

• 图文讲座 •

冠状动脉解剖和粥样硬化性病变的 MSCT 血管造影

洪澄, 夏黎明, 吕滨, 漆剑频

【中图分类号】R814.42; R541.4; R322.1 【文献标识码】C 【文章编号】1000-0313(2004)06-0445-04

多层螺旋 CT (Multislice spiral CT, MSCT) 拓宽了非损伤性诊断冠心病的途径, 同时也给放射科和心血管医师带来了新课题, 即如何有效地利用该手段来提高冠心病的诊治水平, 系统地了解冠状动脉解剖和粥样硬化病变的 MSCT 表现则是诊断和治疗的基础。本文展示了主要冠状动脉和节段在 MSCT 造影不同平面上的解剖分布, 以及冠状动脉粥样硬化斑块、狭窄或闭塞和介入治疗的 MSCT 表现。

冠状动脉解剖的 MSCT 造影

冠状动脉源自升主动脉, 呈复杂的立体树状分布包绕心脏, 为心肌供血。由于冠状动脉管径细小(直径 ≤ 4 mm), 并紧随心肌在心动周期内搏动, 其成像需要很高的空间分辨率和时间分辨率。美国心脏协会将冠状动脉的树状结构划分成 15 个节段(图 1)^[1], 其中节段 13~15 直径 < 1.5 mm, 常因 CT 空间分辨率有限或造影增强效果不佳而难以在 CT 图像上显示。

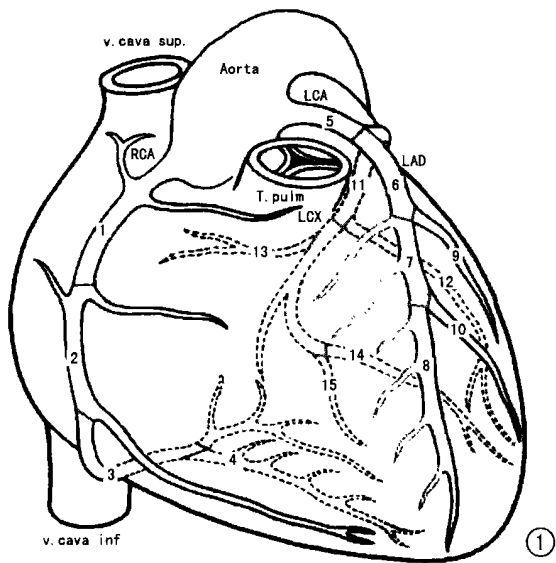


图 1 冠状动脉树状模型。右冠状动脉包括: 1 近段, 2 中段, 3 远段, 4 后降支; 左冠状动脉为节段 5, 分成左前降支和左旋支动脉。左前降支动脉包括: 6 近段, 7 中段, 8 心尖段, 9 第一斜支, 10 第二斜支; 左旋支动脉包括节段 11~15: 11 近段, 12 钝缘支, 13 远段, 14 侧后支, 15 后降支。Aorta 主动脉; V. cava sup 上腔静脉; V. cava inf. 下腔静脉; T. pulm 肺动脉主干。

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(洪澄、夏黎明、漆剑频, 洪澄现在美国圣路易斯, 华盛顿大学医学院放射科); 100073, 北京中国医学科学院、协和医科大学、阜外心血管医院放射科(吕滨)

作者简介: 洪澄(1972-) , 男, 广东人, 博士, 主治医师, 主要从事心血管影像研究工作。

1. 左冠状动脉

左冠状动脉始于左主动脉窦, 长约 1.5~2.0 cm, 与成像平面平行或轻度偏向头侧, 它向左绕行于肺动脉主干后方(图 2a), 形成叉部, 分出左前降支和左旋支动脉。

2. 左前降支动脉

左前降支动脉的起始段(节段 6)位于肺动脉主干后方, 它向左前行于肺动脉主干和左心耳之间, 在前室间沟延续为中段(节段 7)和心尖段(节段 8), 并于近中段处分出第一、二斜支(节段 9 和 10)(图 2b)。左前降支动脉的近段往往是第一个出现在 CT 扫描野中的节段, 随后才是左主冠状动脉。

