

·临床研究·

腰痛静息态功能磁共振比率低频振幅的研究*

张珊珊^{1,2} 吴文² 王楚怀^{1,4} 杨建明³

摘要

目的:采用功能磁共振成像(fMRI)技术和比率低频振幅(fALFF)方法探讨静息状态下腰痛脑功能变化的特点。

方法:采用3.0T磁共振成像仪采集12例健康志愿者(7男5女,23.8±3.6岁)正常状态与腰痛状态(肌肉注射5%高渗盐水)的静息态fMRI数据。采用DPARSF软件对所得数据进行预处理和fALFF分析、SPM8进行配对t检验比较两种状态下脑比率低频振幅的差异,并将疼痛状态的图像与疼痛强度VAS评分作相关性分析。

结果:与正常状态相比,腰痛fALFF值增高的脑区包括双侧额下回、双侧小脑扁桃体、右海马旁回,fALFF值降低的脑区包括右额上回、右后扣带回、左初级躯体感觉皮质(S1)、双侧枕叶($P < 0.001$, 体素 $K \geq 10$)。腰痛状态右额下回fALFF值与VAS评分呈正相关,左S1、左枕叶fALFF值与VAS评分呈负相关($P < 0.005$, $K \geq 10$)。

结论:静息状态下腰痛受试者部分脑区存在脑功能活动异常,这可能与疼痛刺激引起认知、情绪功能改变有关。

关键词 腰痛;静息态;功能磁共振成像;比率低频振幅

中图分类号:R681.5, R445.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2017)-02-0140-06

Altered fractional amplitude of low frequency fluctuation in experimental low back pain: a resting-state fMRI/ZHANG Shanshan, WU Wen, WANG Chuhuai, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2017, 32(2): 140—145

Abstract

Objective: To explore the characteristics of the fractional amplitude of low frequency fluctuation (fALFF) in experimental low back pain using resting-state functional magnetic resonance imaging (fMRI).

Method: Twelve healthy subjects (male: 7, female: 5; age: 23.8±3.6 years) were separately performed resting-state fMRI 3.0T scans at no-pain (baseline) and pain of the back muscle (intramuscular injection of 5% hypertonic saline) situation. The fMRI datas were analyzed with paired t-test to compare fALFF changes of the brain between baseline and pain status by DPARSF, and SPM8. Correlation analysis was performed between the fALFF images during low back pain and pain intensity (visual analogue scale, VAS).

Result: Subjects with low back pain showed significantly increased fALFF in bilateral inferior frontal gyrus, bilateral cerebellum posterior lobe-cerebellar tonsil, right parahippocampal gyrus, and decreased fALFF in the right superior frontal gyrus, right posterior cingulate gyrus (PCC), left primary somatosensory cortex (S1), bilateral occipital gyrus ($P < 0.001$, cluster threshold ≥ 10). Visual analogue scale positively correlated with fALFF value in the right inferior frontal gyrus, but negatively correlated with fALFF value in the left S1 and occipital gyrus ($P < 0.005$, cluster threshold ≥ 10).

Conclusion: The findings reveal that there are abnormal spontaneous resting-state activities in some brain regions in experimental low back pain, and propose that is disruptions of the cognition and emotion during pain stimulation.

Author's address Department of Rehabilitation Medicine, First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University,

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2017.02.003

*基金项目:国家自然科学基金项目(81473769);广东省自然科学基金项目(2014A030313335)

1 中山大学附属第一医院康复医学科,广州,510800; 2 南方医科大学珠江医院康复医学科; 3 南方医科大学珠江医院影像诊断科; 4 通讯作者

作者简介:张珊珊,女,博士研究生; 收稿日期:2015-11-16

Guangzhou, 510800

Key word low back pain; resting-state; functional magnetic resonance imaging; fractional amplitude of low frequency fluctuation

