

论 著

基于ALE的面肌痉挛功能和结构异常脑区的Meta分析*

郎 栩 李 兵 李泓箭
周慧玲 孙白瑾涛 杨汉丰*

川北医学院附属医院放射科

(四川 南充 637002)

【摘要】目的 通过荟萃分析探讨原发性面肌痉挛(hemifacial spasm, HFS)患者脑功能和结构的改变特点, 进一步了解HFS的病理生理机制。**方法** 收集2023年4月之前发表在相关数据库中关于HFS患者静息态功能磁共振成像(rest-state functional Magnetic resonance imaging, Rs-fMRI)和基于体素的形态学分析方法(voxel-based morphometry, VBM)的所有文章。根据纳入和排除标准筛选后, 采用激活似然估计(activation likelihood estimation, ALE)方法进行meta分析。**结果** 共纳入7篇文献、10项研究(原发性面肌痉挛患者315例, 健康受试者315名), 对低频振荡幅度(amplitude of low frequency fluctuation, ALFF)、低频振荡分数(Fractional amplitude of low-frequency fluctuation, fALFF)及局部一致性(regional homogeneity, ReHo)等Rs-fMRI指标进行功能分析。ALE-meta结果显示, 相对于健康受试者, HFS患者的自发性脑功能活动在中央前回、后扣带回、脑桥及小脑显著升高, 而在额中回及颞上回降低。将所有基于VBM的HFS患者灰质改变的文献进行结构分析, 结果显示, 相对于健康受试者, HFS患者的海马旁回、丘脑体积显著减小。**结论** HFS患者存在脑功能和结构的改变, 主要表现为中央前回、脑桥、小脑和后扣带回脑区自发性脑功能活动的异常, 以及突显网络结构的异常, 初步阐明了HFS患者静息态脑功能活动及结构改变的规律及特征。

【关键词】 面肌痉挛; 静息态功能磁共振成像; 形态学; Meta分析

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

【基金项目】 教育部产学合作协同育人项目 (22097112074016)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.10.007

Meta-analysis of Brain Regions with Functional and Structural Abnormalities in Hemifacial Spasm Based on ALE*

LANG Xu, LI Bing, LI Hong-Jian, ZHOU Hui-ling, SUN Bai Jin-tao, YANG Han-feng*

Department of Radiology, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637002, Sichuan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the characteristics of brain function and structure in patients with primary hemifacial spasm by meta-analysis, and to further understand the pathophysiological mechanism of HFS. **Methods** All articles published before April 2023 in relevant databases on resting-state functional magnetic resonance imaging and voxel-based morphological analysis methods in patients with HFS were collected. Studies were included according to the inclusion and exclusion criteria, and Meta-analysis was performed using activation likelihood estimation (ALE). **Results** A total of 7 articles and 10 studies (315 patients with primary hemifacial spasm and 315 healthy subjects) were included. Multiple indicators of spontaneous brain activity, including ALFF, fALFF and ReHo, were combined for functional analysis. ALE Meta-analysis results showed that the spontaneous brain activity of patients with HFS was significantly increased in the precentral gyrus, posterior cingulate gyrus, pons and cerebellum, and significantly decreased in the middle frontal gyrus and superior temporal gyrus. The VBM was subjected to structural analysis, and the results showed that the parahippocampal gyrus and thalamus volumes were significantly reduced relative to healthy subjects. **Conclusion** Patients with HFS have changes in brain function and structure, mainly manifested as abnormal spontaneous brain activity in the precentral gyrus, pons, cerebellum and posterior cingulate gyrus, as well as abnormal salience network structure. The rules and characteristics of resting-state brain functional activity and structural changes in patients with HFS have been preliminaries elucidated.