3. 左旋支动脉

左旋支动脉发自左主冠状动脉, 它的近段(节段 11)很短, 很快向后成角穿过左心耳的下方进入左房室沟, 在此向左前方分出三支钝缘支(节段 12), 其中第二支最为粗大, 在 CT 图像上常可显示(图 3a,b)。左旋支动脉继续下行, 在向左前分出侧后支(节段 14)后(图 3c,d), 向右后延续为远段(节段 13)。左旋支动脉的远段和它的另一分支后降支(节段 15)非常细小, 不易显示。

3. 右冠状动脉

右冠状动脉源于右主动脉窦, 其近段(节段 1)首先平行穿过右室流出道和右心耳之间隙至右房室沟(图 3a), 然后向下垂直于成像平面延续为中段(节段 2), 中段全程在 CT 轴位像上仅呈现其横断面(图 3b)。远段(节段 3)恰始于其属支急缘支的上方, 沿心脏膈面向左后方走行(图 3c,d), 相继发出房室结支和后降支(节段 4)后终止于左房室沟里, 其中后降支和中心静脉一起在后室间沟中向前伴行(图 3e)。

右冠状动脉成像一直是 CT (包括 MSCT 和电子束 CT) 的技术难题, 该血管特殊的解剖部位常使影像质量受到影响。冠状动脉的搏动是一种复杂的三维空间运动, 实验研究表明冠状动脉搏动的速率在水平方向即 CT 成像平面上大于其它方向, 而右冠状动脉中段恰好垂直于成像平面, 其搏动强于其它节段^[2]; 目前 MSCT 冠状动脉造影存在一个局限性即当患者心率过快时图像质量会因运动伪影而下降^[3], 尤其在右冠状动脉中段更为显著(图 4)。此外, 右冠状动脉中段图像有时还受到右心房内对比剂涡流形成的放射状伪影的干扰。心膈面由于紧邻肝脏等腹部脏器, 其图像噪声大于其它平面^[4], 这对右冠状动脉的远段和后降支的评价也有一定影响。

冠状动脉 MSCT 造影三维重建

MSCT 冠状动脉造影采用薄层高分辨率扫描技术, 并利用心电门控技术减少运动伪影, 其图像质量较传统 CT 有明显提

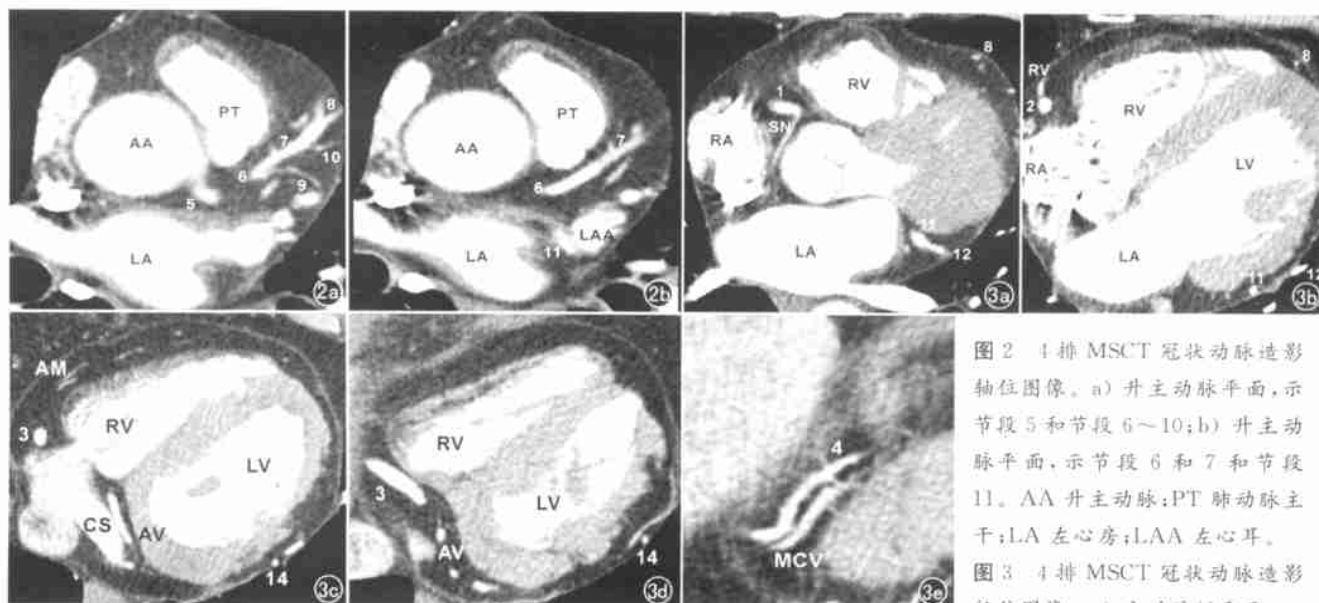


图 2 4 排 MSCT 冠状动脉造影轴位图像。a) 升主动脉平面, 示节段 5 和节段 6~10; b) 升主动脉平面, 示节段 6 和 7 和节段 11。AA 升主动脉; PT 肺动脉主干; LA 左心房; LAA 左心耳。

