

MSCT 重组在组织工程骨修复颅骨缺损畸形中的应用

李春和, 李新庆, 王有刚, 崔磊, 刘广鹏

【摘要】 目的:探讨利用 MSCT 观察组织工程骨修复外伤后颅骨缺损畸形的生长情况。方法:9 例颅骨缺损患者经组织工程骨的体外培养、构建后,进行手术回植到颅骨缺损区。分别于术前、术后 1 周和 3、6、12 个月进行 MSCT 及三维重组检查随访。结果:MSCT 扫描及三维骨重组能清晰显示颅骨缺损及组织工程骨。术后 1 周 MSCT 均显示骨缺损区被所植入的组织工程骨填充,头颅外形明显改善。术后 3~12 个月 CT 显示组织工程骨形成并修复骨缺损,新生骨与骨缺损断端融合。结论:MSCT 及其后处理重组可详细、直观地显示颅骨缺损及组织工程骨的生长情况。

【关键词】 组织工程; 颅骨缺损; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R683.5; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2012)09-0994-04

The application of multislice CT and postprocessing technique in repairing cranial defects with tissue-engineered bone LI Chun-he, LI Xin-qing, WANG You-gang, et al. Department of Radiology, Changzhou Second Hospital Affiliated Nanjing Medical University, Jiangsu 213000, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the application of MSCT and postprocessing technique in repairing cranial defects caused by trauma with tissue-engineered bone. **Methods:** After proliferated and constructed in vitro, tissue engineered bones were used for implantation in 9 patients with skull defect. Gross observation and 3D-CT reconstruction were performed in preoperative 1 week and postoperative 1 week and 3, 6, 12 months. **Results:** In the nine cases, cranial defects and tissue-engineered bones were clearly shown on MSCT and 3D reconstructions. Postoperative 1 week MSCT scan showed the defect was filled with engineered bone, and the gross appearance of skull was obviously improved. After 3 and 12 months, new bone formed and fused with host bone, then the defects were repaired. **Conclusion:** MSCT scan and postprocessing techniques can produces stereoscopic images of cranial defects and growth of tissue-engineered bone.

【Key words】 Tissue engineering; Cranial defects; Tomography, X-ray computed

因开放性颅脑损伤或颅内血肿清除减压术所造成的颅骨缺损患者由于脑组织丧失骨性屏障保护且缺损部位凹陷影响外观,需要行二期或限期手术予以修复。近年来随着医学科学的飞速发展,颅骨修补术也发生了根本性的变化:①修补材料经历了从人类的异位骨、异体骨、人工材料(三维钛网等)的应用过程^[1],特别是组织工程学的发展为临床颅骨缺损修复提供了新的思路;②CT 三维成像技术的临床应用。两者的有机结合使数字化颅骨修补术具有很大的优势。MSCT 及其后处理技术可以详细、直观显示颅骨缺损的解剖及组织工程骨的生长情况。我院于 2006 年 6 月—2010 年 1 月对 9 例外伤后颅骨缺损患者行组织工程骨修复术,同时以 MSCT 进行术前检查及术后随访。本文旨在探讨 MSCT 及其后处理技术在颅骨缺损修补术中的应用价值。

材料与方 法

1. 临床资料

本组男 7 例,女 2 例,其中 3 例为未满 18 岁的青少年,其余为成年患者,年龄 7~50 岁。9 例均为车祸外伤致颅骨缺损,病程 3~15 个月,平均 7.3 个月。所有患者术前均行 CT 检查,明确颅骨缺损范围及大小。缺损面积最小为 2.5 cm × 3.5 cm,最大为 7 cm × 8 cm。颞枕骨缺损 2 例、额颞骨缺损 3 例、额骨缺损 2 例(其中 1 例患者有 2 处额骨缺损)、颞骨缺损 1 例及颅顶骨缺损 1 例。采用的组织工程骨治疗方法经医院医学伦理委员会通过,并和患者签订知情同意书。

