

· 综述 ·

阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征的静息态功能磁共振数据处理方法研究进展

孙雨美, 李丹阳, 刘婉晴, 张清

【摘要】 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(OSAHS)患者在睡眠期间反复发生上气道阻塞,导致通气不足或呼吸暂停,继而引起夜间间歇性低氧、呼吸紊乱及睡眠碎片化,长期低氧状态会造成大脑多个脑区或网络出现异常。近年来很多学者对脑疾病相关的静息态功能磁共振成像(rs-fMRI)开展了深入研究,从而推动了 rs-fMRI 数据处理方法的不断变革,如局域一致性(ReHo)、低频振幅(ALFF)、种子点相关分析、独立成分分析(ICA)、图论等。本文对不同 rs-fMRI 数据处理方法在 OSAHS 中的应用进行汇总,并分析 OSAHS 患者某些脑区的损害、脑网络功能连接的异常以及治疗前后的改变。

【关键词】 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征; 磁共振成像; 功能磁共振; 静息态; 数据处理方法

【中图分类号】 R562.1; R445.2 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2021)01-0122-06
DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.01.024 **开放科学(资源服务)标识码(OSID):**



阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(obstructive sleep apnea hypopnea syndrome, OSAHS)是一种由于睡眠期间反复发生上呼吸道完全或部分阻塞导致呼吸暂停和/或低通气,从而引起慢性间歇性低氧和睡眠结构紊乱的睡眠性疾病^[1]。OSAHS 发病率较高,成年男性高达 15%^[2],长期的夜间间歇性低氧、呼吸紊乱及睡眠碎片化会造成脑组织的损伤,出现注意力、记忆力、执行能力等的功能障碍^[3]。多种 MRI 技术已经证实 OSAHS 患者大脑存在结构、代谢等方面的改变^[4-7],近年来,MRI 技术不再局限于人脑形态结构上的应用,拓展到脑功能领域。静息态功能磁共振成像(resting-state functional magnetic resonance imaging, rs-fMRI)可以反映大脑血氧水平依赖(blood oxygenation level dependent, BOLD)信号的自发活动,更接近生理状态,具有无创、高时空分辨率、重复性强、易定位等特点。有文献报道^[8], rs-fMRI 数据处理方法是根据功能分化和功能整合的原则研究大脑活动,功能分化主要研究单个静息态功能磁共振信号的特点,其方法包括局域一致性(regional homogeneity, ReHo)、低频振幅(amplitude of low frequency fluctuation, ALFF)等;功能整合则强调多个静息态功能磁共振时间序列信号之间的相互作用,如通过种子点相关分析、独立成分分析(independent component analysis, ICA)等方法。本文旨在对不同 rs-fMRI 数据处理方法在 OSAHS 的应用进行综述。

ReHo 研究

ReHo 由 Zang 等^[9]首先提出,是一种完全针对脑局部活动的分析方法,其理论基础为在特定条件下某功能脑区内的体素与邻近体素存在时间序列上的较高一致性。通过肯德尔和谐系数表示不相邻体素之间时间序列上的一致性,间接反映局部脑区神经元活动的同步性。ReHo 值增高,表明局部脑区神经元活动在时间上趋于同步,反之则表明神经元活动的一致性降低,提示该脑区神经元活动异常,有可能是神经元之间相互联系发生紊乱或神经元本身的病变。该方法对样本分布没有具体要求,对时间噪声和空间噪声的稳定性要求比较高,对局部区域的功能同步性较为敏感,其优势主要是能较好地定位差异的脑区^[10]。

2012 年,张泉等^[11]首次用 ReHo 方法研究中重度 OSAHS 患者,发现 OSAHS 患者 ReHo 值减低的脑区主要包括前额叶、楔前叶及角回等 5 个脑区,提示 OSAHS 患者认知功能损害;而 ReHo 值增高的脑区主要位于感觉运动区,包括右侧小脑半球、中央后回及辅助运动区旁回等 7 个脑区,并证实这些脑区 ReHo 值的改变与日间嗜睡及夜间缺氧程度呈显著相关性。2013 年, Santarnecchi 等^[12]研究发现重度 OSAHS 患者大脑半球的连接平衡整体重排,右侧颞叶、顶叶及额叶 ReHo 值减低,双侧丘脑、躯体感觉/运动区域的 ReHo 值增高,作者推测这可能与 OSAHS 患者夜间反复呼吸暂停引起的不完全睡眠-觉醒转换的代偿性适应有关。Dai 等^[13]对男性重度 OSAHS 患者进行研究,发现 ReHo 值改变的区域主要位于右侧大脑半球,