Keywords: Hemifacial Spasm; Rest-state Functional Magnetic Resonance Imaging; Voxel-based Morphometry; Meta-analysis

面肌痉挛(hemifacial spasm, HFS)是一种临床上较为常见的以面部肌肉不自主痉挛为特征的面神经相关性疾病, 根据病因分为原发性和继发性, 在临床上以原发性面肌痉挛为主^[1-2]。面肌痉挛患者面部不自主的抽搐发作与伴随而来的认知、情绪障碍之间相互作用并产生恶性循环, 严重影响患者生活质量^[3]。目前患病群体整体呈现年轻化趋势, 受到了社会的广泛关注^[4], 其背后的病理生理机制也引起了研究者的关注。

原发性HFS通常是由血管压迫面神经造成的^[5], 其发病机制主要有中枢学说和周围学说两种假说, 但目前仍存在一定争议^[6]。最近, 一些学者试图利用静息态功能磁共振成像(Rs-fMRI)和基于体素的形态学分析方法(VBM)来进一步阐明面肌痉挛的发病机制。Rs-fMRI主要研究人脑在静息状态时血氧水平依赖信号的自发活动, 该成像技术操作相对简单, 受众范围广, 而且人脑静息代谢量远远高于任务态, 因此Rs-fMRI可能比任务态更能反映大脑的功能^[7]。基于体素的形态学分析方法是一种独立的以体素为基础的形态测量分析方法, 能细微显示脑组织结构的变化^[8]。这两种方法在探究功能和结构异常的脑区方面起着重要作用。

尽管越来越多的研究者使用Rs-fMRI和VBM来研究 HFS患者静息态自发脑功能活动和脑结构的改变^[9-15], 但由于各研究样本量大小、神经活动水平和所使用的成像参数的不同, 研究结果也有所差异。因此, 本研究结合已报道的面肌痉挛患者功能和结构变化的文献分别对它们进行激活似然估计(ALE)meta分析, 了解其改变特点, 以进一步阐明面肌痉挛涉及的病理生理机制。

1 资料与方法

1.1 检索策略与纳入排除标准 系统检索 PubMed、Embase、The Cochrane Library、web of science、CNKI及万方 数据库中发表于 2023 年 4 月之前关于HFS患者静息态功能磁共振成像(rest-state functional Magnetic resonance imaging, Rs-fMRI)和基于体素的形态学分析方法(voxel-based morphometry, VBM)的相关文献, 检索策略英文关键词为: Hemifacial spasm、HFS、ALFF、amplitude of low frequency fluctuation、ReHo、Regional homogeneity、functional magnetic resonance imaging、fMRI、resting state、VBM 和voxel-based morphometry, 中文关键词为: “面肌痉挛”、“功能磁共振”和“形态学”。

纳入标准包括: HFS患者与 HC 受试者的对比研究; 包含样本量和疾病状况的信息; 报告激活区的空间中的峰坐标(使用 Talarach 或 MNI 空间坐标系)。使用的阈值已进行显著性校正, 或使用未校正的特殊区段的阈值。排除标准包括: 研究仅使用感兴趣区(ROI)方法或基于种子体素的分析方法; 研究结果不显著的文章; HFS患者接受过肉毒杆菌治

【第一作者】郎 栩, 女, 住院医师, 主要研究方向: 神经影像。E-mail: 2680316959@qq.com

【通讯作者】杨汉丰, 男, 主任医师, 主要研究方向: 神经影像。E-mail: yhfctjr@qq.com

疗；基于任务/刺激的fMRI应用论文；少于5名HFS患者的研究。

1.2 文献质量评价与资料提取 由两名专业研究人员(从业经验5年以上)独立审阅论文,选用 Newcastle-Ottawa Scale 量表^[16]对符合纳入标准的文献进行质量评分,包括临床资料、人口学资料及影像方法三个方面。该量表总分为9分,若评分>6分则纳入文献,若两位研究人员的评分结果有差异,则由另一名高年资研究人员(从业经验10年)进行判定。对于纳入的文献,首先提取其基本信息,包括第一作者、分析方法、样本量、年龄、病程长短以及痉挛严重程度等。然后,提取每篇文献报道的各种分析方法的值有差异脑区的峰值坐标,进行下一步的 ALE 数据分析。

1.3 主要 Meta 分析 使用 Ginger ALE 版本 3.0.6 (<http://brainmap.org/ale>)分析 HFS 患者相对于健康受试者脑功能和结构的改变。为了执行激活似然估计(ALE)元分析,所有坐标都在 MNI(Montreal Neurological Institute)空间的坐标上使用。本实验中,利用icbm2tal函数将不在MNI坐标中表示的焦点坐标转换为MNI空间^[17]。ALE分析方法通过对纳入文献的相关坐标进行三维高斯函数平滑和排列检验,达到定位异常脑区的目的。本文采用的保守阈值为 $P<0.001$,最小聚类大小为 200mm^3 ,以控制关于报道病灶的发表偏倚^[18]。所有的数值统计数据使用IBM SPSS Statistics version 25 (IBM Corp.发布于2013年)进行分析。最后使用 Mango 软件(<http://ric.uthscsa.edu/mango/index.html>) 在 MNI 标准空间模板(ch2.nii)中显示具有显著差异的皮层簇。

