

多层螺旋 CT 在心肌桥诊断中的应用及优势

凌志青 曾蒙苏 程伟忠 饶圣祥 杨姗 陈刚

【摘要】 目的 探讨多层螺旋 CT(MSCT) 在心肌桥中的诊断能力。方法 对 51 例临床怀疑为冠状动脉粥样硬化性心脏病的患者进行了 MSCT、常规冠状动脉造影(CAG) 以及血管内超声检查(将后 2 种检查方法统称为创伤性技术), 共 82 支冠状动脉, 其中的 80 支冠状动脉无明显伪影, 可供评价。分别统计 MSCT 对心肌桥检出的敏感度、特异度和准确度。观察者间的一致性检验采用 Cohen Kappa 检验方法。结果 CAG 及血管内超声共发现 26 例心肌桥, 所有心肌桥均发生于左前降支中段附近。MSCT 正确检出 26 例前降支心肌桥中的 23 例, 其敏感度 88% (23/26), 特异度 96% (52/54), 准确度 94% (75/80), 2 名医师对心肌桥的检出 Kappa 值为 0.62。MSCT 尚检出 2 例心肌桥, 为创伤性技术所漏诊。将创伤性技术和 MSCT 综合结果作对照, 则 MSCT 心肌桥检出的敏感度、特异度和准确度分别为 89% (25/28)、91% (21/23) 和 90% (46/51)。结论 MSCT 作为一种无创性成像方法应用于心肌桥的诊断, 方法可行, 结果可靠。

【关键词】 冠状血管畸形; 体层摄影术, X 线计算机; 冠状血管造影术

The application and advantages of multi-slice CT in the diagnosis of myocardial bridging LING Zhi-qing, ZENG Meng-su, CHENG Wei-zhong, RAO Sheng-xiang, YANG Shan, CHEN Gang. Department of Radiology, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

Corresponding author: ZENG Meng-su, Email: zms@zshospital.net

【Abstract】 Objective To investigate the ability of electrocardiogram-gated multislice CT(MSCT) in the diagnosis of myocardial bridging. Methods Fifty-one patients(82 coronary arteries) with suspected coronary artery disease underwent multi-detector row CT, conventional coronary angiography and intravascular ultrasonography as well. The sensitivity, specificity and accuracy of MSCT for the detection of myocardial bridging were determined. The interobserver agreement was calculated by using Cohen's Kappa test. Results A total of 26 tunneled arteries exclusively located near the middle segment of left anterior descending coronary artery were found by coronary angiography and intravascular ultrasonography. Compared to the invasive methods, MSCT correctly detected 23 of 26 myocardial bridges with a sensitivity of 88% (23/26), specificity of 96% (52/54) and accuracy of 94% (75/80). The Kappa value for overall interobserver variation was 0.62. Two myocardial bridges diagnosed by MSCT were missed with the invasive method. With the results of invasive and non-invasive methods combined as the standard of reference, the overall sensitivity, specificity, and accuracy of MSCT in detecting myocardial bridging were 89% (25/28), 91% (21/23), and 90% (46/51), respectively. Conclusion As a non-invasive imaging modality, MSCT is feasible and reliable in the detection of myocardial bridging.

【Key words】 Coronary vessel anomalies; Tomography, X-ray computed; Coronary angiography

心肌桥(myocardial bridge, MB) 亦称为壁冠状动脉, 为常见的冠状动脉异常。正常冠状动脉行于冠状沟和室间沟的心包脏层(心外膜)下脂肪间隙中, 当其部分节段被心肌组织所覆盖, 则覆盖的心肌称作心肌桥, 而穿行于此心肌下的冠状动脉称作壁冠状动脉, 也叫隧道动脉。在以往常规冠状动脉造影(coronary angiography, CAG) 中, 因将其对管腔的压缩变化等间接征象作为主要观察指标, 发现率在