作者单位: 116001 辽宁, 大连大学附属中山医院放射科
作者简介: 孙雨美(1992-), 女, 河南商丘人, 硕士研究生,
住院医师, 主要从事中枢神经影像诊断工作。
通信作者: 张清, E-mail: zhangqingsmile@163.com

提示男性 OSAHS 患者存在很大的左、右大脑半球分化, 作者认为 ReHo 方法可用于检测 OSAHS 患者大脑的早期功能变化, 但该研究对象为重度 OSAHS 患者, 所以这个结论的可靠性还需进一步论证。陈婷等^[14]研究发现 OSAHS 患者 ReHo 值异常主要位于右侧大脑半球, 说明 OSAHS 患者大脑半球之间的平衡出现重新分配, 且重新分配的脑区主要在右侧, 这与 Peng 等的研究结果相似。2017 年, 穆新暖等^[15]对 OSAHS 患者持续气道正压治疗 (continuous positive airways pressure treatment, CPAP) 治疗前后均进行了研究, 发现治疗前患者的右侧额中回等脑区的 ReHo 值减低, 治疗后右侧颞下回等脑区的 ReHo 值明显增高, 表明 OSAHS 患者经 CPAP 治疗后脑功能异常的区域可部分逆转, 但能否完全恢复还有待研究。

ALFF 研究

2007 年, Zang 等^[16]提出 ALFF 指标, ALFF 是一种反映大脑神经元自发活动强度的数据分析方法, 即通过对全脑体素信号强度的时间序列逐个进行傅里叶变换, 再进行开方得到 BOLD 信号的振幅, 也就是 BOLD 信号变化, 借此反映神经元的自发活动。一般选择 0.01~0.08 Hz 作为研究范围, 此特定频段可以有效消除生理噪声 (如呼吸、心跳等) 的影响。该方法可直接对脑低频振荡活动的幅度进行测量, 反映一段时间内局部脑活动程度, ALFF 值的增减代表了该脑区 BOLD 信号强度的增减。

2012 年, 张泉等^[11]首次采用 ALFF 方法研究中重度 OSAHS 患者, 发现与认知相关的脑区包括双侧前额叶、后扣带回及楔前叶的 ALFF 值减低, 与感觉运动相关的脑区包括右侧海马旁回、中央前后回及左侧辅助运动区等 10 个脑区的 ALFF 值增高, 且发现双侧楔前叶 ALFF 值与爱泼沃斯嗜睡量表 (Epworth Sleepiness Scale, ESS) 评分呈负相关, 提示患者楔前叶功能损害与日间嗜睡程度有关。而陈婷等^[17]研究发现 OSAHS 患者左侧基底节区、左侧岛叶的 ALFF 值与呼吸紊乱指数 (apnea hypopnea index, AHI) 指数、ESS 评分之间呈显著负相关, 提示这两个脑区的损害与 OSAHS 的严重程度及日间嗜睡程度有关, 两者的研究结果有争议, 这可能与两者研究的 OSAHS 患者病情严重程度不同有关。陈婷等研究还发现 OSAHS 患者 ALFF 值异常的脑区与蒙特利尔认知评估量表 (Montreal cognitive assessment scale, MoCA) 评分均无相关性; 但郭安等^[18]对重度 OSAHS 患者进行研究, 发现双侧楔前叶及前扣带回的 ALFF 值与 MoCA 评分之间呈显著正相关, 两者的研究结果完全不同。郭安等的研究被试均为重度 OSAHS 患者, 病情

