

• 肝脏脂肪定量诊断影像学专题 •

磁共振 IDEAL-IQ 序列评价“接力赛”电针法对腹型肥胖女性肝脏脂肪含量的影响

陈晓, 罗馨, 雷红, 冯立成, 周丽, 李震, 胡道予

【摘要】 目的:探讨磁共振 IDEAL-IQ 序列评价“接力赛”电针法对腹型肥胖女性肝脏脂肪含量影响的价值。**方法:**20 例腹型肥胖女性随机分为对照组和电针治疗组,其中对照组 9 例,电针治疗组 11 例,电针治疗组采用“接力赛”电针法进行治疗,每周治疗 3 次,共治疗 3 个月。治疗前后,20 例受试者均行腹部 MRI 扫描,采用基于最小二乘法估计和不对称回波迭代分解水和脂肪的脂肪成像(IDEAL-IQ)序列,测量每位受试者的质子密度脂肪分数(PDFF)值,记录治疗前后 20 例受试者的身高、体重并计算身体质量指数(BMI)。**结果:**治疗前,对照组与治疗组的 BMI 差异无统计学意义($P > 0.05$);对照组检查前、后的 BMI 差异无统计学意义($P > 0.05$);治疗后治疗组的 BMI 降低,与治疗前差异有统计学意义($P < 0.05$)。治疗组各肝段(I、II、III、IV A、IV B、V、VI、VII、VIII)的 PDFF 值较治疗前均有所下降,且 II、III、IV A、IV B、V、VI、VII、VIII 段的 PDFF 值与治疗前相比差异有统计学意义(P 值均 < 0.05),各肝段的 PDFF 值分别下降 2.5%、3.1%、2.1%、4.2%、1.8%、2.1%、2.3%、2.2%、3.2%。对照组各肝段治疗后与治疗前相比,PDFF 差异均无统计学意义(P 值均 > 0.05)。**结论:**“接力赛”电针法可以有效降低腹型肥胖女性的肝脏脂肪含量,磁共振 IDEAL-IQ 序列可以评价肝脏各段脂肪含量的变化。

【关键词】 磁共振成像; 腹型肥胖; 电针; 质子密度脂肪分数

【中图分类号】 R575.5; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)05-0471-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.05.009

Efficacy of electroacupuncture therapy on liver fat content in abdominal type obese women by MRI IDEAL-IQ sequence CHEN Xiao, LUO Xin, LEI Hong, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

【Abstract】 Objective: To evaluate the efficacy of electroacupuncture (EA) therapy on liver fat content in abdominal type obese women by MRI IDEAL-IQ sequence. **Methods:** A total of 20 cases of abdominal type obese women were randomly divided into EA group ($n = 11$) and control group ($n = 9$). In EA group, patients were treated with EA therapy 3 times per week for 3 months. Height and body weight were recorded for all the subjects and their body mass index (BMI) was measured as well. Magnetic resonance imaging was performed on all subjects before and after treatment. Hepatic proton-density fat fraction (PDFF) was measured on images of IDEAL-IQ with three regions of interest within each liver segment. **Results:** Before treatment, there was no significant statistical difference in BMI between control group and EA group ($P > 0.05$). There was no significant statistical difference in BMI before and after examination in control group; however, BMI decreased significantly after treatment in EA group ($P < 0.05$). In EA group, the PDFF decreased in all liver segments (2.5%, 3.1%, 2.1%, 4.2%, 1.8%, 2.1%, 2.3%, 2.2%, 3.2%), and significantly decreased in all segments except segment I ($P < 0.05$). However, in control group, the difference of PDFF was insignificant ($P > 0.05$) before and after treatment. **Conclusion:** EA therapy can effectively reduce liver fat content in obese women, and the IDEAL-IQ sequence can be used to evaluate the change of fat content in each liver segment.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Abdominal obesity; Electroacupuncture; Proton density fat fraction

2014 年全球约 39% 的成年人超重,其中女性达到 25.7%,肥胖是多种疾病的危险因素,对于女性来说,腹部肥胖是导致女性激素紊乱、月经不调、排卵障碍、胰岛素抵抗、子宫内膜癌等疾病的重要因素^[1,2]。