0.5% ~40.0% 不等, 往往低于尸检中的发现率, 后者一般在 15.0% ~85.0% 之间^[1-2]。绝大多数心肌桥患者临床无症状, 但有研究表明, 部分心肌桥同冠状动脉粥样硬化和心肌缺血具有一定关联, 偶尔还会导致心绞痛、急性冠状动脉综合征, 甚至猝死^[1-2]。目前临床上明确诊断依靠 CAG 和血管内超声(intravascular ultrasonography, IVUS) 检查, 由于二者具有创伤性, 费用昂贵, 一定程度上限制了在临床上的广泛开展。16 层和 64 层螺旋 CT 已广泛用于冠状动脉病变的初筛检查, 取得了临床上的广泛认同, 但有关心肌桥多层螺旋 CT(MSCT) 的相关文献国内

外报道不多^[3-8]。笔者通过对 51 例冠状动脉 MSCT 与 CAG 及 IVUS 的对照研究,旨在探讨无创性的 MSCT 对于心肌桥的诊断能力和准确性。

资料与方法

1. 临床资料:自 2004 年 5 月至 2006 年 2 月间,对在复旦大学附属中山医院就诊,临床怀疑为冠状动脉粥样硬化性心脏病(简称冠心病)的 51 例患者先后进行了 MSCT 冠状动脉 CT 血管成像(CTA)和 CAG 及 IVUS 检查。其中男 37 例,女 14 例,年龄 33 ~72 岁,平均 55 岁。所有患者均为窦性心律,并排除了对碘过敏和心肾功能衰竭者,其中 2 例为冠状动脉内支架置入术后患者。所有患者 MSCT 检查前 1 h 均口服美托洛尔 25 ~50 mg。

2. CT 技术:使用 Siemens Somatom Sensation 16 MSCT 机。定位片及平扫后进行回顾性心电门控增强冠状动脉 CTA。运用 Care-Bolus 软件,通过监控主动脉根部强化 CT 值来决定扫描延迟时间,阈值设置为 100 HU。肘前静脉注射对比剂碘普胺(370 mg I/ml) 80 ml,并继之以生理盐水 50 ml,注射流率为 5 ml/s。扫描条件:心电图脉冲调制下最高管电流 700 mAs, 120 kV,准直 0.75 mm, X 线管旋转时间 0.37 s/r,进床 3 mm/r。图像重组采用 1 mm 层厚,0.6 mm 间隔,卷积核(Kernel) B30f,视野(FOV) 150 mm×150 mm ~200 mm×200 mm,矩阵 512×512。重组之前先采用预览系列观察冠状动脉中段层面的多时相横断面图像,间隔 5%,共 20 幅(0 ~95%),把运动伪影最少的时相作为最优重组时相,部分患者于收缩期和舒张期分别选择。CT 图像后处理方式包括:薄层最大密投影(MIP)、多平面重组(MPR)、曲面重组(CPR)、容积再现(VR)以及血管截面图像。所有图像重组和后处理工作均于 Wizard 工作站进行。

3. CAG 及 IVUS:所有患者均于 CTA 检查后 1 周内行 CAG 及 IVUS 检查。采用 Innova 2000 数字减影机,IVUS 为机械旋转型 Clearview 或 Galaxy 2 显像仪(Boston Scientific Scimed, USA),IVUS 导管为 3.2 F、30 MHz 的 Ultracross 或 3.0 F、40 MHz 的 AtlantisTM,按照常规标准 Judkins 法进行选择 CAG 后,将 6 ~7 F 的大腔指引导管放置到冠状动脉口,冠状动脉内注射硝酸甘油 200 μg,静脉内注射肝素 3000 U 后,沿着 0.014 in(1 in = 2.54 cm)的引导钢丝将超声导管送入要检查的冠状动脉病变的远端,将超声导管与图像分析仪连接,缓慢从远端回撤导