疼痛是一种涉及感觉、认知、情感等多维度的复杂体验。持续的疼痛可导致大脑血流动力学改变,使疼痛模式环路受损^[1]。腰背痛作为临床上最常见的慢性疾病,持久的疼痛给患者带来躯体和神经双重的痛苦,严重地影响了生存质量。静息态功能磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)研究的是静息状态下大脑内部发生的血氧水平依赖性(blood-oxygen-level dependence, BOLD)信号的自发活动,反映的是各脑区之间低频涨落信号波动的相关性。随着脑功能成像技术的不断发展,近年来人们逐渐认识到腰背痛持续慢性化与大脑皮质病理痛觉信息编码和加工的神经回路有关,疼痛通过改变大脑区域之间的信息流动和整合而影响大脑的功能和行为。为了进一步探讨腰背痛各个脑区间的内在活动机制,本研究利用静息态fMRI技术和比率低频振幅(fractional amplitude of low frequency fluctuation, fALFF)分析方法,观察腰背痛静息状态下大脑功能活动变化特点,探讨疼痛感知和疼痛相关过程的中枢作用机制。

1 资料与方法

1.1 研究对象

通过广告征集方式选取居住地相同或相近,且性别、年龄、受教育程度相匹配的健康志愿者12例,其中男7例,女5例;年龄20—30岁,平均(23.8±3.6)岁;受教育年限14—20年,平均(16.5±2.5)年;均为右利手。纳入标准:①无精神或神经系统疾病,无严重器质性疾病;②体质指数(body mass index, BMI)在标准的±10%范围内;③近1个月内无疼痛经历(包括痛经),未服用解热镇痛类、镇静催眠类药物;④焦虑自评量表(self-rating anxiety scale, SAS)及抑郁自评量表(self-rating depression scale, SDS)评定结果为正常者;⑤无MRI检查禁忌证且脑内未见异常病灶。

为保证研究一致性,由同一位研究者在试验前向受试者说明研究目的、方法、可能存在的风险及不适,并详细解答其疑问。该试验已经获得中山大学

附属第一医院和南方医科大学珠江医院伦理委员会认可,所有受试者均签署了知情同意书。

1.2 腰背痛模型制备及数据扫描

在试验开始前10min,每位受试者在腰椎4(L4)棘突水平右侧旁开2.0cm处的腰部肌肉内植入24号留置软管,软管末端连接含5%高渗盐水的1ml注射器。所有受试者首先完成结构像扫描及正常状态静息态功能像扫描,然后通过留置软管向腰背部肌肉注入0.3ml 5%高渗盐水,30s后开始疼痛状态静息态功能像扫描。待试验完成后,采用视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)对扫描过程中高渗盐水引起的疼痛开始时间、最强时间与强度、结束时间等进行评分,并采用情绪量表对试验进行过程中的情绪体验(包括焦虑、恐惧)进行评估,分值范围为0—10分,其中0分为无,10分表示无法忍受。

1.3 数据采集

采用南方医科大学珠江医院飞利浦3.0T Achieva磁共振成像仪进行图像数据采集,在一个正交头颅线圈内完成扫描。受试者取仰卧位,扫描前,头部摆放舒适并予泡沫垫固定以减少头动,使用耳塞降低噪音,嘱受试者保持清醒、放松、闭目,尽量保持头部不动,尽量避免系统性的思考。扫描参数:①结构像采用快速自旋回波序列获得T1加权图像,脉冲重复时间/回波时间(TR/TE)=500/14ms,翻转角(FA)=90°,视野(FOV)=220mm×220mm,矩阵(matrix)=256×256,层厚/间距=5/0.5mm。②静息态功能像采用单次激发梯度回波—平面回波成像(single shot GRE-EPI)序列获得T2加权图像,TR/TE=3000/40ms,FA=90°,FOV=220mm×220mm, matrix=64×64,层厚/间距=5/0.5mm,连续扫描24层,持续时间5分18s。

1.4 数据预处理

采用静息态功能磁共振数据处理助手(Data Processing Assistant for Resting-State fMRI, DPARSF2.0, <http://rfmri.org/DPARSF>) 在 Matlab R2010平台上对获得数据进行预处理。预处理包括DICOM数据转换、去掉前10个时间点、时间校正、