针灸在减肥治疗中应用广泛^[3,4],相关研究对腹

部脂肪的评估局限在体重、腰围等指标,较少涉及到内脏脂肪含量的变化。MRI 技术用于评估肝脏脂肪含量由来已久,氢质子磁共振波谱(magnetic resonance spectroscopy, MRS)只能测定局限部位的脂肪含量,定量非对称回波的最小二乘估算法迭代水脂分离序列(iterative decomposition of water and fat with asymmetry and least squares estimation-quantitative fat imaging, IDEAL-IQ)是一种改进的 DIXON 技术,已有学者将其用于非酒精性脂肪肝的肝脏脂肪含量测

作者单位: 430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科(陈晓、罗馨、周丽、李震、胡道予); 430033 武汉,华中科技大学同济医学院附属普爱医院针灸科(雷红、冯立成)

作者简介: 陈晓(1990—),女,湖北荆州人,博士,住院医师,主要从事医学影像诊断工作。

通讯作者: 胡道予, E-mail: cjr_hudaoyu@vip.163.com

基金项目: 国家自然科学基金资助课题(81571642, 81371524)

量^[5]。本文采用 IDEAL-IQ 技术评估“接力赛”电针法对女性肝脏脂肪含量的影响,旨在为该治疗方法提供影像学方面的科学依据。

材料与方法

1. 病例资料

全部受试者均来源于 2014 年 6 月—2016 年 3 月武汉市普爱医院针灸门诊,参照世界卫生组织西太平洋地区国际糖尿病研究组织关于亚洲人的超重和肥胖标准,体重质量指数 (body mass index, BMI) $\geq 25.0 \text{ kg/m}^2$ 为肥胖,女性以腰围 $\geq 80 \text{ cm}$ 为腹部肥胖。所有受试者排除病理性肥胖以及怀孕、哺乳期女性,并确认入组前半年未接受任何主要针对减轻体重的治疗。

将符合纳入标准的受试者随机分入电针治疗组和对照组。对照组受试者不接受任何减肥治疗,在观察期间保持平时饮食、生活、运动习惯,每周 2 次联系受试者,进行膳食调查,大致评估能量摄入情况,保证其与日常生活匹配的饮食运动习惯,确保没有刻意饮食及运动减肥。电针治疗组受试者在与对照组进行相同的膳食和生活运动习惯调查的基础上进行“接力赛”电针减肥治疗^[6],隔日治疗 1 次,每周 3 次,共治疗 3 个月。

最后有 20 例受试者参与试验并完成两次 MRI 扫描,两次扫描时间间隔均值为 97 d (间隔范围为 90 ~ 119 d),其中治疗组 11 例,对照组 9 例。所有受试者均签署知情同意书。

2. 检查方法

20 例受试者在治疗前及治疗后均采用 3.0T MRI 扫描仪 (GE Medical Systems, Discovery MR 750) 行腹部 MRI 扫描。患者空腹,取仰卧位,根据受试者体型采用 32 通道腹部或心脏线圈。扫描序列包括三平面定位、轴面 IDEAL-IQ 序列、轴面 LAVA-FLEX。扫描参数:TR 5.8 ms, First TE 0.9 ms, Last TE 4.4 ms, 回波链 3, 带宽 111.11 Hz/pixel, 矩阵 160×160 , 视野 $44 \text{ cm} \times 44 \text{ cm}$, 层厚 6 mm, 翻转角 3° , 扫描时间 18 ~ 22 s。

3. 图像分析及指标测量

两组受试者分别在治疗前、后

进行身高、体重测量并计算 BMI。

由一位有 2 年 MRI 诊断经验的医师采用盲法对每例受试者 IDEAL-IQ 序列的 FatFrac 系列图像进行测量。因 IDEAL-IQ 图像解剖不够清晰,在 LAVA-FLEX 的 in-phase 图像上根据 Couinaud 肝脏分段法,在每段肝脏上选取 3 个感兴趣区 (region of interest, ROI), 避免伪影和血管,复制 ROI 使之对应于两次 MRI 检查的相同位置,面积约 1.5 cm^2 , 总计 27 个 ROI。将所有 ROI 复制到 IDEAL-IQ 序列的 FatFrac 系列图像上 (图 1), 记录 27 个质子密度脂肪分数 (proton density fat fraction, PDFF) 值。