较重, 认知改变更为明显, 而且既往研究表明双侧楔前叶及前扣带回作为其他脑区之间的连接节点, 其损伤可直接导致多种传导通路中断引起多种认知损伤, 其结果解释更为合理, 因此结论更为可信。Dai 等^[19]研究发现 OSAHS 患者默认网络 (default mode network, DMN) 核心区域的 ALFF 值减低与最低氧饱和度呈显著正相关, 推测间歇性缺氧可能是 OSAHS 大脑 DMN 功能障碍的重要因素, 这与既往一篇任务态相关的研究结果相似^[20]。与以往的研究不同, 李海军等^[21]探讨了 OSAHS 患者在不同频段下低频振幅脑自发活动的特点并分析 ALFF 值差异脑区与临床量表的相关性, 发现 OSAHS 患者 slow-4 频段较 slow-5 频段显示更广泛, ALFF 异常脑区包括右侧角回、顶下小叶、额下回、双侧颞中回及额中回, 提示 OSAHS 患者部分脑区脑自发活动存在频率依赖性, slow-4 频段对检测 OSAHS 患者的脑自发活动更敏感。穆新暖等^[15]对 OSAHS 患者 CPAP 治疗前后进行了研究, 发现治疗后 OSAHS 患者右侧小脑半球、中央前后回、额中回、舌回及左侧颞上回的 ALFF 值较治疗前增高, 证明 OSAHS 患者尽早治疗的必要性。

种子点相关分析研究

种子点相关分析法是研究静息态下大脑功能连接 (Functional connectivity, FC) 最常用、最基本的分析方法, 其根据实验目的, 以感兴趣脑区作为种子点 (一般可通过先验解剖位置或标准脑图谱选定种子点, 其选取非常关键), 计算整个大脑皮质内各个体素与该种子点的时间相关系数, 以其值作为功能连接强度, 根据阈值确定有统计意义的相关体素, 这些体素所在的区域被认为与种子点有功能连接关系。该方法通过研究种子点与剩余全脑之间的功能连接关系, 而显示并探索未知功能连接网络, 为进一步的分析提供基础^[22]。该方法的局限性在于考虑和分析脑区间的直接相关, 而不考虑间接相关; 依赖于事先设定好的感兴趣脑区, 只能探讨感兴趣的区域, 不能同时探查其他区域间的功能连接; 对种子区域的选取依赖性较大, 选择不同的种子点可能会得到不同结果, 导致结果难以解释, 可信度下降^[23]。

Zhang 等^[24]研究发现 OSAHS 患者右前岛叶与 DMN 之间的 FC 明显减弱, 与中央执行网络 (central executive Network, CEN) 之间的 FC 却没有明显改变, 且右侧岛叶与内侧前额叶之间的 FC 异常与 OSAHS 严重程度有关, 与后扣带回之间的 FC 与抑郁、工作记忆密切相关, 而内侧前额叶、后扣带回是 DMN 的核心区域, 这些发现表明 OSAHS 选择性地损害了右侧岛叶与 DMN 之间的 FC。Park 等^[25]研究发现

OSAHS 患者岛叶与显著网络 (salience network, SN)、DMN、感觉运动网络 (sensorimotor network, SMN) 等网络的 FC 异常, 这可能会影响副交感和交感神经相互作用、引起感觉运动整合的异常。刘玉婷等^[26]以后扣带回为种子研究 OSAHS 患者 DMN 的 FC, 发现后扣带回与顶下小叶之间的 FC 减弱, 且与 LMT 延迟记忆有显著正相关, 这可能与认知障碍有关; 另外还发现其与左侧楔前叶之间的 FC 增强且与氧减饱和度指数 (oxygen desaturation index, ODI)、CFT 延迟记忆呈显著正相关, 而楔前叶参与情景图像、自传记忆的检索或整合, 这提示 OSAHS 部分脑区被激活参与情景记忆, 代表自适代偿反应, 而 ODI 可能是启动大脑自适代偿反应的一个重要因素。Song 等^[27]以海马和尾状核为种子点, 发现 OSAHS 患者海马与丘脑、海马旁回等脑区的 FC 受损, 这可能是 OSAHS 抑郁和焦虑情绪的基础; 左右尾状核与双侧额下回、右侧角回的 FC 受损, 可能表明奖赏处理和认知能力不足。辛会珍等^[28]分别以前、后默认网络的核心区域 (内侧前额叶、后扣带回) 为种子点, 发现前 DMN 的 FC 普遍增强, 而后 DMN 的 FC 普遍减弱, 虽然与以往的研究^[29,30]把默认网络当作一紧密结合的整体来考虑不同, 但结果相似, 这说明 OSAHS 前、后默认网络功能连接存在显著差异, 证实了 OSAHS 的 DMN 功能具有不均质性, 这可能为进一步理解 OSAHS 认知功能障碍提供了新思路。相关研究表明, 情绪调节是由右侧前额叶对杏仁核自上而下的抑制作用调节的, 它们之间的 FC 称为“杏仁核-额环”, 在情绪的产生和调节中起着重要作用^[31,32]; 而 Yu 等^[33]以杏仁核为种子点发现右背侧杏仁核和右前额叶之间的 FC 明显减弱, 这提示前额叶对杏仁核的抑制作用减弱, 从而导致负面情绪的增加, 这可能是 OSAHS 患者情绪障碍的潜在原因; 该研究还发现与对照组相比, OSAHS 患者背侧及腹外侧杏仁核与其他脑区之间的 FC 有明显差异, 但内侧杏仁核与其他脑区之间的 FC 没有差异, 提示 OSAHS 选择性地损伤杏仁核的某些亚区, 这可能与杏仁核在该区的功能有关。