2. 方法

手术均在全麻下进行,按神经外科常规开颅手术方法暴露骨缺损区,彻底止血。将组织工程骨拼接、塑形以完全覆盖颅骨缺损,并使其与缺损边缘正常骨组织紧密接触。在缺损区四周正常骨组织上钻洞,用可吸收缝线将移植物与周围骨固定后,头皮下置负压引流,严密缝合软组织关闭创面。材料的大小经患者术前三维 CT 对照正常侧测量骨缺损的面积来确定。

组织工程骨体内成骨的评价:分别于术后 1 周、

作者单位:213003 江苏,南京医科大学附属常州市第二人民医院放射科(李春和、李新庆、王有刚);200241 上海,上海组织工程研究与开发中心(崔磊、刘广鹏)

作者简介:李春和(1970-),男,江苏常州人,硕士,副主任医师,主要从事医学影像诊断工作。

基金项目:常州市卫生局重大科研课题(ZD200610)、常州市科技局社会发展项目(CS2006201)

3、6、12个月进行MSCT检查随访,动态评价骨组织形成与修复效果。

检查方法:采用GE LightSpeed 64层螺旋CT机进行扫描,扫描参数:120 kV, 100 mA, 64i × 0.625mm, 螺距 1.375, 矩阵 512 × 512, 扫描层厚 5.00 mm, 重组层厚 1.25 mm, 重组间隔 1.25 mm。患者取仰卧位,头部置于定制的头架内,以OM为基线,扫描范围为全头颅,所有病例均行横轴面扫描。数据传入GE AW 4.2工作站后对颅骨进行图像后处理。重组技术以阴影表面显示(shaded surface display, SSD)为主,显示颅骨缺损及组织工程骨生长情况。

结果

MSCT三维骨重组图像能清晰显示颅骨缺损及组织工程骨。全部病例术后1周三维CT均显示骨缺损区被组织工程骨填充(图1、2),头颅外形明显改善,组织工程骨及支架的CT平均值约为(260±15)HU。本组1例50岁女性患者及1例36岁女性患者一侧颅骨缺损区术后3个月CT显示组织工程骨大部分吸收(图1),其余患者术后3个月CT平扫可见组织工程骨和邻近骨存在融合现象,组织工程骨密度较周围颅骨稍低,三维CT示植入的细胞材料复合物呈高密度影,提示组织工程骨形成并修复骨缺损区。术后6个月

CT显示组织工程骨与邻近骨融合,提示组织工程骨体内形成并修复骨缺损,CT平均值为(394±37)HU。术后12个月CT显示骨修复区均呈高密度影(图2),CT平均值为(576±45)HU。

讨论

1. 颅骨缺损修补材料的变化

组织工程骨技术是指从患者骨髓组织中分离获取自体骨髓基质干细胞,经体外培养扩增后诱导分化为成骨细胞,接种于具有一定三维孔隙结构的可降解支架材料,再回植修复骨缺损的一种治疗方法^[2]。随着支架材料在体内逐渐降解吸收并被新生骨取代,最终实现组织工程骨修复骨缺损。以往颅骨缺损的修复主要是以自体骨移植、异体骨移植及人工材料充填修复,这3种方法均有其自身无法克服的局限性。自体骨修复有如拆东墙补西墙,无形中又增加了患者创伤和感染的机会。同种异体骨由于排斥反应和骨吸收等,不能作为常规修复材料。人造材料由于与自身组织相容性差,易出现各种并发症,如头皮下积液、感染、材料裸露、诱发癫痫、假体浮动、外观形成明显的假体外形等,给患者带来心理和精神负担^[1,3]。