4. 统计学分析

采用 GraphPad Prism 5.0 和 SPSS 13.0 软件进行绘图和统计学分析。符合正态分布的数据以均值 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,非正态分布的数据以中位数 (上下四分位数) 表示。采用独立样本 t 检验比较对照组与治疗组受试者 BMI 的差异,采用配对样本 t 检验比较治疗前、后肝脏各段 PDFF 的差异,采用 Mann-Whitney U 检验比较治疗组与对照组 PDFF 分布的差异,采用 Kruskal-Wallis 检验进行不同肝段 PDFF 值的两两比较。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

治疗前对照组受试者的 BMI 为 $(28.34 \pm 5.02) \text{ kg/m}^2$,

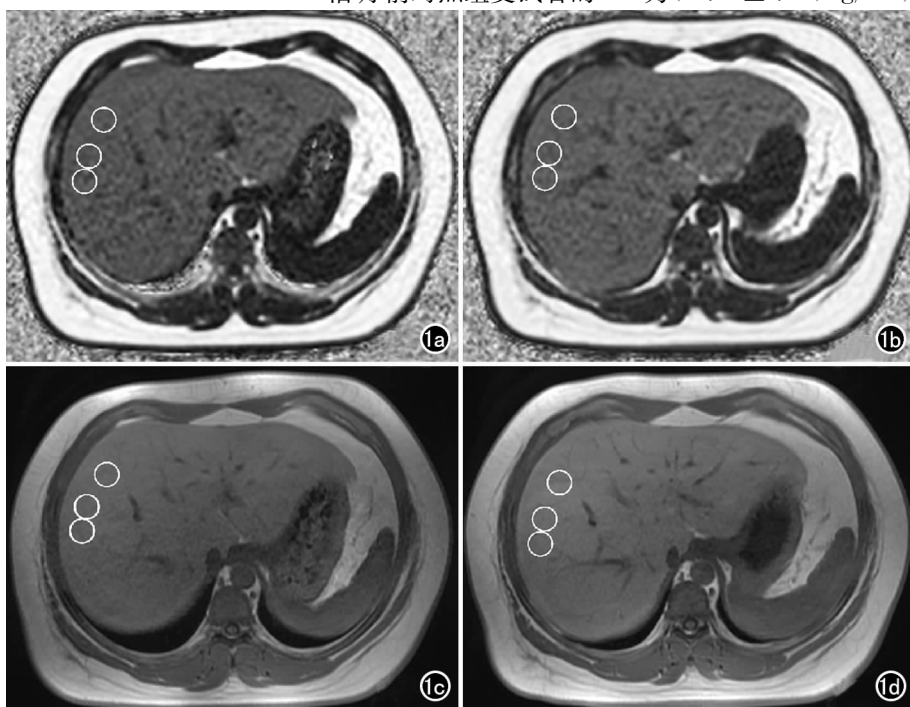


图 1 数据测量示意图,。选取 ROI 时,先在 c 图上选取 3 个 ROI,复制到 a 图和 d 图上,在 d 图稍微调整,避免血管,再复制到 b 图上,记录 a 图和 b 图上 3 个 ROI 的测量值。a) 治疗前肝脏的 FatFrac 图; b) 治疗前肝脏另一层面的 FatFrac 图; c) 与 a 图相同定位层面的 LAVA-FLEX 的 in-phase 相图; d) 与 b 图相同定位层面的 LAVA-FLEX 的 in-phase 相图。

治疗组为 $(28.94 \pm 4.05) \text{ kg/m}^2$, 两组间差异无统计学意义 ($t = 0.289, P = 0.776$)。治疗后对照组受试者的 BMI 为 $(28.67 \pm 4.90) \text{ kg/m}^2$, 与治疗前差异无统计学意义 ($t = -2.015, P = 0.079$); 治疗后治疗组受试者的 BMI 为 $(27.72 \pm 4.22) \text{ kg/m}^2$, 与治疗前差异有统计学意义 ($t = 2.860, P = 0.017$)。对照组 BMI 的变化与治疗组 BMI 的变化差异有统计学意义 ($t = 3.385, P = 0.005$, 图 2)。