管,将连续的、实时的 IVUS 图像同步记录在录像带上以供日后回放分析。

4. 图像分析:创伤性技术检查心肌桥的诊断标准分别为:(1) CAG 中收缩期心肌桥段血管受到挤压,出现典型的挤牛奶征或者跳跃征^[11];(2) IVUS 中桥段血管呈现特征性的半月现象^[7]。

由 2 名高年资放射科医师在不知 CAG 及 IVUS 结果的情况下独立评价 3 支冠状动脉 CTA 图像。诊断结果根据冠状动脉包埋于心肌情况分成 4 类:(1)肯定有(冠状动脉节段完全包埋于心肌下);(2)可能有(冠状动脉节段包埋于心肌部分 50%);(3)可疑有(冠状动脉节段贴紧心肌,包埋于心肌程度 < 50%);(4)肯定无(冠状动脉完全行于心外膜下脂肪内)(图 1 ~4)。

与创伤性技术对照时,如 2 名医师对 CTA 结果判断不一致,采用协商的办法,并于必要时细调窗值后取得一致意见。CT 上定量测量指标包括:(1)心肌桥段测量压缩最明显处冠状动脉管径;(2)远近端参考管径(以 1 cm 范围内测量);(3)心肌桥段血管长度。所有管径测量均避免于伪影层面进行。

5. 统计学方法:以创伤性技术(主要为 IVUS 结果)作为参考标准,统计 MSCT 诊断心肌桥的敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、准确度及阳性似然比,MSCT 诊断以(1)和(2)类结果(冠状动脉管腔嵌入心肌组织部分 50%)作为阳性结果。并同时采用 Cohen Kappa 检验判断 2 名观察者间的一致情况。

结 果

51 例患者完成 MSCT 检查均无明显并发症,平均心率(66 ±7)次/min,平均扫描时间(16.8 ±2.3) s。

1. MSCT 和创伤性检查技术冠状动脉中的心肌桥的结果:CAG 中,由于管腔严重狭窄闭塞、本身发育过于细小、介入操作开通效果不佳或临床放弃介入治疗等众多原因,IVUS 检查共检测了 82 支冠状动脉,包括 48 支左前降支、18 支左回旋支和 16 支右冠状动脉。IVUS 共诊断了 26 例心肌桥,均发生于左前降支中段附近(图 5)。

以创伤性检查(IVUS 为主)作为参考,MSCT 正确检出其中 23 例左前降支心肌桥(敏感度 88%),并排除了 20 例左前降支心肌桥(特异度 91%),阳性预测值 92%,阴性预测值 87%,准确度 90%,阳性似然比 9.73。如以总共 80 支 CT 可评判的冠状

动脉统计(2支右冠状动脉运动伪影显著,无法评价),敏感度88%,特异度96%,阳性预测值92%,阴性预测值95%,准确度94%,阳性似然比23.88(表1)。2名医师对心肌桥的诊断结果 Kappa = 0.62(表2)。

表1 多层螺旋CT血管成像和冠状动脉造影及血管内超声在80支冠状动脉中的心肌桥检出结果(支)

| 多层螺旋CT 血管成像 | 冠状动脉造影及血管内超声 | | | |
|----------------|--------------|------|------|-------|
| | 有心肌桥 | | 无心肌桥 | |
| | 左前降支 | 左前降支 | 左回旋支 | 右冠状动脉 |
| 肯定有 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| 可能有 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| 可疑有 | 2 | 6 | 4 | 5 |
| 肯定无 | 1 | 14 | 14 | 9 |
| 合计 | 26 | 22 | 18 | 14 |

表2 2名医师以截面上冠状动脉包埋50%作为阳性标准诊断心肌桥的一致性检验(支)

| 医师乙 | 医师甲 | | 合计 |
|------|------|------|----|
| | 有心肌桥 | 无心肌桥 | |
| 有心肌桥 | 18 | 8 | 26 |
| 无心肌桥 | 5 | 49 | 54 |
| 合计 | 23 | 57 | 80 |