组织工程骨在颅骨缺损中的应用已体现出明显优势:从少量骨髓中分离,经体外大规模扩增后修复大块

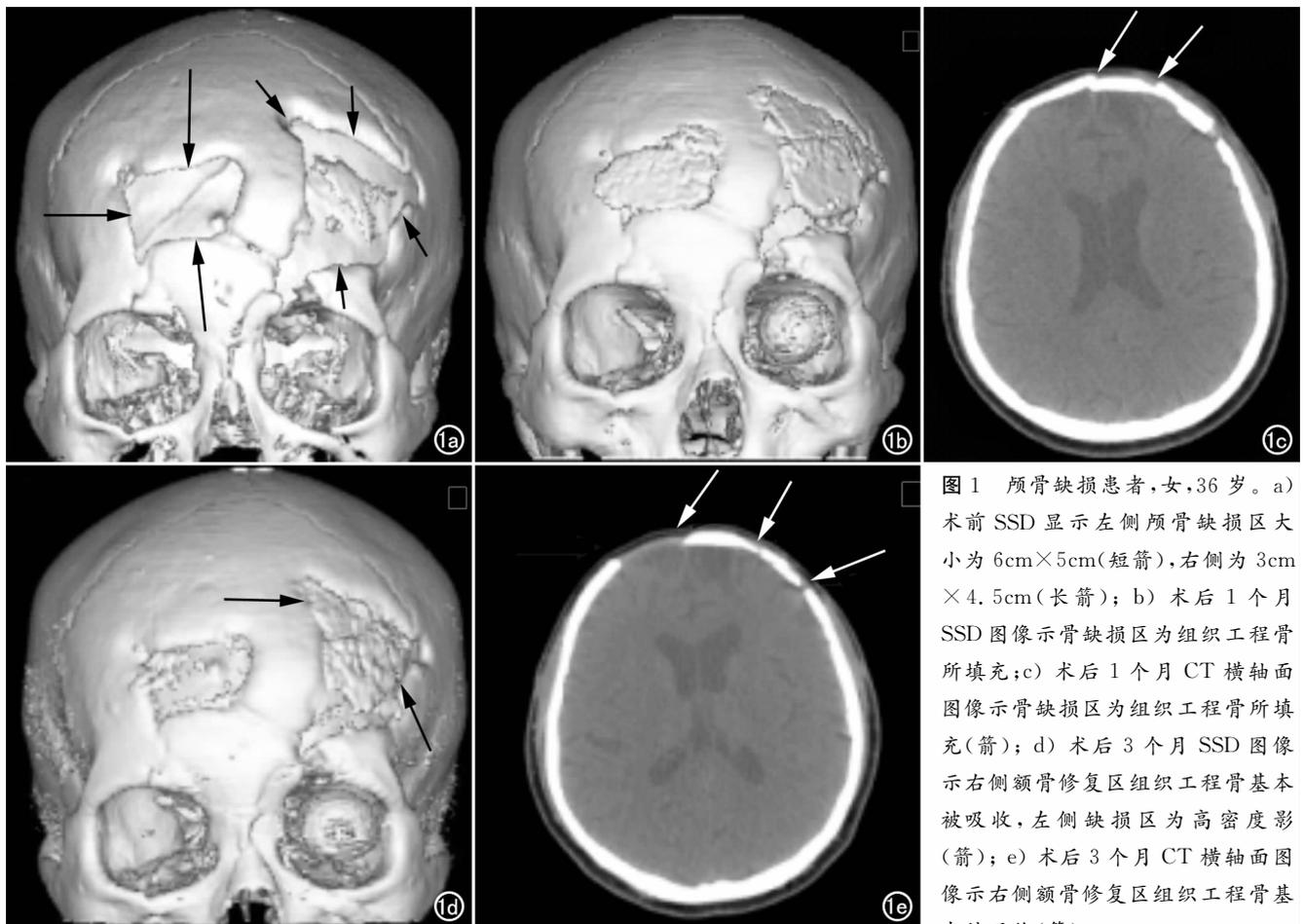


图1 颅骨缺损患者,女,36岁。a) 术前SSD显示左侧颅骨缺损区大小为6cm×5cm(短箭),右侧为3cm×4.5cm(长箭);b) 术后1个月SSD图像示骨缺损区为组织工程骨所填充;c) 术后1个月CT横轴面图像示骨缺损区为组织工程骨所填充(箭);d) 术后3个月SSD图像示右侧额骨修复区组织工程骨基本被吸收,左侧缺损区为高密度影(箭);e) 术后3个月CT横轴面图像示右侧额骨修复区组织工程骨基本被吸收(箭)。