ICA 研究

与基于种子点的研究方法不同, ICA 方法不需要先验假设模型, 不需要传统模型驱动, 它是一种由盲源分离技术发展而来的信号处理方法, 其理论基础是静息态下得到的 BOLD 信号的时间序相互独立, 通过计算将原始信号中的各种信号, 包括各功能网络系统信号以及生理、系统噪声在内的多个成分逐个分离并分别提取出来, 定位于解剖结构上, 然后将同一时间序列中具有较高贡献程度的体素集合则构成一个网

络, 如 DMN、SMN 等, 尤其适用于 rs-fMRI 数据的分析^[34,35]。但 ICA 也有其局限性, 如成分个数需要提前确定, 且成分个数的估计会影响独立成分的可靠性^[36]; ICA 的前提是各个脑功能网络的相互独立, 但实际上由于脑网络本身的极端复杂性, 不同来源的信号之间可能存在一定程度的重叠, 导致 ICA 无法对其进行完全的分离等。目前, 使用 ICA 方法对 OSAHS 进行数据处理的报道较少。

2013 年, Zhang 等^[37]首次运用 ICA 的方法确定了 7 个感兴趣的网络, 发现 OSAHS 患者的内侧前额叶、背侧前额叶、左侧中央前回的 FC 减弱, 而右侧后扣带回 FC 增强, 认为 OSAHS 特异性地影响认知和感觉运动相关的脑网络, 而视觉和听觉网络不受影响, 另外, 还发现右背侧前额叶的 FC 强度与 OSAHS 的严重程度呈负相关。Taylor 等^[38]采用 ICA 方法提取 OSAHS 患者的 SN, 并将 SN 内的 FC 与节后肌肉交感神经活性 (muscle sympathetic nerve activity, MSNA) 突发事件 (BI) 行相关性分析, 发现 MSNA BI 与 SN 内的 FC 呈显著正相关, 与 DMN、SMN 内的 FC 之间无关, 这说明 BI 与 SN 内的 FC 之间具有特异性, SN 有交感神经兴奋的作用, 另外, 该研究还发现 MSNA BI 与 OSAHS 患者的 AHI 值存在显著正相关, 但 MSNA BI 能否作为判断 OSAHS 严重程度的指标还有待研究。Dalmases 等^[39]采用 ICA 方法对重度 OSAHS 患者治疗前后进行研究, 发现经 3 个月的 CPAP 治疗, OSAHS 患者 DMN 内部 FC 增强, 且 OSAHS 患者在情景记忆、短期记忆、执行功能及思维灵活度方面有明显改善, 这表明 CPAP 治疗可以改善重度 OSAHS 患者的认知功能障碍及与睡眠有关的生活质量, 尤其是夜间睡眠。

基于“图论 (graph-theoretical)”研究

以上研究方法都强调各脑区的异常, 着重于描述大脑的局部网络, 而目前越来越倾向于运用复杂网络来研究全脑网络的改变。2005 年 Salvador 等^[40]首次运用 rs-fMRI 构建了功能性脑网络模型。一个大脑网络可以用图形表示, 称为“大脑图”, 由节点 (大脑区域) 和边 (节点之间的连通性) 组成。该网络具有“小世界”网络属性^[41], 在信息处理和传递过程中具有相对较高的局部效率与全局效率, 反映脑网络在信息处理和传递过程中的高效性, 为研究大脑信息处理打开了新局面。