2. MSCT和创伤性检查在51支左前降支中的心肌桥检出结果:本组中2例患者MSCT明确诊断为左前降支心肌桥,但创伤性检查中因近端管腔显著狭窄阻碍超声探头伸入,且对比剂通过不佳,而造成CAG及IVUS漏诊(图6~8),故以MSCT和创伤性检查(CAG+IVUS)综合诊断作为金标准,再次计算所有51例左前降支中,创伤性检查和MSCT检查的诊断价值(表3)。统计结果表明,创伤性检查(CAG+IVUS)中心肌桥检出敏感度93%,特异度100%,准确性96%;而MSCT敏感度89%,特异度91%,准确度90%。

MSCT上显示的25例心肌桥平均长度为(22.7±8.8)mm(6~40mm)。所有25例舒张期测量桥段冠状动脉管腔径及其远近端管腔径,其中18例还采用收缩期进行了测量,结果见表4。

MSCT发现的25例心肌桥中,15例合并冠状动脉粥样硬化病变,除1例外均累及左前降支,其中11例于前降支肌桥段血管近端可见粥样硬化改变,

3例合并前降支较广泛病变,但冠状动脉心肌桥段均显示正常(图9,10)。

51例中25例具有舒张期和收缩期双相重组图像,其中18例为有心肌桥者,MSCT上显示类似CAG中跳跃征象者11例,表现为桥段冠状动脉随着心脏进入收缩期而呈明显下陷改变,两端位于心肌表面脂肪内的正常冠状动脉段则相对移动不明显(图11,12);7例没有心肌桥者,前降支中出现类似表现者2例。

表3 创伤性检查和多层螺旋CT血管成像在51支左前降支中心肌桥的诊断结果(支)

| 诊断方法 | 综合诊断 | | 合计 |
|--------------|------|------|----|
| | 有心肌桥 | 无心肌桥 | |
| 冠状动脉造影+血管内超声 | | | |
| 有心肌桥 | 26 | 0 | 26 |
| 无心肌桥 | 2 | 23 | 25 |
| 多层螺旋CT血管成像 | | | |
| 有心肌桥 | 25 | 2 | 27 |
| 无心肌桥 | 3 | 21 | 24 |
| 合计 | 28 | 23 | 51 |

讨 论

一、心肌桥的解剖和临床

综合文献,心肌桥的发生相当常见,在CAG中的发现率平均为16%,尸检中发现率平均约为35%^[1,9]。一般心肌桥最多发生于左前降支中段,其深度多在10mm以下,长度则10~40mm不等^[1-2],通常分为表浅型和深型,其中表浅型占多数^[9]。结合本组情况,笔者推测MSCT上(1)类结果中部分可能为深型,而(2)类结果则接近于表浅型。

心肌桥临床可以表现为无症状到典型胸痛。静息心电图、负荷试验及核素检查等无创性检查,均缺乏特异度^[10]。创伤性检查中,CAG尽管可显示很具特征性的“挤牛奶征”,但仍存在一定的漏诊,这从其检出率明显低于尸检结果便得以说明。相对而言,IVUS可稳定显示隧道段动脉特征性的半月现象(理论上特异度可达到100%),目前被认为是诊断的金标准^[6,11-12],但其仍属创伤性检查,并且当桥段冠状动脉或其近端冠状动脉明显狭窄,超声探头不

表4 多层螺旋CT血管成像上心肌桥段冠状动脉及远近端管腔测量情况(mm)

| 心脏分期 | 例数 | 心肌桥近端管径 | | 心肌桥段管径 | | 心肌桥远端管径 | |
|------|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 柳±s | 范围 | 柳±s | 范围 | 柳±s | 范围 |
| 舒张期 | 25 | 3.0±0.5 | 2.1~4.0 | 2.2±0.3 | 1.5~2.7 | 2.5±0.4 | 1.8~3.3 |
| 收缩期 | 18 | 2.8±0.4 | 2.3~3.7 | 2.0±0.3 | 1.6~2.5 | 2.5±0.3 | 2.0~3.0 |