治疗前 20 例受试者的肝脏 PDFF 值的中位数为 6.22%, 范围为 1.88% ~ 24.01%; 9 例对照组受试者的 PDFF 值的中位数为 6.80% (2.04%, 12.91%), 11 例治疗组受试者的 PDFF 值的中位数为 5.64% (2.69%, 15.92%), 两组间差异无统计学意义 ($P = 0.456$)。

治疗前, 对照组各肝段 (I、II、III、IV A、IV B、V、VI、VII、VIII) 与治疗组的 PDFF 值差异均无统计学意义 ($P = 0.766, 0.882, 0.503, 0.603, 0.456, 0.456, 0.552, 0.824, 0.552$)。

治疗前, 所有受试者各肝段 (I、II、III、IV A、IV B、V、VI、VII、VIII) 的 PDFF 值两两比较差异均无统计学意义 ($P = 0.945$)。

治疗后, 对照组 III、IV A、IV B、V、VI、VII、VIII 的 PDFF 值有所下降, 但各肝段与治疗前相比, PDFF 值差异均无统计学意义 ($t = -0.178, -0.964, 0.107, -0.633, -0.480, -1.545, -0.740, -1.362, -1.149, P = 0.863, 0.363, 0.917, 0.544, 0.644,$

$0.161, 0.481, 0.210, 0.284$; 图 3、图 4)。

治疗后, 治疗组各肝段 (I、II、III、IV A、IV B、V、VI、VII、VIII) 的 PDFF 值与治疗前相比均有所下降, 并且 II、III、IV A、IV B、V、VI、VII、VIII 段的 PDFF 值与治疗前相比差异有统计学意义 ($t = -2.815, -2.456, -2.628, -2.351, -2.521, -2.481, -2.831, -2.649; P = 0.018, 0.034, 0.025, 0.041, 0.030, 0.032, 0.018, 0.024$); 治疗后, 治疗组各肝段 (I、II、III、IV A、IV B、V、VI、VII、VIII) 的 PDFF 值分别下降 2.5%、3.1%、2.1%、4.2%、1.8%、2.1%、2.3%、2.2%、3.2%, 各肝段 PDFF 值的变化两两比较差异均无统计学意义 ($P = 0.953$, 图 5、图 6)。

讨 论

以往研究表明针灸能有效减低肥胖患者的腰围、臀围、腰臀比、体重、BMI 等人体测量指标^[7]。本研究采用 BMI 评估疗效, 发现治疗组受试者的 BMI 降低, 对同一受试者针灸治疗前后采用 BMI 进行评估, 理论上较其他测量指标更为精确, 但是 BMI 也有其局限性, 并不能全面反映电针治疗法对肥胖患者内脏器官脂肪含量的影响。

PDFF 值是根据脂肪氢原子所占比例评估体素内的脂肪含量, 可基于 MRS 或 MRI 技术^[8], MRS 多采用单一体素, 且由于腹部器官的运动伪影以及扫描时间较长, 临床运用较少^[9]。而基于 MRI 的 PDFF 测量, 采用 IDEAL-IQ 技术, 是一种改进的 DIXON 技术, 可采