头动校正、配准、平滑、去线性漂移。考虑到扫描开始阶段由于机器磁场未稳定及受试者不适应扫描环境,将静息态数据中前10个时间点的重复时间去除。依头动校正曲线,将平移 $< 2\text{mm}$ 、旋转移动 $< 2^\circ$ 数据进入后续分析(所有受试者均符合标准)。采用 6mm 半高等宽的高斯核进行空间平滑处理后,用线性回归方法去除线性漂移。

1.5 fALFF分析

将去线性漂移后未滤波生成的图像运用DPARSF软件进行fALFF值分析。首先对 $0.01\text{—}0.08\text{Hz}$ 信号的功率谱行开方计算,得到ALFF值;然后将此范围内的低频振幅相加得到总和值,与全频段振幅总和值相除,得到fALFF值;再将每个体素的fALFF值与全脑信号幅值的均值相除,对全脑体素进行标准化处理,每位受试者获得一个平均的fALFF图(mfALFF)。

1.6 统计学分析

采用SPSS 13.0软件对研究对象的一般资料、VAS评分、情绪量表评分进行统计分析,以均数 \pm 标准差表示。为比较腰背痛状态和正常状态静息态下脑功能变化特点,选用统计参数图(statistical parametric mapping, SPM8, <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm>)软件对fALFF图进行统计分析。采用单样本 t 检验得出两种不同状态下fALFF值显著高于全脑均值的脑区,以 $P < 0.05$ (FDR校正)、体素 $K \geq 10$ 为组内比较有显著性差异;采用配对 t 检验得出腰背痛fALFF值差异脑区,以 $P < 0.001$ 、 $K \geq 10$ 为组间比较有显著性差异。为了进一步分析脑比率低频振幅改变与疼痛强度的相关性,采用REST1.8(<http://rfmri.org/rest>)相关分析对全脑平均fALFF图像与VAS评分作相关性分析, $P < 0.005$ 、 $K \geq 10$ 为差异有显著性意义。利用xjview8(<http://www.alivelearn.net/xjview8>)软件确定对应MNI坐标上有显著性意义脑区的具体解剖位置,并用REST和xjview软件中高分辨率图像形式进行结果呈现图像。

2 结果

2.1 疼痛感知与情绪评分

所有受试者在扫描过程中由高渗盐水造成的疼痛强度VAS评分在 $4\text{—}8$ 分范围内,平均 (6.58 ± 2.07)

分,均符合纳入标准。向腰背部肌肉注射高渗盐水($0.3\text{ml } 5\%$)后,受试者自 $10\text{—}15\text{s}$ 后开始有疼痛感觉,约 $20\text{—}30\text{s}$ 后疼痛感觉最明显,持续 $6\text{—}7\text{min}$ 后疼痛开始减弱,约 12min 后完全消失,无其他不适症状。所有受试者在试验进行中均有轻度焦虑 (2.98 ± 1.67) 和恐惧 (1.62 ± 0.98) 等情绪,但与VAS评分无明显相关性($r=0.07/0.12$, $P > 0.05$)。

2.2 腰背痛与正常状态下fALFF值显著改变脑区

腰背痛、正常状态下,组内比较单样本 t 检验后生成的统计图显示如图1($P < 0.05$, FDR, $K \geq 10$)。静息态fALFF值显著高于全脑均值的脑区主要涉及额叶、顶叶、枕叶等区域,fALFF值显著低于全脑均值的脑区主要涉及颞叶、小脑等区域。

2.3 腰背痛状态fALFF值差异改变脑区

与正常状态相比,腰背痛静息态fALFF值差异脑区配对 t 结果如表1及图2($P < 0.001$, $K \geq 10$,未校正)。腰背痛fALFF值增高的脑区包括双侧额下回、双侧小脑扁桃体、右海马旁回,fALFF值降低的脑区包括右额上回、右后扣带回(posterior cingulate cortex, PCC)、左初级躯体感觉皮质(primary somatosensory cortex, S1)、双侧枕叶。