2 结果

2.1 纳入 Meta 分析文献 共检索到131篇文献,7篇符合纳入标准,其中英文文献 4篇、中文文献3 篇。文献检索流程见图1。所选文献的参考文献中未发现其他可纳入文献。文献筛选流程及结果见图1。研究中使用多种静息态MRI分析方法,如ALFF、fALFF和ReHo。作为Rs-MRI的主要参数,ALFF关注信号低频振幅的强度,fALFF在其基础上,提高了敏感性和特异性,而参数ReHo值则主要反映脑神经自发活动的局部一致性^[9]。文献^[9]使用 fALFF 和 ReHo 方法进行分析,依据研究方法不同拆分为2项独立研究;文献^[13]使用 ALFF和 ReHo 方法进行分析,依据研究方法不同拆分为 2 项独立研究;文献^[14]使用 VBM和ReHo方法进行分析,依据研究方法不同拆分为 2 项独立研究;最终7篇文献^[9-15](10 项研究)纳入 Meta分析,共计315例 HFS患者和315例 HC受试者。纳入文献基本信息见表1。

2.2 Meta 分析结果 纳入的关于功能变化的文献包括215名面肌痉挛患者(平均年龄52.2岁)和227名健康对照(平均年龄50.3岁)。ALE分析结果显示,HFS患者对比健康受试者自发性脑活动升高的脑区有左侧中央前回、后扣带回、右侧小脑及脑干,降低的脑区有左侧额中回、右侧颞上回(表2、图2)。纳入的关于结构变化的文献包括100名面肌痉挛患者(平均年龄50.2岁)和88名健康对照(平均年龄49.9岁)。HFS患者对比健康受试者VBM减小的显著脑区有双侧海马旁回、右侧丘脑(表2、图3)。痉挛组与对照组在平均年龄上的($P>0.05$)差异无统计学意义。所有受试者MR图像均使用GE Signa HDxt 3.0T扫描仪采集。

表1 纳入文献的基本信息

作者	发表年	分析方法	受试者		年龄(岁)		痉挛程度	病程(年)
			HFS	HC	HFS	HC		
Tu ^[11]	2015	ReHo	30	33	49.7 ± 8.0	49.7 ± 8.0	2.80 ± 0.80	6.8 ± 4.2
Luo ^[9]	2020	ReHo	27	30	49.7 ± 11.6	50.3 ± 10.9	2.93 ± 0.73	3.5 ± 3.7
Luo ^[9]	2020	fALFF	27	30	49.7 ± 11.6	50.3 ± 10.9	2.93 ± 0.73	3.5 ± 3.7
Tu ^[10]	2016	VBM	42	30	48.6 ± 7.9	50.8 ± 7.7	2.70 ± 0.80	6.6 ± 5.4
Bao ^[12]	2015	VBM	25	25	48.4 ± 12.3	49.1 ± 12.4	2.88 ± 0.78	3.3 ± 3.6
Lu ^[14]	2018	ReHo	33	3	53.6 ± 12.4	49.7 ± 11.2	2.88 ± 0.78	3.6 ± 5.7
Lu ^[14]	2018	VBM	33	33	53.6 ± 12.4	49.7 ± 11.2	2.88 ± 0.78	3.6 ± 5.7
Zhang ^[13]	2017	ALFF	34	34	53.9 ± 12.6	50.0 ± 11.1	2.61 ± 0.83	3.3 ± 5.8
Zhang ^[13]	2017	ReHo	34	34	53.9 ± 12.6	50.0 ± 11.1	2.61 ± 0.83	3.3 ± 5.8
Wei ^[15]	2015	ReHo	30	33	49.7 ± 8.0	50.9 ± 7.4	2.46 ± 0.56	6.8 ± 4.2