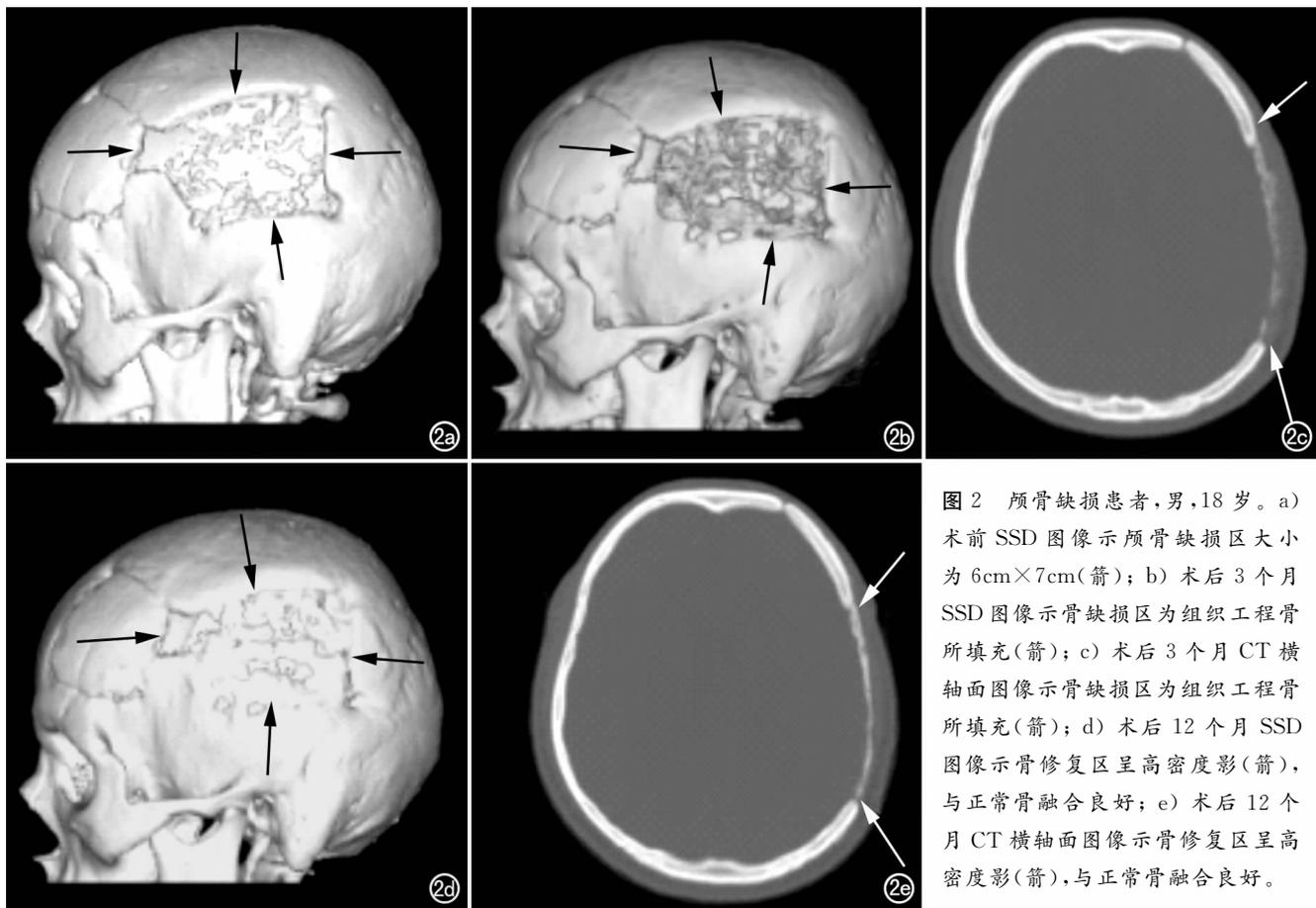


图2 颅骨缺损患者,男,18岁。a) 术前SSD图像示颅骨缺损区大小为6cm×7cm(箭); b) 术后3个月SSD图像示骨缺损区为组织工程骨所填充(箭); c) 术后3个月CT横轴面图像示骨缺损区为组织工程骨所填充(箭); d) 术后12个月SSD图像示骨修复区呈高密度影(箭),与正常骨融合良好; e) 术后12个月CT横轴面图像示骨修复区呈高密度影(箭),与正常骨融合良好。