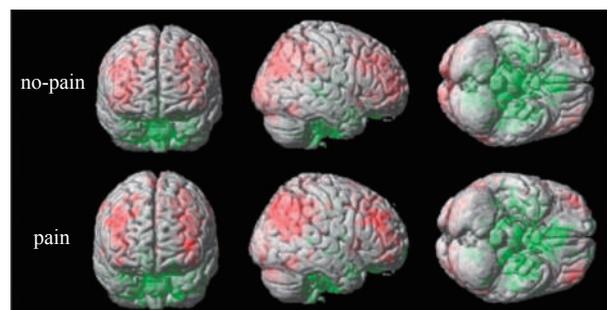
2.4 腰背痛fALFF值与VAS评分的相关性

腰背痛脑比率低频振幅改变与疼痛强度显著相关的脑区显示如表2及图3。腰背痛状态下VAS评分与右额下回fALFF值呈正相关,与S1、左枕叶fALFF值呈负相关($P < 0.005$, $K \geq 10$)。

3 讨论

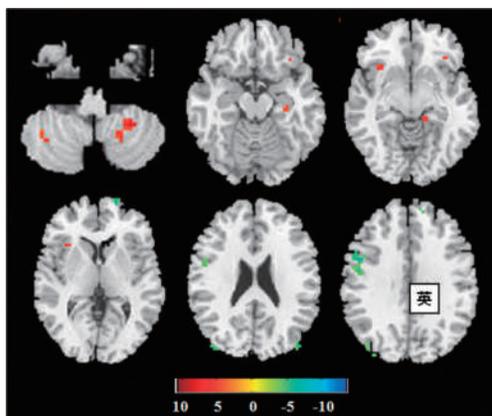
fMRI技术作为一种非损伤性的脑成像技术,使

图1 腰背痛与正常状态单样本t-test图



注:彩色区域显示两种不同状态下fALFF值显著改变脑区;红色表示fALFF值明显高于全脑均值,绿色表示fALFF值明显低于全脑均值

图2 腰背痛 fALFF 值改变的配对 t-test 图



注:彩色区域显示腰背痛受试者 fALFF 值差异改变脑区;图像下端是 t 值的色度条,红色表示 fALFF 值增高,绿色表示 fALFF 值降低;每个小图的左半部分表示左大脑半球,右半部分表示右大脑半球

表1 腰背痛静息态 fALFF 改变的脑区

脑区	BA	K 值	t 值	峰值点 MNI 坐标		
				X	Y	Z
L/R 额下回	47/47	20/10	7.54/6.91	-36/33	21/27	-3/-12
L/R 小脑扁桃体	-/-	22/23	5.79/10.61	-36/24	-60/-48	-45/-51
R 海马旁回	-	15	7.28	30	-24	-18
R 额上回	10	14	-13.34	18	69	6
L/R 枕叶	19/19	26/10	-9.26/-8.36	-39/45	-87/-84	27/21
L 初级感觉皮质	2	22	-8.24	-36	-33	39
R 后扣带回	31	11	-8.42	12	-33	42

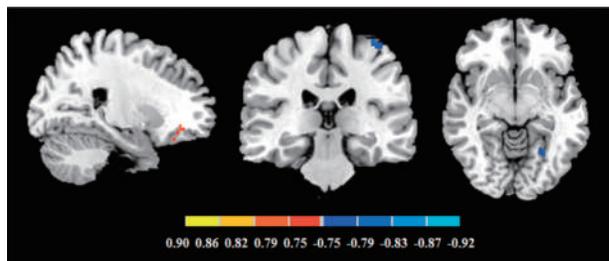
注:BA 即 Brodmann 区,L=left(左),R=Right(右)

表2 腰背痛 fALFF 值与 VAS 评分的相关性

脑区	BA	K 值	t 值	峰值点 MNI 坐标		
				X	Y	Z
R 额下回	47	16	0.86	27	30	-15
L 初级感觉皮质	3	21	-0.92	-36	-42	60
L 枕叶	19	14	-0.89	-24	-57	-3

注:BA 即 Brodmann 区,L=left(左),R=Right(右)