2016 年, Park 等^[42]首次运用图论的方法研究 OSAHS 患者全脑 FC 与网络拓扑特性是如何相互影响的, 发现 OSAHS 患者存在全脑广泛的 FC 异常, 整个大脑网络显示出明显较低的整合效率, 且在 FC 异

常的脑区,功能整合和专业化特征的区域拓扑性质降低,所以作者认为 OSAHS 中 FC 的异常进一步导致拓扑特性受到破坏,尤其是大脑网络组织的整合功能。2018 年,Chen 等^[43]运用图论的分析方法研究 OSAHS 患者 DMN 拓扑属性的异常改变,发现 OSAHS 与对照组的 DMN 均符合小世界属性,但是 DMN 的局部效率(Eloc)减低,这说明 OSAHS 患者的 DMN 仍具有信息传递高效性和低耗能性的特点,但 DMN 信息处理效率、容错能力下降,这与该团队既往研究基于全脑网络拓扑属性的结果基本一致^[44];另外,该研究证实 OSAHS 患者 DMN 的网络全局效率(Eglob)与最低 SaO₂ 呈负相关,这说明慢性间歇性缺氧是影响 OSAHS 患者 Eglob 的重要因素。Chen 等^[45]在另一项研究中发现 OSAHS 患者 DMN、SN、CEN 等网络符合小世界属性,但小世界指数(σ)、归一化聚类系数(γ)及 Eglob 减低,而归一化路径长度、最短路径长度(Lp)增加,且这些网络内出现异常的网络节点;该研究还发现在这三个网络之间存在异常的 FC,这些异常的 FC 与全局网络指标(σ 、 γ)呈显著正相关,该研究结果表明 OSAHS 患者的脑网络整合和分离功能受损。

其他研究

基于体素水平的度中心性(degree centrality, DC)是将某个节点(脑区)作为中心点,使各节点(脑区)有机地连接起来,形成一个完整的脑网络,反映该节点(脑区)在脑网络内的拓扑属性,是描述网络节点重要性的度量指标。一个节点的节点度越大就意味着这个节点的度中心性越高,该节点在网络中就越重要。该方法使脑网络连接更完整、快捷,更加有效地利用信息资源,从而更好地体现大脑功能的改变^[46,47]。目前仅有 Li 等^[48]采用此方法研究重度 OSAHS 患者,发现 DC 值减低的脑区主要分布在默认网络及枕中回,这与 OSAHS 患者的记忆认知、执行控制、注意力等方面的障碍有关,而 DC 值增高的脑区主要分布于豆状核及壳核,说明这些区域与其他脑区的功能连接数量增多,中心地位和重要性较正常状况下增强,反映了 OSAHS 患者大脑为维持相对正常脑功能的代偿机制。DC 方法为研究 OSAHS 患者脑功能改变提供了一种新的方法。

基于体素镜像同伦连接(Voxel-mirrored homotopic connectivity, VMHC)是一种分析两侧大脑半球同步活动的 rs-fMRI 数据处理方法,即分析一侧大脑半球每个体素与其等位体素(另一侧大脑半球)之间的时间序列相关^[49]。VMHC 是大脑内在功能架构的重要特征之一,反映两侧大脑半球之间信息通信的模式,

这对于大脑信息整合功能是极其重要的^[50]。2018 年, Liu 等^[51]首次应用此方法分析 OSAHS 患者两侧大脑半球 FC 的改变,发现 OSAHS 患者两侧距状回、两侧楔前叶的 VMHC 增强,且 VMHC 强度与 AHI 呈显著正相关,但与 ODI、MMSE、ESS 之间无相关性,距状回、楔前叶是大脑 VN、DMN 的重要脑区,作者推测其 VMHC 的增加是由于自身的代偿机制以维持大脑正常活动。

综上所述,rs-fMRI 为探索 OSASH 患者大脑内部活动提供了丰富的信息,处理分析这些信息的方法层出不穷,从不同的角度揭示 OSAHS 患者脑功能的变化。ReHo、ALFF 反映的是大脑局部脑区功能的异常,基于种子点、ICA 的方法则注重各感兴趣区、各网络之间的大脑 FC 的改变,这些都强调各脑区功能的定位,着重于描述大脑的局部网络;而基于图论的方法主要是基于全脑复杂网络研究从单个神经元到大脑脑区等不同的空间尺度上神经网络的改变。静态数据处理方法的不断更新与完善必将推动人们进一步揭示 OSAHS 患者脑功能的改变。