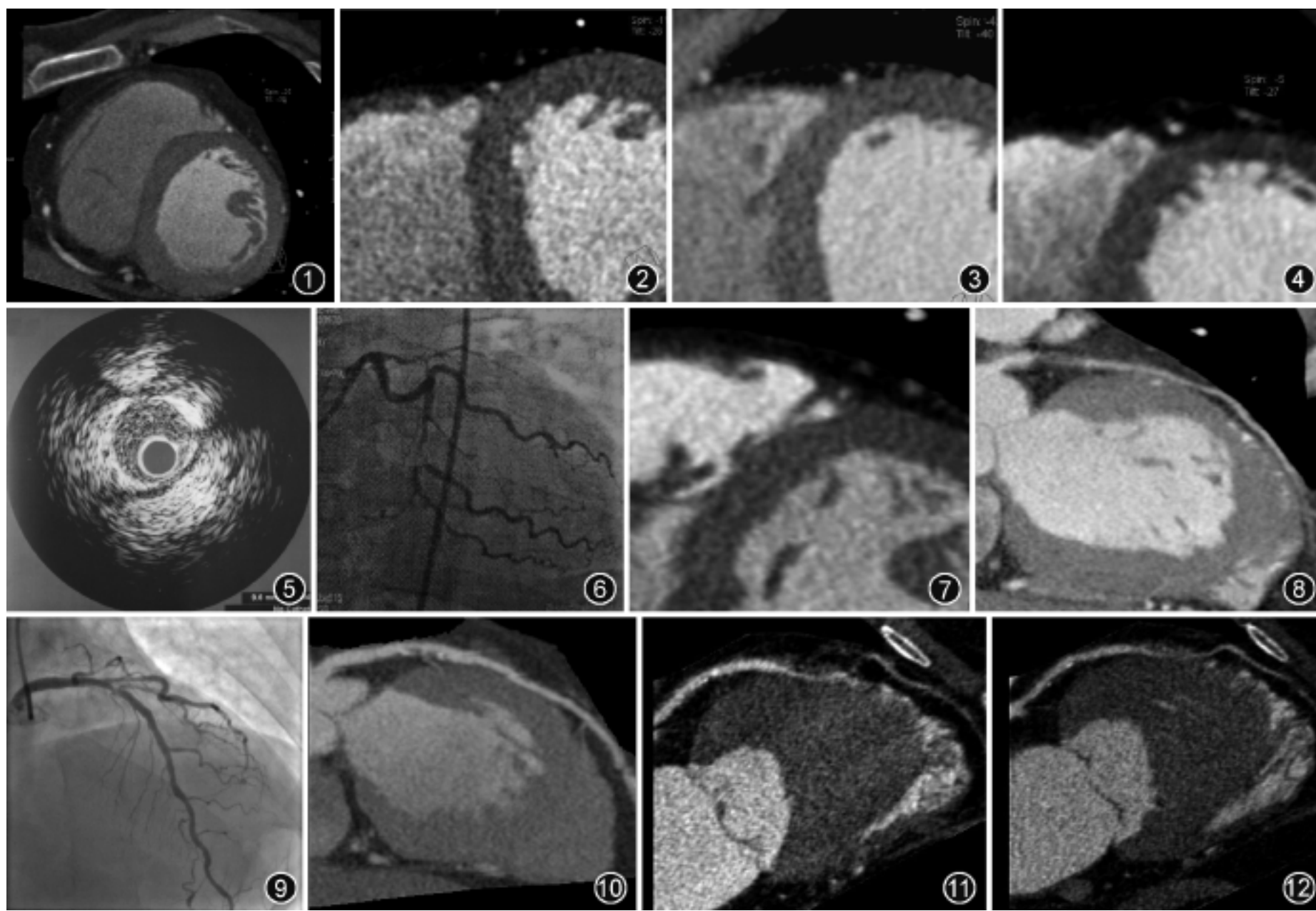


图 1 ~4 为多层螺旋 CT 血管成像观察冠状动脉于心肌内包埋情况的分类,图 1 ~4 分别为肯定有、可能有、可疑有及肯定无心肌桥。图 5 与图 1 为同一病例,左前降支中段心肌桥。血管内超声(IVUS)示清晰的半月征象。图 6 ~8 图 6 为冠状动脉造影(CAG),左前降支中段基本不能显示,近端的重度狭窄使 IVUS 无法进行。多层螺旋 CT(MSCT)的冠状动脉断面像明确诊断左前降支中段心肌桥(图 7),伴近端局部管腔基本闭塞(图 8)。图 9,10 左前降支中段心肌桥,合并近端冠状动脉粥样硬化病变。图 9 为 CAG 示左前降支近段相当于第 1 对角支开口处管腔狭窄,MSCT 的曲面重组(图 10)在显示上述对角支开口处管腔狭窄同时,还可发现管壁混合斑块,其远侧端冠状动脉节段形成心肌桥。图 11,12 左前降支中段心肌桥的曲面重组图像,图 11 为收缩期,图 12 为舒张期,CT 在显示覆盖于冠状动脉之上的心肌桥的同时,较好地显示了其在收缩期更为显著的下陷改变。

能进入时,其检查亦受限制。MSCT 则可克服上述缺点,有望成为临床上心肌桥新的诊断标准。

二、MSCT 对于心肌桥的诊断及其优势

MSCT 容积扫描结合回顾性心电门控技术,可于任意时相重组冠状动脉三维结构,综合了 IVUS 的断面成像和 CAG 的多时相分析管腔压迫情况的优势。首先,作为横断面成像工具,CTA 不仅能三维重现冠状动脉管腔,同时也能准确显示血管腔同邻近组织间的空间关系。