图3 腰背痛 fALFF 值与疼痛强度 VAS 评分相关性图



注:彩色区域显示腰背痛 fALFF 值与 VAS 评分相关的脑区,图像下端是 r 值的色度条;每个小图的左半部分表示右大脑半球,右半部分表示左大脑半球

人们不仅可从形态与功能相结合的系统水平研究大脑内在活动机制,还可从参与感觉、运动、情绪、认知等过程的皮质区域及其相关的皮质下神经网络等方面了解疼痛刺激所激活的脑区。本研究采用的 fALFF 分析方法,是一种静息态脑局部功能活动特性分析方法,即通过采集一个频段内(0.01—0.08Hz)的信号振荡平均强度和整个频段振荡信号的比值,得出局部脑区自发性活动的振幅。它的优点在于可以减少生理噪声导致的脑室非特异信号的干扰,提高检测脑自发活动的敏感度和特异性,从能量贡献的角度更准确地反映出静息状态下局部脑区间的神经元活动水平^[2]。

很多研究证实,静息状态下大脑许多脑区存在这种神经元的自发性活动,包括感觉系统、注意系统、记忆系统、默认网络等,形成了多功能的网络体系。脑功能成像研究证明,持续疼痛刺激下多个脑区存在 BOLD 信号及代谢改变,引起疼痛加工脑区功能改变,使疼痛调节功能受损^[1]。本研究发现,腰背痛受试者存在广泛的大脑皮质及皮质下区域比率低频振幅异常,主要分布于额叶、顶叶、枕叶、扣带回、海马等区域。这些脑区主要负责疼痛的认知控制和情绪加工,从而证明腰背痛是一种牵涉大脑皮质与边缘系统等若干相关结构、引起情感与认知等多种属性脑功能改变的病理状态。

默认网络(default mode network, DMN)是静息态脑功能网络研究中引起最广泛关注的网络之一,包括前额叶中部(medial prefrontal cortex, mPFC)、PCC、楔前叶、顶下小叶等脑区。这个网络维持着人脑在静息状态下正负激活之间的平衡,与大脑对内外环境的监测、情景记忆及持续的认知、情感活动有关^[3]。其中,PCC/楔前叶是默认网络中静息态代谢率最高的去激活脑区,与大脑广泛皮质联系紧密,直接参与大脑内部的认知、记忆等活动^[4]。研究证明,多种疼痛性疾病均有 PCC 和/或楔前叶受累^[5-7]。在本研究中,腰背痛状态右 PCC 的 fALFF 值降低,提示持续的疼痛导致大脑正常基线活动低下,引起 DMN 脑区活动降低,且以右大脑半球为主。因为右大脑半球作为优势半球在稳态和自主控制方面占有优势,说明腰背痛受试者脑网络协调和执行能力下降。PCC 也是自传体记忆当中负责情景记忆提取

的关键功能区^[8],此处表现为活动降低可能与腰背痛情绪加工通路受阻有关。

额叶是人体认知和情感活动的主要脑区。本研究与既往研究结果^[9]相似,额叶的自发性神经活动异常,可能是持续的疼痛对额叶产生持续累积效应引起认知和情绪脑功能变化。双侧额下回表现为fALFF值增高、右额上回的fALFF值降低,这种改变进一步从功能影像学的角度提示了腰背痛存在认知和情绪功能异常。额下回与行为选择或调控注意有关^[10],双侧额下回功能活动明显增高,说明持续疼痛刺激引起注意网络活动异常,可能与空间忽略有关。额上回属mPFC的一部分,在复杂认知控制方面扮演着重要角色,如视觉工作记忆、选择注意、决策、自我表达以及对行为进行监督与及时纠正错误^[11]。右额上回的fALFF值减低,可能提示腰背痛受试者的选择注意能力与行为监督能力下降。

应用fMRI研究发现腰背痛静息态初级感觉皮质的自发性振幅降低,说明持续的疼痛导致其神经元活动同步性减弱。S1作为疼痛网络的重要组成部分^[12],在疼痛刺激下表现为fALFF值降低,提示腰背痛受试者存在疼痛网络功能紊乱。左S1功能活动异常可能与包括丘脑和额叶皮质在内的感觉传导通路中脑区神经元之间的内部联系紊乱有关,导致情绪信息在相关脑区间传递时无法实现不同区域间正常的功能调控。将疼痛强度与腰背痛fALFF改变作相关分析,发现VAS评分与左S1呈负相关,提示抑制系统可能是腰背痛的一个关键致病因素。