参考文献:

- [1] Davies CR, Harrington JJ. Impact of obstructive sleep apnea on neurocognitive function and impact of continuous positive air pressure[J]. Sleep Med Clin, 2016, 11(3): 287-298.
- [2] Jonas DE, Amick HR, Feltner C, et al. Screening for obstructive sleep apnea in adults: an evidence review for the U.S. preventive services task force[J]. JAMA, 2017, 317(4): 415-433.
- [3] Olaithe M, Bucks RS, Hillman DR, et al. Cognitive deficits in obstructive sleep apnea: insights from a meta-review and comparison with deficits observed in COPD, insomnia, and sleep deprivation [J]. Sleep Med Rev, 2018, 38(3): 39-49.
- [4] Shi Y, Chen L, Chen T, et al. A Meta-analysis of voxel-based brain morphometry studies in obstructive sleep apnea[J/OL]. Sci Rep, 2017, 7(1): 10095.
- [5] Macey PM, Kumar R, Woo MA, et al. Brain structural changes in obstructive sleep apnea[J]. Sleep, 2008, 31(7): 967-977.
- [6] Bartlett DJ, Rae C, Thompson CH, et al. Hippocampal area metabolites relate to severity and cognitive function in obstructive sleep apnea[J]. Sleep Med, 2004, 5(6): 593-596.
- [7] 曹传龙, 刘婉晴, 张清. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征的脑灰质结构 MRI 研究进展[J]. 放射学实践, 2019, 34(4): 125-130.
- [8] 刘慧华, 郑金瓯. 静态功能磁共振方法学的研究进展[J]. 医学综述, 2016, 22(1): 142-146.
- [9] Zang Y, Jiang T, Lu Y, et al. Regional homogeneity approach to fMRI data analysis[J]. Neuroimage, 2004, 22(1): 394-400.
- [10] 李建, 蒋绍伟, 王雪梅, 等. 基于局部一致性的脑静息功能模式偏侧化研究[J]. 磁共振成像, 2011, 2(2): 108-111.
- [11] 张泉. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征的静态脑功能磁共振成像研究[D]. 天津: 天津医科大学, 2012.
- [12] Santarnecchi E, Sicilia I, Richiardi J, et al. Altered cortical and subcortical local coherence in obstructive sleep apnea: a function-