图 3 4 排 MSCT 冠状动脉造影轴位图像。a) 主动脉瓣平面, 示节段 11、12, 节段 1 和属支窦结支 (SN) 以及节段 8; b) 上心室平面, 示节段 11、节段 12, 节段 2 和支右室支 (RV) 以及节段 8; 右心房 (RA) 内不均匀的高密度影为对比剂形成的涡流所致; c) 心室平面和 d) 下心室平面, 示节段 14 和节段 3 及属支左缘支 (AM) 和房室结支 (AV); e) 心膈面示节段 4 和伴行的中心静脉 (MCV)。LV 左心室; CS 冠状动脉窦。

高, 这为重建高质量的冠状动脉三维图像提供了保障。随着图像后处理技术的发展, 图像三维重建被越来越多地用来辅助疾病诊断和治疗前后的评价。在冠状动脉 CT 成像中最常用的三维重建技术包括容积重建、最大强度投影和曲面图像重组等, 它们能根据医师的需求在不同方位模拟出冠状动脉的自然解剖形态, 与横断面图像形成空间上的互补, 提供大量的诊断信息。在临床中最实用的两个 CT 图像重建体位是选择性导管冠状动脉造影采用的左前斜位和右前斜位, 分别显示右冠状动脉 (图 5a) 和左冠状动脉 (图 5b) 系统, 两种方法的检查结果遂可以比较。

冠状动脉粥样硬化性病变和介入治疗的 MSCT 造影

1. 冠状动脉狭窄或闭塞

发现和定量分析粥样硬化性病变所致的冠状动脉狭窄及

程度是 MSCT 冠状动脉造影的首要适应证。4 排 MSCT 在评价显著性冠状动脉狭窄 (狭窄 > 50%) 方面虽有不俗的结果, 但仍有相当一部分的冠状动脉节段因呼吸和心脏运动伪影、弥漫性钙化、管径细小和对比剂增强效果不佳等因素而不能得到评价, 目前最新的 16 排 MSCT 也许能克服其中部分局限。在最近发表的两篇与选择性导管冠状动脉造影的对比报道中^[5,6], 16 排 MSCT 造影对显著性冠状动脉狭窄的敏感度和特异度分别高达 92%~95% 和 86%~93%, 而因影像质量问题不能分析的节段比例低于 10%, 这些指标表明 MSCT 诊断冠状动脉狭窄的能力有明显提高。对临床上大多数病例, 16 排 MSCT 能扫描出高质量的图像以保证对冠状动脉狭窄甚至闭塞的准确诊断 (图 6)。另外, 有重要临床意义的一点是 MSCT 造影对排除显著性冠状动脉狭窄有极高的符合率 (98%), 它有望替代冠状动脉导管造影独立地对无症状高危人群、非典型性胸痛和心

