; pathological state; activation state

(收稿日期: 2017-12-17; 修回日期: 2018-01-20)

编辑: 黄 健

(上接第 727 页)

Toxicity Attenuation of the Compound Prescription of Leigongteng (*Tripterygium Wilfordii* Hook. f.) Based on the Theory of "Heterogeneous Restriction"

ZHOU Xueping¹, FENG Zhe¹, ZHOU Lingling², ZHU Huaxu²

(1. The First Clinical College, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023; 2. School of Pharmacy, Nanjing University of Chinese Medicine)

ABSTRACT Leigongteng [*Tripterygium Wilfordii* Hook. f. (TWHF)], as an effective immunosuppressive agent, is most commonly used in the treatment of various rheumatic immune diseases, but also is one of the herbs with most reported adverse reactions. The author put forward the theory of "heterogeneous restriction" based on the traditional Chinese medicine compatibility principle, which is that the toxicity of toxic herbs can be reduced or removed by regulating and restraining the toxicity through compatibility with Chinese herbs with different properties, flavors and actions. Based on a series of studies on "heterogeneous restriction" theory, the modern biological mechanism of detoxicity effect of the compound prescription of TWHF was explored on the basis of clinical practice, and the scientific connotation of "heterogeneous restriction" theory was deeply interpreted, providing ideas for the clinical safe and rational application of toxic Chinese herbs such as TWHF.

Keywords leigongteng [*Tripterygium Wilfordii* Hook. f. (TWHF)]; compatibility detoxicity; heterogeneous restriction; biological mechanism

(收稿日期: 2017-10-07; 修回日期: 2018-01-29)

编辑: 崔京艳