表2 HFS患者相对健康对照功能和结构异常的脑区

脑区	Brodmann 分区	峰值体素的MNI坐标(X,Y,Z)	簇体积 (mm ³)	极值	MRI 技术
左侧中央前回	4	-42,-9,57	768	0.017	fMRI
左侧后扣带回	31	2,-48,33	1144	0.016	fMRI
右侧脑桥	NA	12,-27,-39	768	0.017	fMRI
左侧小脑	NA	6,-48,-56	688	0.017	fMRI
左侧额中回	10	-30,51,3	768	0.017	fMRI
右侧颞上回	22	66,-51,15	464	0.017	fMRI
左侧海马旁回	34	-22,2,-18	344	0.008	VBM
右侧海马旁回	34	22,0,-18	248	0.008	VBM
右侧丘脑	NA	24,-30,-1	240	0.008	VBM

注：坐标使用蒙特利尔研究所坐标(MNI), 显示脑区 $P<0.001$, 最小聚类大小 200mm^3 。

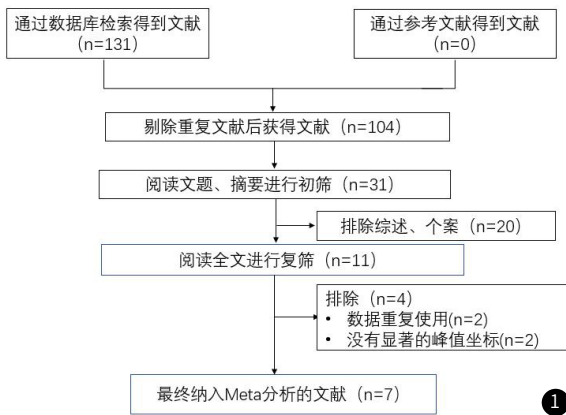
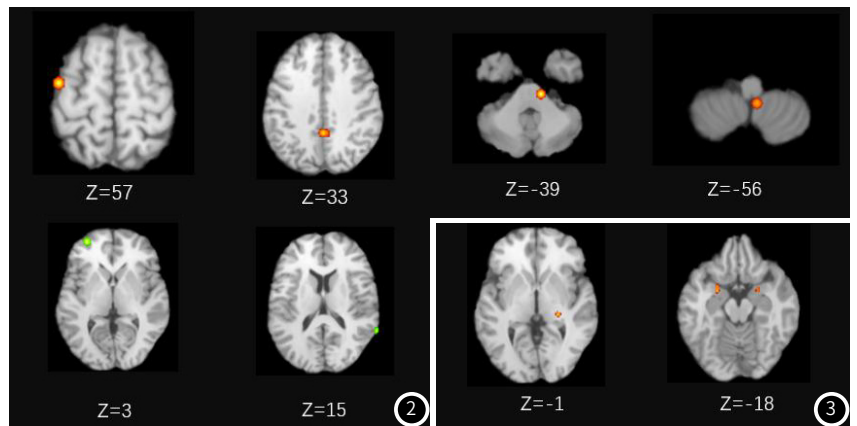


图1 文献筛选流程及结果。具体包括: PubMed (n=26)、Embase (n=21)、The Cochrane Library (n=0)、web of science (n=19)、中国知网 (n=28)、万方 (n=37)。
图2 红色区域为HFS患者相较于正常人自发性脑功能活动升高的脑区, 绿色区域为HFS患者相较于正常人自发性脑功能活动降低的脑区。
图3 红色区域为HFS患者相较于正常人VBM减少的脑区。



3 讨论

本文引入 ALE-meta分析方法整合脑功能及结构激活图, 以进一步研究脑功能和结构的一系列变化, 对HFS的RS-MRI进行功能分析, 结果表明, 相对于健康受试者, HFS患者主要存在中央前回、脑桥、小脑和后扣带回脑区自发性脑功能的异常。对HFS进行VBM结构分析, 结果显示, HFS患者对比健康受试者VBM减小的显著脑区有双侧海马旁回、右侧丘脑。