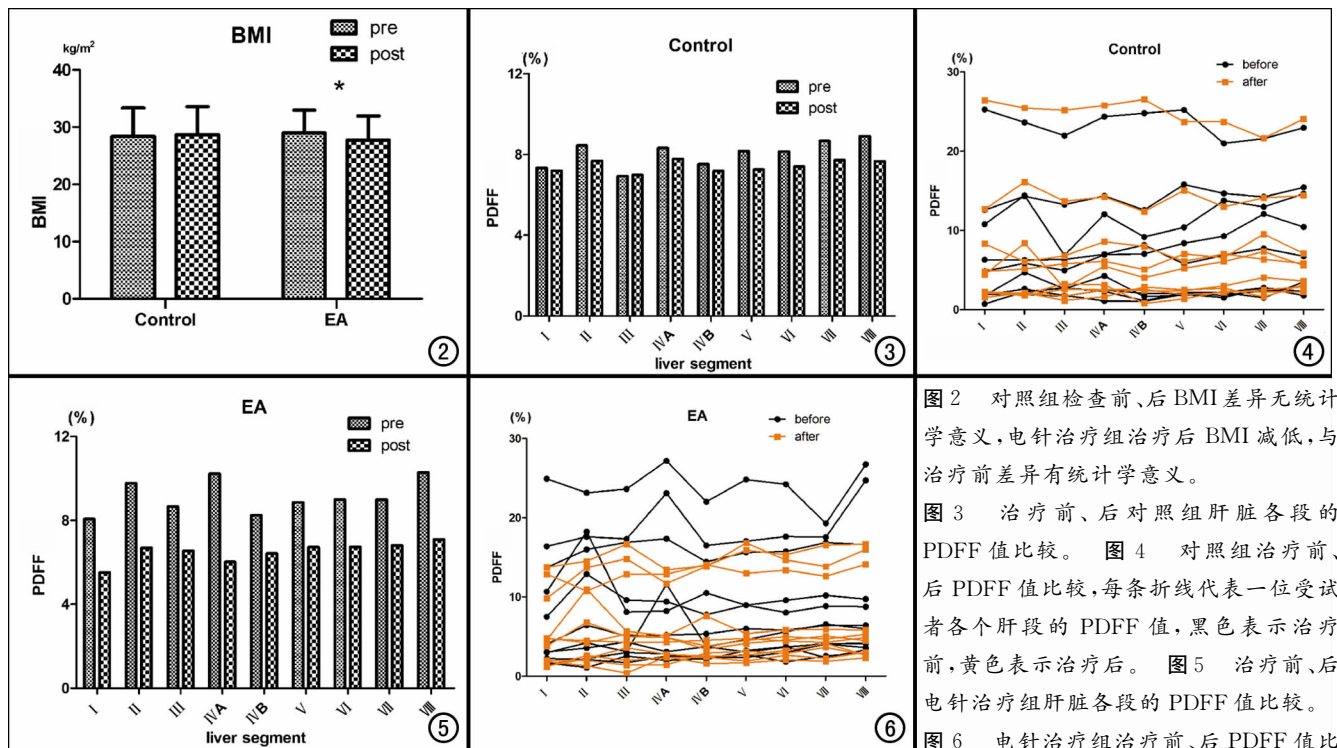


图 2 对照组检查前、后 BMI 差异无统计学意义, 电针治疗组治疗后 BMI 减低, 与治疗前差异有统计学意义。

图 3 治疗前、后对照组肝脏各段的 PDFF 值比较。图 4 对照组治疗前、后 PDFF 值比较, 每条折线代表一位受试者各个肝段的 PDFF 值, 黑色表示治疗前, 黄色表示治疗后。图 5 治疗前、后电针治疗组肝脏各段的 PDFF 值比较。

图 6 电针治疗组治疗前、后 PDFF 值比

较, 每条折线代表一位受试者各个肝段的 PDFF 值, 黑色表示治疗前, 黄色表示治疗后。

集非对称回波信号,校正 B0 磁场的均匀性,同时经过 T_2^* 校正,并且采用脂肪氢原子的精确脂峰模型^[10,11],与模型中脂肪浓度、动物肝脏组织化学分析及人体肝脏的 MRS 结果有更好的相关性^[12-15]。IDEAL-IQ 能在一次屏气内完成肝脏扫描,产生水像、脂像、同相位图像、反相位图像、脂肪分数图(FatFrac 图)及 T_2^* 图。

本研究在脂肪分数测量上从各个肝段选取 3 个 ROI,能更为全面、精细、客观地评估电针治疗后肝脏脂肪含量的变化,克服了以往研究仅取单一 ROI 因取样导致的结论误差^[16]。本研究同时发现针灸减肥治疗后各个肝段的脂肪含量均有下降,其中 II、III、IV A、IV B、V、VI、VII、VIII 段的 PDFF 值与治疗前比较,差异有统计学意义。最近的研究多采用肝脏影像分段方法,测量整个肝段的信号,本研究并未采用,其一是因为扫描范围的限制,部分受试者肝脏上下径偏大,不能全部包含于扫描野内,其二是没能采用与 IDEAL-IQ 序列相同间距、层厚的序列,以便于更精确地定位。本研究没有经肝脏穿刺的组织学证实,未应用此方法的原因是穿刺本身存在的缺陷,不仅有创,穿刺的组织也十分局限,还可导致取样误差。