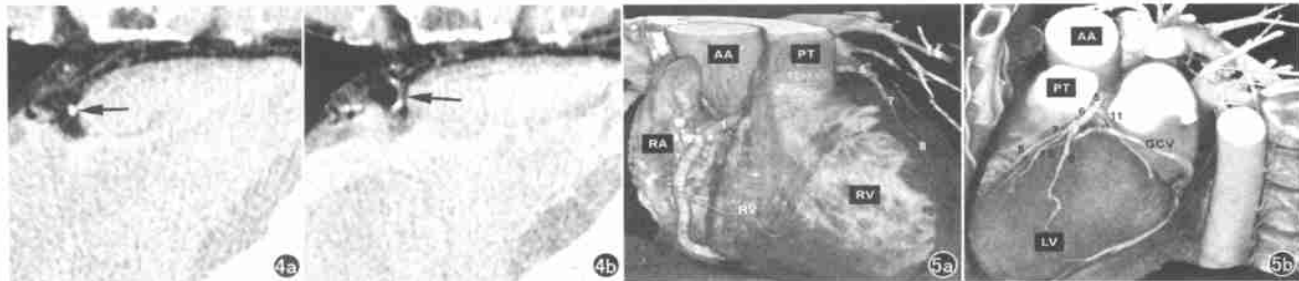


图 4 4 排 MSCT 冠状动脉造影轴位图像。a) 示正常节段 2 横断面 (箭); b) 示该节段因运动伪影干扰而变形 (箭)。

图 5 MSCT 冠状动脉造影容积重建图像。a) 4 排 MSCT 冠状动脉造影, 左前斜位示节段 1~3 和属支右室支 (RV) 以及节段 6~8; b) 16 排 MSCT 冠状动脉造影, 右前斜位示节段 5, 节段 6~10 和节段 11 以及心大静脉 (GCV)。AA 升主动脉, PT 肺动脉主干, RA 右心房, RV 右心室, LV 左心室。