本研究的静息态脑功能meta分析结果发现HFS患者存在中央前回自发性脑活动显著增高。中央前回中的初级运动皮层(M1)是运动功能的高级中枢之一, 其最终发出的面神经支配除咀嚼肌和提上睑肌以外的面部肌肉运动^[19]。本文推测, 面肌痉挛作为一种肌张力障碍疾病, 患者面部肌肉过度收缩和不随意运动可能是初级运动皮层(M1)的运动调控作用受损导致的。多项研究结果表明面肌痉挛及其他肌张力疾病与M1的功能异常密切相关^[20-22]。这些研究进一步证实我们的推测: 中央前回是HFS病理生理学的关键皮层区域。

其次, 本研究结果还发现HFS患者自发性脑活动在右侧脑桥也显著升高, 而发出面神经纤维的面神经核正位于桥脑处。侧方扩散反应(lateral spread response, LSR)是HFS的重要监测工具^[23], 用来检测面神经及面神经核的兴奋性, 有研究表明, 在大多数面肌痉挛患者中, LSR的发生率约为87%^[24], 这说明了面肌痉挛患者面神经核的高兴奋性。结合本文脑桥的功能异常, 可推测面肌痉挛的发病机制与脑桥中面神经核的功能异常密切相关。

本研究表明小脑的异常在面肌痉挛的病理中至关重要。首先, 小脑功能的改变, 可能与小脑在运动皮层抑制方面的功能受损有关。其次, 小脑作为感觉器官, 通过脊髓小脑通路接受广泛的体感输入, 小脑的功能变化可能是由于面肌痉挛引起的感觉输入增加导致的, 进而引起运动控制及纠正功能受损^[25]。此外, 小脑后叶与认知及情绪障碍有关, 因此其功能的改变与面肌痉挛继发的焦虑抑郁可能存在一定的关系, 进一步提示了原发性面肌痉挛患者是感觉运动整合功能异常的疾病。我们推断, 面肌痉挛患者可能长期以来机体本身为了抑制面部肌肉的抽搐导致小脑后叶脑区的功能受损。

后扣带回(Posterior cingulate gyrus, PCC)的自发性脑活动也显著增加, PCC/楔前叶是支持运动启动执行控制的大脑区域的一部分, 后扣带回的运动信息以及前扣带回的奖励信息, 通过中扣带回运动区, 输出到前运动区对运动进行调控^[26], 本研究推测PCC自发脑活动的异常升高可能是对面肌痉挛面部异常肌活动的适应性代偿反应。其他肌张力障碍疾病中也发现了PCC脑区活动的异常^[27]。

同时, 本研究的VBM结构分析还发现HFS患者丘脑、海马旁回VBM较正常对照减低, 这些脑区都属于突显网络。如果突显网络出现异常后, 它可能无法正确地处理脑网络之间的切换和情绪的调节, 这将会对大脑产生负面影响, 这种异常可能是抑郁及焦虑症的特征。虽然偏侧面肌痉挛并不危及生命, 但是被眼脸闭合

干扰的视觉功能和肌肉收缩引起的嘴角频繁抽动影响正常生活的进行, 从而引起社交回避, 并逐渐对心理产生不良影响, 增加焦虑和抑郁的风险^[28]。因此, 我们猜测面肌痉挛继发的认知与情绪障碍与突显网络的结构异常密切相关。这也进一步说明了偏侧面肌痉挛是感觉运动整合功能异常的一种疾病。

虽然本研究并未发现小脑VBM的显著异常, 但值得注意的是, 有其他研究发现小脑的结构异常。Tu等人VBM研究显示HFS患者右侧小脑Ⅷ区灰质体积增加, 其可能原因是小脑对于运动控制的代偿性神经适应^[9]。陆等人的VBM研究显示Ⅵ小叶区灰质体积显著降低, 这可能是因为面肌抽搐导致长期频繁运用小脑造成此区域灰质体积受损^[14]。由于小脑VBM的研究差异, 所以本文的结构分析未见面肌痉挛和小脑存在显著联系。针对这种差异, 一种可能的解释是小脑Ⅷ小叶主要与手臂和腿部相关的感知觉相关, 而与脸部感觉相关的则是在Ⅵ小叶^[14]。