骨缺损,解决了目前骨缺损治疗中供区骨来源不足的问题,避免了对自体骨供区的进一步损伤;本组8例经组织工程骨修复的颅骨缺损区随访稳定存在,并发挥其生理功能。和传统自体骨移植治疗方法相比,组织工程技术修复颅骨缺损可不受缺损面积的限制,不造成供区的组织缺损和功能障碍,因此可达到无创修复大面积骨缺损的目的,易于被患者接受^[4-5]。

2. MSCT在颅骨修补术中的应用

既往的重组手术一般是由医生在术前或在术中根据患者缺损部位的大小和形状,手工制作修补材料,在患者头颅上比较后反复修型、剪缝,直到符合患者缺损部位的要求,最后用螺钉固定,这就要求医生必须根据患者颅骨缺损的形状在手术台上尽快制造出修复体,但在实际手术过程中,因其塑型需要由术者根据自己的经验完成,往往带有极大的不确定性,手术完成也需较长时间。术后患者的外观改善波动性较大,特别是涉及皮下软组织较薄或没有毛发覆盖的额部和眼眶部,修复效果难以控制。

目前,计算机三维成像技术已被引入颅骨修补术,术前将MSCT平扫容积数据进行三维重组,然后利用计算机辅助设计技术/计算机辅助制造技术进行三维虚拟处理,进行颅骨自然曲面的表面绘制及个性化颅骨修补材料的数字制造,充分利用三维CT检查结果,

为患者精确地设计预制出个性化的修补材料,手术中成功地固定在患者头颅缺损区,这项技术实现了修补材料与缺损部位的精确结合,对脑组织可提供有效的力学保护,达到良好的治疗效果,还减少了患者的痛苦及治疗风险^[6-9]。本组因组织工程骨的基材较软,术前、术中根据颅骨缺损形态进行剪裁,完全填补缺损,故未进行此项工作。

3. MSCT扫描参数及后处理技术

选择合适的扫描参数对于组织工程骨的显示及后处理具有重要作用。一般而言,扫描层厚越薄,重组的图像越清晰、平滑,但同时扫描的层数和时间也相应增加,患者接受的辐射剂量就越大。在计算机辅助设计/制造技术中为了获得一个精确的置入体模型,CT扫描的层厚应 ≤ 5 mm,重组层厚应 ≤ 1 mm^[10]。本组扫描层厚为5 mm,重组层厚为1.25 mm,重组间隔为1.25 mm,明显提高了Z轴空间分辨率,且利于后处理技术克服重组图像伪影大的缺点,同时患者接受的辐射剂量并未明显增加。后处理技术有SSD、MPR、MIP和VR等,SSD是较常见的三维成像方法^[11-12],SSD图像立体感强,尤其适合骨骼等器官的形态显示,因为SSD重组表面数据仅为“全”或“无”,大量容积数据丢失。本组研究发现随着组织工程新生骨的生长,CT值逐渐增大,但仍然小于正常颅骨,因此成像

关键在于阈值的选择,因组织工程骨的CT值低于正常颅骨,如阈值过高,工程骨较薄处信息丢失,形成缺损;阈值过低,则周围软组织可能遮盖组织工程骨。由于骨皮质CT值 >250 HU,软组织CT值常 <100 HU,阈值下限在 $100\sim 250$ HU之间时(骨成像可忽略阈值上限),对于大部分骨成像并无影响^[12],本组以 100 HU为下限进行图像重组及处理,同时进行体格检查观察组织工程骨生长情况,较好地避免了图像观察的误差。VR重组是指对容积内不同像素施加不同的透明度,可透过透明部分观察其后方结构,实现三维立体效果,VR图像较为细致,但立体感欠佳,因此较常应用于各部位骨折的诊断,不适合个性化颅骨修补术前的数据重组。MIP是将每条投射线上的最大像素强度进行压缩,编码并投影到一个二维平面上,形成连续骨质影并以灰阶形式显示,反映组织的密度差异,MIP是叠加图像,不能反映组织结构的解剖纵深关系^[13]。MPR对各部位骨折显示最清晰,同时可以测量移位距离,对横轴面图像具有较好的补充作用,所以在个性化颅骨修补术中不采用MIP及MPR技术。