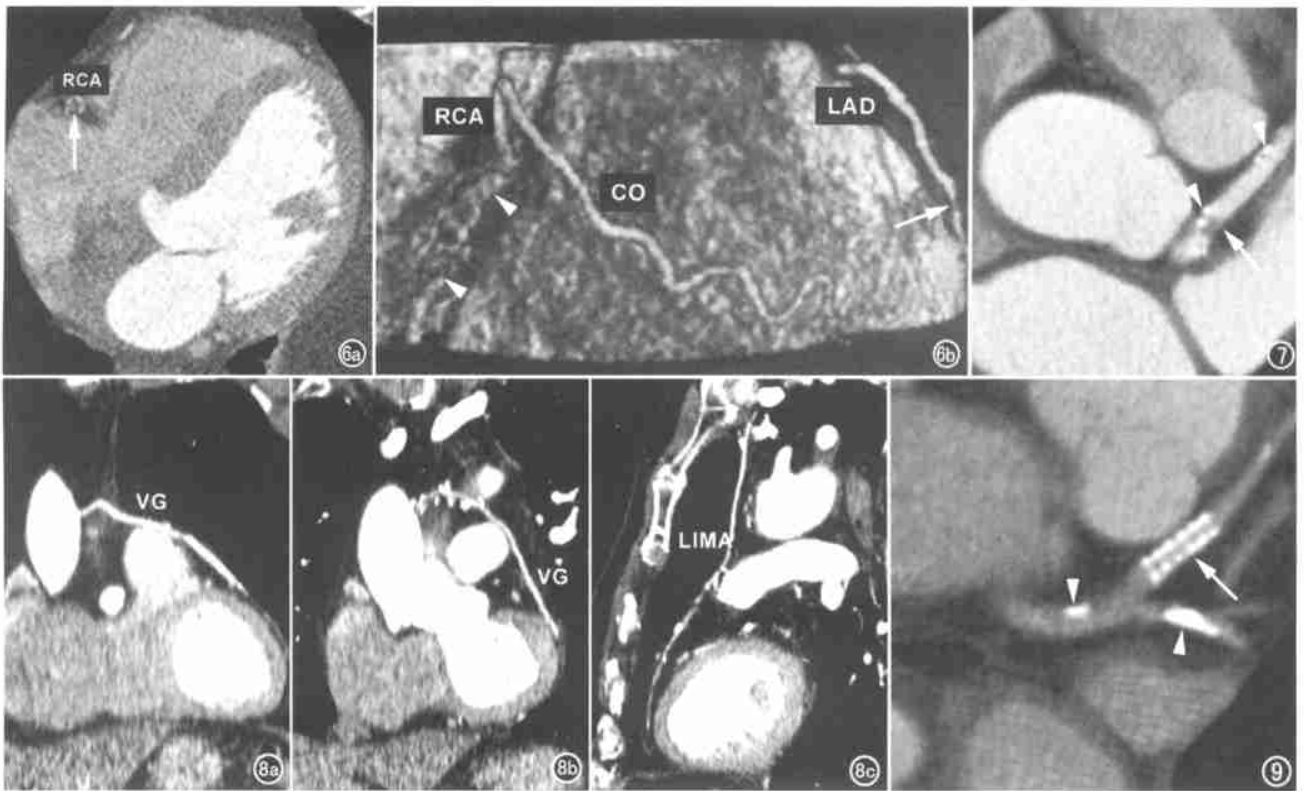


图 6 高血压和陈旧性心肌梗死, 16 排 MSCT 冠状动脉造影。a) 轴位像示扩张的右冠状动脉和管腔内血栓栓子的低密度影(箭); b) 容积重建示右冠状动脉中段闭塞(箭头), 在其近段有一粗大的侧支动脉形成; 左前降支动脉远段有串珠样显著性狭窄形成(箭)。RCA 右冠状动脉, CO 侧支动脉, LAD 左前降支动脉。图 7 不稳定型心绞痛。16 排 MSCT 冠状动脉造影, 轴位像清晰显示左前降支动脉近段一低密度纤维斑块(箭)和斑点样钙化(箭头)。图 8 冠状动脉搭桥术后的 16 排 MSCT 冠状动脉造影。曲面图像重组示静脉搭桥血管(VG)和左内乳动脉搭桥血管(LIMA)走行全程, 血管内对比剂充盈良好。图 9 冠状动脉支架置入术后的 16 排 MSCT 冠状动脉造影。曲面图像重组示支架置于左前降支动脉近段, 高密度的支架壁呈“铁轨”征(箭), 通畅的支架内腔清晰可见; 左主冠状动脉和左旋支动脉近段可见致密的钙化斑块(箭头)。

电应激试验呈非特异性的患者进行梗阻性冠心病的排查。

2 冠状动脉粥样硬化斑块

冠状动脉粥样硬化斑块的进展和分期具有重要的临床诊断和治疗意义。粥样硬化斑块的影像学分类是根据血管内超声作出的, 包括富含脂类斑块(亦称软斑块)、纤维斑块和钙化斑块三类。钙化和纤维斑块趋于稳定, 而软斑块则易破裂, 特别是在脂类含量超过 40% 和斑块的纤维帽很薄的情况下^[7]。斑块破裂引起不稳定型心绞痛并继发冠状动脉栓塞和闭塞。长期以来, 具损伤性的血管内超声是唯一能区分粥样硬化斑块构成的检查手段。最近, 研究者们发现在 4 排 MSCT 冠状动脉造影图像上各类斑块可依据密度差而区分开来^[8], 富含脂类斑块、纤维斑块和钙化斑块的 CT 值范围分别为 -42 ~ 47、61 ~ 112 和 > 120 HU, 此结果与血管内超声有良好的相关性。16 排 MSCT 在空间分辨率上有进一步提高, 减小了部分容积效应, 使斑块的密度测量更为精确(图 7), 斑块的脂核和纤维帽等结构也有可能得以显示。

3 冠心病介入治疗的 MSCT 造影随访

MSCT 冠状动脉造影具有检查快速、费用低和无创性等优势, 这些优势将有助于它成为冠心病介入治疗术后的随访检查

手段, 比如冠状动脉支架置入术和冠状动脉搭桥术后的随访, 研究者们正致力于研究和提高 MSCT 冠状动脉造影对此领域的诊断准确性。冠状动脉搭桥术的 MSCT 随访已是一项较为成熟的技术, 4 排 MSCT 对移植血管通畅情况的诊断具有极高的敏感度(98%)和特异度(99%)^[9], 16 排 MSCT 会有更好的结果(图 8)。冠状动脉支架的成像是 MSCT 面临的挑战, 以往电子束 CT 根据支架近远端冠状动脉内对比剂增强的强度和时间的变化关系间接推测支架是否通畅或有无再狭窄, 该方法常受技术因素的制约, 诊断价值有限。4 排 MSCT 已显示了在此领域的潜力^[10], 而拥有亚毫米级的空间分辨率(0.5 mm × 0.5 mm × 0.6 mm)的 16 排 MSCT 将可能显示支架内腔, 直接和客观地判断冠状动脉支架是否通畅或有无再狭窄(图 9)。

近年来, MSCT 造影显示冠状动脉解剖和粥样硬化病变的能力随着技术的改进在不断地提高, 这同时也大大加强了非损伤性影像检查手段在冠心病诊断中的地位和作用。

参考文献:

- [1] Austen WG, Edwards JE, Frye RL, et al. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease: report of the ad hoc committee for grading of coronary artery disease, council on cardio-vascular medicine, American Heart Association. *Circulation* 1992; 85: 499-511.