综上所述,基于 MRI 的 IDEAL-IQ 序列可以评估电针治疗后肝脏脂肪含量的变化,电针治疗法能够降低肥胖患者的 BMI 和肝脏脂肪含量。

参考文献:

- [1] Pickett-Blakely O, Uwakwe L, Rashid F. Obesity in women: the clinical impact on gastrointestinal and reproductive health and disease management[J]. *Gastroenterol Clin North Am*, 2016, 45(2): 317-331.
- [2] Williams EP, Mesidor M, Winters K, et al. Overweight and obesity: prevalence, consequences, and causes of a growing public health problem[J]. *Curr Obes Rep*, 2015, 4(3): 363-370.
- [3] Liang CM, Hu H, Wang CX, et al. Randomized controlled clinical trials for acupuncture treatment of abdominal obesity[J]. *Zhen Ci Yan Jiu*, 2016, 41(2): 159-174.
- [4] 许育维. 单纯性肥胖临床基本证型分析与针灸辨证施治的临床研究[D]. 南京: 南京中医药大学, 2016.
- [5] Di Martino M, Pacifico L, Bezzi M, et al. Comparison of magnetic resonance spectroscopy, proton density fat fraction and histological analysis in the quantification of liver steatosis in children and adolescents[J]. *World J Gastroenterol*, 2016, 22(39): 8812-8819.
- [6] 雷红, 陈晓, 胡动刚, 等. 核磁共振成像评价“接力赛”电针法对腹型肥胖女性腹部脂肪的影响[J]. *针刺研究*, 2016, 41(5): 451-456.
- [7] 张宏, 彭芸, 刘祖祥, 等. MRI 及 ^1H -MRS 评估针灸治疗对肥胖儿童腹部脂肪和肝内脂质含量的影响[J]. *中国医学影像技术*, 2010, 26(11): 2127-2130.
- [8] Vu KN, Gilbert G, Chalut M, et al. MRI-determined liver proton density fat fraction, with MRS validation: comparison of regions of interest sampling methods in patients with type 2 diabetes[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2016, 43(5): 1090-1099.
- [9] 黄子星, 宋彬. 肝纤维化和脂肪变性的影像定量研究[J]. *放射学实践*, 2012, 27(2): 126-127.
- [10] Yu H, Shimakawa A, McKenzie CA, et al. Multiecho water-fat separation and simultaneous R_2^* estimation with multifrequency fat spectrum modeling[J]. *Magn Reson Med*, 2008, 60(5): 1122-1134.
- [11] Reeder SB, Robson PM, Yu H, et al. Quantification of hepatic steatosis with MRI: the effects of accurate fat spectral modeling[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2009, 29(6): 1332-1339.
- [12] Meisamy S, Hines CD, Hamilton G, et al. Quantification of hepatic steatosis with T_1 -independent, T_2 -corrected MR imaging with spectral modeling of fat blinded comparison with MR spectroscopy[J]. *Radiology*, 2011, 258(3): 767-775.
- [13] Hines CD, Yu H, Shimakawa A, et al. T_1 independent, T_2^* corrected MRI with accurate spectral modeling for quantification of fat: validation in a fat-water-SPIO phantom[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2009, 30(5): 1215-1222.
- [14] Hines CD, Yu H, Shimakawa A, et al. Quantification of hepatic steatosis with 3T MR imaging: validation in ob/ob mice[J]. *Radiology*, 2010, 254(1): 119-128.
- [15] 陈晓, 孟晓岩, 李晓娟, 等. 采用基于最小二乘法估计和不对称回波迭代分解水和脂肪成像序列定量评估水-脂模型中脂肪含量的可行性和准确性[J]. *中华放射学杂志*, 2015, 63(9): 704-707.
- [16] 袁放, 宋彬, 徐纓龙, 等. 梯度双回波和三回波技术定量分析肝脏脂肪含量的可行性研究[J]. *放射学实践*, 2012, 27(2): 128-131.

(收稿日期: 2017-02-26 修回日期: 2017-03-16)