- al magnetic resonance imaging study[J]. *J Sleep Res*, 2013, 22(3):337-347.
- [13] Dai XJ, Peng DC, Gong HH, et al. Altered intrinsic regional brain activity in male patients with severe obstructive sleep apnea: a resting-state functional magnetic resonance imaging study[J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2014, 19(10):1819-1826.
 - [14] 陈婷, 杨明, 刘斌, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患者脑功能局部一致性磁共振观察[J]. *中华医学杂志*, 2016, 96(11):868-873.
 - [15] 穆新暖, 王滨, 王晓芝, 等. 呼吸睡眠暂停低通气患者脑功能的功能性 MRI 诊断[J]. *放射学实践*, 2017, 32(1):16-20.
 - [16] Zang YF, He Y, Zhu CZ, et al. Altered baseline brain activity in children with ADHD revealed by resting-state functional MRI[J]. *Brain Dev*, 2007, 29(2):83-91.
 - [17] 陈婷. 基于数据驱动的方法评估阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患者的脑改变[D]. 南京: 东南大学, 2016.
 - [18] 郭安. 基于 ALFF 的 OSAHS 患者脑功能变化及临床相关研究[D]. 新疆: 新疆医科大学, 2017.
 - [19] Dai XJ, Hai JL, Hong HG, et al. Aberrant spontaneous low-frequency brain activity in male patients with severe obstructive sleep apnea revealed by resting-state functional MRI[J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2015, 23(1):207-214.
 - [20] Prilipko O, Huynh N, Schwartz S, et al. Task positive and default mode networks during a parametric working memory task in obstructive sleep apnea patients and healthy controls[J]. *Sleep*, 2011, 34(3):293-301.
 - [21] 李海军, 彭德昌, 龚洪翰, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停综合征患者频率依赖的低频振幅的静息态功能磁共振研究[J]. *临床放射学杂志*, 2016, 35(3):323-327.
 - [22] Golestani AM, Goodyear BG. Regions of interest for resting-state fMRI analysis determined by inter-voxel cross-correlation[J]. *Neuroimage*, 2011, 56(1):246-251.
 - [23] Kang J, Wang L, Yan C, et al. Characterizing dynamic functional connectivity in the resting brain using variable parameter regression and Kalman filtering approaches[J]. *Neuroimage*, 2011, 56(3):1222-1234.
 - [24] Zhang Q, Qin W, He XX, et al. Functional disconnection of the right anterior insula in obstructive sleep apnea[J]. *Sleep Med*, 2015, 16(9):1062-1070.
 - [25] Park B, Palomares JA, Woo MA, et al. Aberrant insular functional Network integrity in patients with obstructive sleep apnea[J]. *Sleep*, 2016, 39(5):989-1000.
 - [26] 刘玉婷. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患者脑功能连接的磁共振研究[D]. 南京: 东南大学, 2017.
 - [27] Song X, Roy B, Kang DW, et al. Altered resting-state hippocampal and caudate functional networks in patients with obstructive sleep apnea[J]. *Brain Behav*, 2018, 8(6):e00994.
 - [28] 辛会珍, 彭德昌, 陈立婷, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停患者前、后默认网络功能连接分离的研究[J]. *临床放射学杂志*, 2019, 38(8):1371-1375.
 - [29] Li HJ, Nie X, Gong HH, et al. Abnormal resting-state functional connectivity within the default mode network subregions in male patients with obstructive sleep apnea[J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2016, 19(12):203-212.
 - [30] 陈立婷, 彭德昌, 李健, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停患者默认网络功能连接及拓扑属性异常[J]. *中国医学影像技术*, 2018, 34(8):1153-1158.
 - [31] Banks SJ, Eddy KT, Angstadt M, et al. Amygdala frontal connectivity during emotion regulation[J]. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 2007, 2(4):303-312.
 - [32] Kohn N, Eickhoff SB, Scheller M, et al. Neural network of cognitive emotion regulation-An ALE meta-analysis and MACM analysis[J]. *NeuroImage*, 2014, 87(15):345-355.
 - [33] Yu H, Chen L, Li H, et al. Abnormal resting-state functional connectivity of amygdala subregions in patients with obstructive sleep apnea[J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2019, 17(15):977-987.
 - [34] De Ven VV, Formisano E, Prvulovic D, et al. Functional connectivity as revealed by spatial independent component analysis of fMRI measurements during rest[J]. *Hum Brain Mapp*, 2004, 22(3):165-178.
 - [35] Varoquaux G, Sadaghiani S, Pinel P, et al. A group model for stable multi-subject ICA on fMRI datasets[J]. *Neuroimage*, 2010, 51(1):288-299.
 - [36] Chang C, Glover GH. Time-frequency dynamics of resting-state brain connectivity measured with fMRI[J]. *Neuroimage*, 2010, 50(1):81-98.
 - [37] Zhang Q, Wang D, Qin W, et al. Altered resting-state brain activity in obstructive sleep apnea[J]. *Sleep*, 2013, 36(5):651-659.
 - [38] Taylor KS, Kucyi A, Millar PJ, et al. Association between resting state brain functional connectivity and muscle sympathetic burst incidence[J]. *J Neurophysiol*, 2016, 115(2):662-673.
 - [39] Dalmases M, Solé-Padullés, Torres M, et al. Effect of CPAP on cognition, brain function and structure among elderly patients with obstructive sleep apnea: a randomized pilot study[J]. *Chest*, 2015, 148(5):1214-1223.
 - [40] Salvador R, Suckling J, Coleman MR, et al. Neurophysiological architecture of functional magnetic resonance images of human brain[J]. *Cereb Cortex*, 2005, 15(9):1332-1342.
 - [41] Sporns O, Zwi JD. The small world of the cerebral cortex[J]. *Neuroinformatics*, 2004, 2(2):145-162.
 - [42] Park B, Palomares JA, Woo MA, et al. Disrupted functional brain network organization in patients with obstructive sleep apnea[J]. *Brain Behav*, 2016, 6(3):441.
 - [43] Chen LT, Fan XL, Li HJ, et al. Topological reorganization of the default mode Network in severe male obstructive sleep apnea[J]. *Front Neurol*, 2018, 13(9):363.
 - [44] Chen LT, Fan XL, Li HJ, et al. Disrupted small-world brain functional network topology in male patients with severe obstructive sleep apnea revealed by resting-state fMRI[J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2017, 13(8):1471-1482.
 - [45] Chen LT, Fan XL, Li HJ, et al. Aberrant brain functional connectome in patients with obstructive sleep apnea[J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2018, 18(14):1059-1070.
 - [46] Zuo XN, Ehmke R, Mennes M, et al. Network centrality in the human functional connectome[J]. *Cereb Cortex*, 2012, 22(8):1862-1875.
 - [47] Buckner RL, Sepulcre J, Talukdar T, et al. Cortical hubs revealed by intrinsic functional connectivity: mapping, assessment of stability, and relation to Alzheimer's disease[J]. *J Neurosci*, 2009, 29(6):1860-1873.