边缘系统由海马、边缘叶和眶额叶皮质等组成,与启动、调节行为及情感反应有关。本研究发现腰背痛受试者边缘系统内的比率低频振幅活动异常,具体表现为右海马旁回的fALFF值升高,而同侧扣带后回的fALFF值降低。海马旁回将多种感知信息传入海马,海马再传入其他功能相关脑区。海马旁回在情景记忆、精神调节、社会认知和情感控制方面起着重要作用^[13],该区域功能活动增强表明腰背痛状态信息编码与整合功能显著增强,也可能与调节疼痛感知的认知情绪调控机制能力减弱有关^[14]。同时,有研究发现海马与不良情绪的调节(主要是害怕和焦虑)有关^[15]。本研究发现腰背痛基于BOLD信号的fALFF值在右海马、右海马旁回明显增高,

结合受试者在试验进行中均有轻度焦虑和恐惧等不良情绪,提示此部位的活性增高可能是腰背痛受试者情绪异常的代偿性反应。

小脑与感觉、运动、注意力等神经系统行为及其他的认知和非认知系统有密切关系,可通过调节注意力、感觉及运动反应,使机体对已知刺激或新环境的感受处于最佳接受和分析状态^[16]。应用fMRI技术发现腰背痛静息状态下双侧小脑扁桃体出现区域性fALFF值增高,可能是持续疼痛刺激下引起小脑对多种神经行为的调节反应,进一步证实了小脑在情感—认知加工及自我觉醒机制中起着重要的作用。枕叶与视觉信息的处理有关,且与扣带回的BOLD信号变化存在相关性。本研究发现腰背痛状态下双侧枕中回的区域神经元活动振幅下降,可能是枕叶与扣带回之间信息传递功能出现异常。目前关于枕叶在疼痛中的研究较少,其在腰背痛的病理生理机制中的作用和地位尚需进一步研究。

将疼痛强度VAS评分与腰背痛状态下的脑功能变化作相关性分析,发现VAS评分与右额下回fALFF值呈正相关,与左S1、左枕叶fALFF值呈负相关。额叶在认知功能中具有重要作用,参与人脑对内外环境信息的整合、情绪整合及情景记忆提取等功能。本研究结果提示疼痛强度与额叶功能具有相关性,疼痛强度越大,额叶激活越明显,即额叶调节能力越强。Baliki等^[17]研究发现慢性腰背痛患者的前额叶连接点的功能连接增强,再次表明了额叶与高级精神活动密切相关,其调节功能与疼痛刺激强度明显相关。

综上所述,本研究初次尝试应用比率低频振幅分析方法从神经活动层面探讨了腰背痛静息状态下脑功能活动的改变和可能的中枢调节机制,并探讨了疼痛强度与额叶、初级感觉皮质和枕叶存在的内在联系,为腰背痛认知和情感功能的变化提供了神经影像学方面的证据。然而,由于本研究样本量相对较小且属于急性腰背痛,研究结果可能存在偏差。可进一步增大样本量、加入性别因素进行考虑,并联合应用fMRI技术与白质分析DTI技术全面深入地分析大脑的内在功能活动,进一步探明腰背痛病理性脑机制。如何利用静息态fMRI诊断腰背痛及判断预后,也将是今后的研究方向。