综上所述,MSCT为无间隔容积扫描,一次数据采集后并行后处理重组,既可用于计算机辅助设计及制造技术中个性化的颅骨修补术,又能详细、直观地显示颅骨缺损区及组织工程骨的生长情况。

参考文献:

- [1] 柳荣军. 修复颅骨缺损的材料选择[J]. 人民军医, 2005, 48(2): 111-112.
- [2] 李新庆, 王友刚, 崔磊, 等. 组织工程骨修复9例颅骨缺损畸形初步报道[J]. 中国口腔颌面外科杂志, 2010, 8(5): 396-400.
- [3] 候立军, 卢亦成, 于明琨, 等. 颅骨重建对创伤性颅骨缺损患者神经功能的影响[J]. 中华创伤杂志, 2004, 20(5): 772-773.
- [4] 柴岗, 张艳, 刘伟, 等. 组织工程骨在颅颌面骨缺损临床修复中的应用[J]. 中华医学杂志, 2003, 83(19): 1676-1681.
- [5] 曹谊林, 周广东, 刘伟, 等. 组织工程与创伤医学[J]. 中华创伤杂志, 2005, 21(1): 250-252.
- [6] 徐建军, 丁华山, 瞿鸿义, 等. 计算机三维重建EH复合型颅骨预制体修复额颞顶大面积颅骨缺损[J]. 中国临床实用外科杂志, 2006, 11(2): 748-749.
- [7] 季庆, 李佳, 郝继山, 等. 计算机辅助设计的个体化塑形钛网用于颅骨修补的临床研究[J]. 中华创伤杂志, 2007, 23(4): 250-252.
- [8] 詹明坤, 赵嘉琦, 穆雄铮, 等. 计算机辅助三维映射建模技术修复单侧颅骨缺损[J]. 中华整形外科杂志, 2008, 24(5): 350-352.
- [9] 陈德敏, 刘义荣, 刘俊. 应用快速成型技术重建人工颅骨[J]. 生物医学工程研究, 2009, 28(3): 215-218.
- [10] Winder J, Cooke RS, Gray J, et al. Medical rapid prototyping and 3D CT in the manufacture of custom made cranial titanium plates [J]. J Med Eng Technol, 1999, 23(1): 26-28.
- [11] 崔莹, 牛延涛, 王振常, 等. 多层螺旋CT后重组技术对检出颅底复杂骨折的价值[J]. 中国医学影像技术, 2009, 25(2): 313-315.
- [12] 宋志巍, 范家栋, 胡碧芳. 颌面骨螺旋CT扫描和三维重建参数的研究[J]. 临床放射学杂志, 2000, 19(1): 74-77.
- [13] 周泽俊, 高斌, 巢惠民. 多层螺旋CT及后处理技术诊断鼻骨骨折[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2008, 14(4): 299-302.

(收稿日期: 2011-11-04 修回日期: 2011-12-26)

欢迎订阅 2013年《放射学实践》

2009年《放射学实践》再次入选北京大学图书馆和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”成果——《中国核心期刊要目总览》特种医学类核心期刊。

《放射学实践》是由国家教育部主管, 华中科技大学同济医学院主办, 与德国合办的全国性影像学术期刊, 由国内著名影像专家郭俊渊教授担任主编, 创刊至今已28周年。本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向, 关注国内外影像医学的新进展、新动态, 全面介绍X线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果, 受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文统计源期刊、中国科学引文数据库统计源期刊, 在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中, 被评为《CAJ—CD规范》执行优秀期刊。

主要栏目: 论著、继续教育园地、研究生展版、图文讲座、本刊特稿、实验研究、影像技术学、外刊摘要、学术动态、读片追踪、病例报道、知名产品介绍、信息窗等。

本刊为月刊, 120页, 每册15元, 全年定价180元。

国内统一刊号: ISSN 1000-0313/CN 42-1208/R 邮政代号: 38-122

电话: (027) 83662875 传真: (027) 83662887

E-mail: fsxsj@yahoo.cn radio@tjh.tjmu.edu.cn 网址: http://www.fsxsj.net

编辑部地址: 430030 武汉市解放大道1095号 同济医院《放射学实践》编辑部