- [48] Li H, Lan L, Yi S, et al. Abnormal intrinsic functional hubs in severe male obstructive sleep apnea: evidence from a voxel-wise degree centrality analysis[J]. Plos One, 2016, 11(10): e0164031.
- [49] Zuo XN, Kelly C, Di MA, et al. Growing together and growing apart: regional and sex differences in the lifespan developmental trajectories of functional homotopy[J]. J Neurosci, 2010, 30(45): 15034-15043.
- [50] Stark DE, Margulies DS, Shehzad ZE, et al. Regional variation in interhemispheric coordination of intrinsic hemodynamic fluctuations[J]. J Neurosci, 2008, 28(51): 13754-13764.
- [51] Liu YT, Zhang HX, Li HJ, et al. Aberrant interhemispheric connectivity in obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome[J]. Front Neurol, 2018, 8(9): 314.

(收稿日期: 2019-10-25 修回日期: 2020-02-25)



《中文核心期刊要目总览》入编通知

《放射学实践》主编:

我们谨此郑重通知: 依据文献计量学的原理和方法, 经研究人员对相关文献的检索、统计和分析, 以及学科专家评审, 贵刊《放射学实践》入编《中文核心期刊要目总览》2017年版(即第8版)之“特种医学”类的核心期刊。该书由北京大学出版社出版。书中按《中国图书馆分类法》的学科体系, 列出了78个学科的核心期刊表, 并逐一为核心期刊进行了著录。著录项目包括: 题名、并列题名、主办单位、创刊时间、出版周期、学科分类号、ISSN号、CN号、邮发代号、编辑部地址、邮政编码、电话、网址、电子邮箱、内容简介等。

评选核心期刊的工作, 是运用科学方法对各种刊物在一定时期内所刊载论文的学术水平和学术影响力进行综合评价的一种科研活动, 研究工作量浩大。北京地区十几所高校图书馆、中国科学院文献情报中心、重庆维普资讯有限公司、中国人民大学书报资料中心、中国学术期刊(光盘版)电子杂志社、中国科学技术信息研究所、北京万方数据股份有限公司、国家图书馆、中国社会科学院评价研究院等相关单位的百余名专家和期刊工作者参加了研究。

项目组对核心期刊的评价理论、评价方法等问题进行了深入研究, 进一步改进了核心期刊评价方法, 使之更趋科学合理, 力求使评价结果符合客观实际。对于核心期刊的评价仍采用定量评价和定性评审相结合的方法。定量评价指标体系采用了被引量(全文、摘要)、被摘率(全文、摘要)、被引量、他引量(期刊、博士论文、会议)、影响因子、他引影响因子、5年影响因子、5年他引影响因子、特征因子、论文影响分值、论文被引指数、互引指数、获奖或被重要检索工具收录、基金论文比(国家级、省部级)、Web下载量、Web下载率16个评价指标, 选作评价指标统计源的数据库及文摘刊物达49种, 统计到的文献数量共计93亿余篇次, 涉及期刊13953种。参加核心期刊评审的学科专家近8千位。经过定量筛选和专家定性评审, 从我国正在出版的中文期刊中评选出1981种核心期刊。

需要特别指出的是, 该研究成果只是一种参考工具书, 主要是为图书情报界、出版界等需要对期刊进行评价的用户提供参考, 例如为各图书情报部门的中文期刊采购和读者导读服务提供参考帮助等, 不应作为评价标准。谨此说明。

顺颂
撰安

《中文核心期刊要目总览》2017年版编委会

代章:

2018年9月