- lar surgery, american heart association[J]. Circulation, 1975, 51(suppl 4): 5-40.
- [2] Lu B, Mao S, Zhuang N, et al. Coronary artery motion during the cardiac cycle and optimal ECG triggering for coronary artery imaging[J]. Invest Radiol, 2001, 36(5): 250-256.
- [3] Hong C, Becker CR, Huber A, et al. ECG-gated reconstructed multi-detector row CT coronary angiography: effect of varying trigger delay on image quality[J]. Radiology, 2001, 220(3): 712-717.
- [4] Raggi P, Callister TQ, Cool B. Calcium scoring of the coronary artery by electron beam CT: how to apply an individual attenuation threshold[J]. AJR, 2002, 178(2): 497-502.
- [5] Nieman K, Cademartiri F, Lemos PA, et al. Reliable noninvasive coronary angiography with fast submillimeter multislice spiral computed tomography[J]. Circulation, 2002, 106(16): 2051-2054.
- [6] Ropers D, Baum U, Pohle K, et al. Detection of coronary artery stenoses with thin-slice multi-detector row spiral computed tomography and multiplanar reconstruction[J]. Circulation, 2003, 107(5): 664-666.
- [7] Vimmani R, Kolodgie FD, Burke AP, et al. Lessons from sudden coronary death: a comprehensive morphological classification scheme for atherosclerotic lesions[J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2000, 20(5): 1262-1275.
- [8] Schroeder S, Kopp AF, Baumbach A, et al. Noninvasive detection and evaluation of atherosclerotic coronary plaques with multislice computed tomography[J]. J Am Coll Cardiol, 2001, 37(5): 1430-1435.
- [9] Ropers D, Ulzheimer S, Wenkel E, et al. Investigation of aortocoronary artery bypass grafts by multislice spiral computed tomography with electrocardiographic-gated image reconstruction[J]. Am J Cardiol, 2001, 88(7): 792-795.
- [10] Nieman K, Lighthart JM, Serruys PW, et al. Left main rapamycin-coated stent: invasive versus noninvasive angiographic follow-up[J]. Circulation, 2002, 105(18): 130-131.

(收稿日期: 2003-10-15 修回日期: 2004-01-14)

新三峡 新实践

《放射学实践》第四届全国放射学术会议正式通知

中华医学会放射学分会与《放射学实践》主办的“新三峡 新实践”——第四届全国放射学术会议定于 2004 年 9 月 17~20 日在宜昌市葛洲坝宾馆召开。现将有关具体事项通知如下:

一. 会议内容

1. 全国著名老、中、青专家专题学术报告
2. 论文交流

会议形式: 专题报告(30 分钟/人), 其他时间为会议交流。欢迎提供影像医学相关论文。所有征文经专家评审通过, 将以摘要或全文形式收入《放射学实践》增刊; 优秀论文正刊发表, 论文发表另行收取发表费。出席会议者将授予国家继续教育 I 类学分 8 分并颁发证书。

二. 时间、地点及费用

日期: 2004 年 9 月 17~20 日 地点: 湖北宜昌市夷陵大道 葛洲坝宾馆

报到: 9 月 17 日 撤离: 9 月 20 日上午 12:00 以前 会务费: 800 元(含资料费和学分证书), 食宿费用自理

请认真填写回执, 务必于 2004 年 8 月 15 日前将回执寄至:

430030 湖北省武汉市解放大道 1095 号同济医院《放射学实践》编辑部

电话/传真: 027-83662875 E-mail: radio@tjh.tjmu.edu.cn

三. 交通

本次会议不设接站, 您前往会场可以选择: ①三峡机场——葛洲坝宾馆: 乘机场大巴至城区, 费用 20 元; 乘出租车到达, 费用 80 元左右。②火车站——葛洲坝宾馆: 乘 9 路公汽到达宾馆后门, 费用 1 元; 乘出租车到达, 费用 5 元。③长途汽车客运站——葛洲坝宾馆: 乘 9 路公汽到达宾馆后门, 费用 1 元; 乘出租车到达, 费用 5 元。④大公桥水陆客运站——葛洲坝宾馆: 乘 8 路公汽到达宾馆大门, 费用 1 元; 乘 3 路、4 路公汽到达宾馆后门, 费用 1 元; 乘出租车到达, 费用 6 元。

葛洲坝宾馆市场营销部联系电话: 0717-8860467 联系人: 王兰英



二〇〇四年五月