参考文献

- [1] Baliki MN, Geha PY, Apkarian AV, et al. Beyond feeling: chronic pain hurts the brain, disrupting the default-mode network dynamics[J]. *J Neurosci*, 2008, 28(6):1398—1403.
- [2] Zou QH, Zhu CZ, Yang Y, et al. An improved approach to detection of amplitude of low-frequency fluctuation (ALFF) for resting-state fMRI: fractional ALFF[J]. *J Neurosci Methods*, 2008, 172(1):137—141.
- [3] Raichle ME, Snyder AZ. A default mode of brain function: a brief history of an evolving idea[J]. *Neuroimage*, 2007, 37(4):1083—1090.
- [4] Leech R, Braga R, Sharp DJ. Echoes of the brain within the posterior cingulate cortex[J]. *J Neurosci*, 2012, 32(1):215—222.
- [5] Balenzuela P, Chernomoretz A, Fraiman D, et al. Modular organization of brain resting state networks in chronic back pain patients[J]. *Front Neuroinform*, 2010, (4):116.
- [6] Becerra L, Schwartzman RJ, Kiefer RT, et al. CNS measures of pain responses pre- and post-anesthetic ketamine in a patient with complex regional pain syndrome[J]. *Pain Med*, 2009, (25):1—8.
- [7] Owen DG, Clarke CF, Ganapathy S, et al. Using perfusion MRI to measure the dynamic changes in neural activation associated with tonic muscular pain[J]. *Pain*, 2010, 148(3):375—386.
- [8] Schmidt-Wilcke T, Kairys A, Ichesco E, et al. Changes in clinical pain in fibromyalgia patients correlate with changes in brain activation in the cingulate cortex in a response inhibition task[J]. *Pain Med*, 2014, 15(8):1346—1358.
- [9] Tagliazucchi E, Balenzuela P, Fraiman D, et al. Brain resting state is disrupted in chronic back pain patients[J]. *Neurosci Lett*, 2010, 485(1):26—31.
- [10] He BJ, Snyder AZ, Vincent JL, et al. Breakdown of functional connectivity in frontoparietal networks underlies behavioral deficits in spatial neglect[J]. *Neuron*, 2007, 53(6):905—918.
- [11] Fox MD, Snyder AZ, Vincent JL, et al. The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2005, 102(27):9673—9678.
- [12] Choi JC, Kim J, Kang E, et al. Step-down vs. step-up noxious stimulation: differential effects on pain perception and patterns of brain activation[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2015, (10):1—11.
- [13] Ranganath C, Ritchey M. Two cortical systems for memory-guided behaviour[J]. *Nat Rev Neurosci*, 2012, 13(10):713—726.
- [14] Wiech K, Ploner M, Tracey I. Neurocognitive aspects of pain perception[J]. *Trends Cogn Sci*, 2008, 12(8):306—313.
- [15] Kajimura S, Kochiyama T, Nakai R, et al. Fear of negative evaluation is associated with altered brain function in nonclinical subjects[J]. *Psychiatry Res*, 2015, 10(1):30111—30117.
- [16] Habas C, Guillevin R, Abanou A. Functional connectivity of the superior human temporal sulcus in the brain resting state at 3T[J]. *Neuroradiology*, 2011, 53(2):129—140.

第十四届全国骨科及运动创伤康复学习班通知

北京大学第三医院康复医学科,北京康复医学会骨科分会联合主办骨科康复系列学习班,本届学习班内容为髋及踝关节伤病康复,2017年4月7日—4月11日在北京举行。学习班内容为:髋关节和踝关节解剖、髋关节和踝关节常见骨科和运动创伤康复总论、髋关节和踝关节影像学诊断、髋关节和踝关节常用骨科评定量表、髋关节骨关节炎的康复及全髋关节置换围手术期的康复、髋关节运动创伤及髋关节周围骨折的康复、踝关节运动创伤及踝关节周围骨折的康复以及髋、踝关节功能练习工作坊。采取理论与实际相结合,临床与康复相结合,医师与治疗师相结合的授课方式。使学员既掌握相关骨科康复的理论,又能实际操作。适合骨科、康复科医师、康复治疗师参加。参加者获得国家级继续教育1类学分8分,2017-04-13-071(国)。联系人:北京大学第三医院康复医学科:张娟。邮编:100191。固定电话:010-82264595。移动电话:15611908376。传真:010-82265861。E-mail: bsyskf@163.com。截止日期2017年3月31日。为保证学习效果限额80人,以报名先后为序。

北京大学第三医院康复医学科 中国医师协会康复医师分会骨与肌肉专委会 北京康复医学会骨科分会