结合以上分析, 中央前回中的M1和面神经核的功能变化可能是HFS发病的主要机制。同时, 由于小部分患者面神经核团及中央前回M1皮质区高兴奋性在术后仍未降低, 即使手术解除了神经血管压迫使异常动作电位停止传入, 但术后痉挛症状仍然未能缓解。这些都进一步验证了HFS发病机制中的中枢假说: 由于血管压迫刺激面神经, 导致中央前回和面神经核团的异常兴奋, 通过非脱髓鞘途径激活静止突触进而引起面肌抽搐^[29]。其他脑区如小脑、后扣带回的功能异常可能是面肌痉挛疾病发生后脑区功能的适应性及代偿性改变的结果, 但这种代偿性的改变似乎不足以阻止面肌痉挛的发生。另外, 突显网络的结构异常主要与面肌痉挛继发的焦虑抑郁密切相关。

本文进行的ALE元分析受到实验设计、任务范式和被试数量等因素的影响较小, 可以减少研究者的主观偏差, 其推论结果具有较好的可靠性和科学性。当然, 本研究也存在一些局限性。首先, 符合纳入标准的相关研究较少, 导致分析结果不够全面。其次ALE-meta分析忽略了每个峰值点的体素大小, 只看重激活的概率, 也具有一定的局限性。

4 结论

本研究结合功能和结构磁共振成像进行Meta分析来试图阐述HFS的病理生理机制, 并对大脑结构和功能的显著改变进行分析, 为HFS累及脑功能区域提供更有力的证据。本研究有助于进一步阐明HFS患者静息态脑功能活动及结构改变的规律及特征, 对HFS的确切病理生理机制仍需开展更多深入的临床研究。

参考文献

- [1] Teton ZE, Blatt D, Holste K, et al. Utilization of 3D imaging reconstructions and assessment of symptom-free survival after microvascular decompression of the facial nerve in hemifacial spasm[J]. J Neurosurg, 2019, 133 (2): 425-432.

[2]Lawrence JD,Frederickson AM,Chang YF,et al.An investigation into quality of life improvement in patients undergoing microvascular decompression for hemifacial spasm[J].J Neurosurg,2018,128(1):193-201.

[3]钟业鸣,赵鹏飞,吕哈,等.基于影像学的面肌痉挛诊疗与机制研究进展[J].中国医刊,2022,57(6):597-600.

[4]Traylor KS,Sekula RF,Eubanks K,et al.Prevalence and severity of neurovascular compression in hemifacial spasm patients[J].Brain,2021,144(5):1482-1487.

[5]陈立鹏,夏建东,魏新华,等.磁共振三叉神经成像在三叉神经痛诊断中的应用[J].中国CT和MRI杂志,2013,11(6):8-10.

[6]Lefaucheur JP.New insights into the pathophysiology of primary hemifacial spasm[J].Neurochirurgie,2018,64(2):87-93.

[7]Raimondo L,Oliveira AF,Heij J,et al.Advances in resting state fMRI acquisitions for functional connectomics[J].Neuroimage,2021,243:118503.

[8]董帅珂,赵洪增.VBM对腰间盘突出慢性期疼痛患者脑结构的研究[J].中国CT和MRI杂志,2018,16(6):123-126.

[9]Luo FF,Xu H,Zhang M,et al.Abnormal regional spontaneous brain activity and its indirect effect on spasm ratings in patients with hemifacial spasm[J].Front Neurosci,2020,14:601088.

[10]Tu Y,Yu T,Wei Y,et al.Structural brain alterations in hemifacial spasm:a voxel-based morphometry and diffusion tensor imaging study[J].Clin Neurophysiol,2016,127(2):1470-1474.

[11]Tu Y,Wei Y,Sun K,et al.Altered spontaneous brain activity in patients with hemifacial spasm:a resting-state functional MRI study[J].PLoS One,2015,10(1):e0116849.

[12]Bao F,Wang Y,Liu J,et al.Structural changes in the CNS of patients with hemifacial spasm[J].Neuroscience,2015,289:56-62.

[13]张绮婷.偏侧面肌痉挛患者的静息态功能磁共振研究[D].上海交通大学,2017.

[14]陆海峰,张绮婷,张记磊,等.面肌痉挛的静息态脑功能和结构的初步探究[J].磁共振成像,2018,9(1):38-42.

[15]卫永旭,赵卫国,涂业.面肌痉挛发病机制的静息态功能磁共振研究[J].中华神经外科杂志,2015,31(5):482-486.

[16]Wells G,Shea B,O'Connell D,et al.The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta analyses,2014,http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp

[17]Lancaster JL,Tordesillas-Gutiérrez D,Martinez M,et al.Bias between MNI and Talairach coordinates analyzed using the ICBM-152 brain template[J].Hum Brain Mapp,2007,28(11):1194-1205.

[18]Shin S,Kim K,Nam HY,et al.Sex difference in cerebral blood flow and cerebral glucose metabolism:an activation-likelihood estimation meta-analysis[J].Nucl Med Commun,2021,42(4):410-415.

[19]Toulgoat F,Sarrasin JL,Benoudiba F,et al.Facial nerve:from anatomy to Pathology[J].Diagn Interv Imaging,2013,94(10):1033-1042.

[20]Stinear CM,Coxon JP,Byblow WD.Primary motor cortex and movement prevention:where Stop meets Go[J].Neurosci Biobehav Rev,2009,33(5):662-673.

[21]Luo Y,Guo Y,Zhong L,et al.Abnormal dynamic brain activity and functional connectivity of primary motor cortex in blepharospasm[J].Eur J Neurol,2022,29(4):1035-1043.

[22]Gao W,Yang D,Zhang Z,et al.Altered cortical-striatal network in patients with hemifacial spasm[J].Front Hum Neurosci,2021,15:770107.

[23]Huang JP,Liang ZM,Zou QW,et al.Electroacupuncture on hemifacial spasm and temporomandibular joint pain co-morbidity:a case report[J].Front Neurol,2022,13:931412.

[24]Kong DS,Park K,Shin BG,et al.Prognostic value of the lateral spread response for intraoperative electromyography monitoring of the facial musculature during microvascular decompression for hemifacial spasm[J].J Neurosurg,2007,106(3):384-387.

[25]Fallahnezhad M,Le Mero J,Zenelaj X,et al.Cerebellar control of a unitary head direction sense[J].Proc Natl Acad Sci USA,2023,120(9):e2214539120.

[26]Rolls ET.The cingulate cortex and limbic systems for emotion,action,and memory[J].Brain Struct Funct,2019,224(9):3001-3018.

[27]Spay C,Meyer G,Welter ML,et al.Functional imaging correlates of akinesia in Parkinson's disease:Still open issues[J].Neuroimage Clin,2019,21:101644.

[28]Tan EK,Fook-Chong S,Lum SY.Case-control study of anxiety symptoms in hemifacial spasm[J].Mov Disord,2006,21(12):2145-2149.

[29]Erol O,Aydn E.A rare cause of hemifacial spasm:papillary oncocytic cystadenoma[J].Balkan Med J,2016,33(5):569-572.

(收稿日期: 2023-11-06) (校对编辑: 江丽华)

《中国CT和MRI杂志》论文主体部分规范与要求

包括引言、正文、结论、致谢（可选）、参考文献。

- 1.引言** 引言是论文不可缺少的部分。国标对引言有明确的要求：引言应简要说明研究工作的目的、范围、相关领域的前人工作和知识空白、理论基础和分析、研究设想、研究方法和实验设计、预期结果和意义。引言不能与摘要雷同。
- 2.正文** 正文是论文的核心部分。研究工作由于涉及的学科、选题、研究方法等有很大差异，因此国标对正文的内容和编写格式未作统一规定，但是对写作态度、内容组织、文字表达等要求必须实事求是、合乎逻辑、层次分明，简练可读。
- 国标对文中的图、表也作了规定。图表应编排序号，每一图、表都应有简短的题名，图表应有自明性，即只看图表就能理解其意。
- 3.结论** 结论一般包括：说明了什么问题、得出了什么结论；结论的使用范围；对科学技术的贡献；对前景的展望，遗留问题和建议等。结论犹如百米赛跑的最后冲刺，要反映出作者的知识印迹，所扩展的知识领域。要将论文高度概括、浓缩。忌草率收兵。
- 4.参考文献** 著录参考文献的意义在于：反映真实的科学依据、论据，以证明自己观点的正确性；反映作者的严肃态度和负责精神，和便于读者查找原始出处；也表示对别人成果的尊重。国标将文后的参考文献分为五种：专著、连续出版物、专利文献、专著中析出的文献以及连续出版物中析出的文献。在编排上采用“顺序编码制”和“著者—出版年制”两种。