CT 诊断心肌桥更多依靠显示桥段血管本身同心肌间的相互关系,而并非如 CAG 那样,通过管腔受压缩情况来间接判断,从而可避免了造成 CAG 漏诊的诸多因素^[4],因此,仔细查看 CT 冠状动脉截面图像尤为重要。本组中心肌桥的发现率较以往文献更接近尸检发现率(约 1/3)^[3-4,6],其中多数心肌桥通过合适的冠状动脉截面显像即可明确诊断,少数心肌桥冠状动脉包埋相

对不明显,确实造成一定确诊困难。Ge 等^[7]通过 IVUS 测得心肌桥厚度平均约为 0.5 mm,接近目前各向同性的 CT 的最小分辨率。分析以往文献中心肌桥的 CT 检出率不高,估计即与对心肌桥厚度判断过于理想化,导致部分较薄心肌桥的漏诊有关。因此,在 CT 上以厚度量化指标进行心肌桥诊断存在一定缺陷,这也是本研究采用截面上冠状动脉包埋情况作为诊断标准的主要原因。其他一些造成判断困难的原因包括:(1) 仍然无法完全克服的轻度搏动伪影;(2) 确实存在轻度嵌入,但无心肌纤维跨越现象;(3) 右冠状动脉及左回旋支心肌桥发生率,本组中未发现。其中运动伪影对于右冠状动脉的影响,左侧冠状沟内心大静脉干扰左回旋支显示,也可造成假阳性的结果。

此外,多时相三维重组可于舒张期和收缩期分别展示冠状动脉三维形态,并结合专门软件量化分

析血管腔的客观情况。如 Amoroso 等^[5]即认为舒张期和收缩期双相重组可以如 CAG 所示的“挤奶征”，更好地观察心肌桥段血管的受压缩改变。笔者认为，限于空间分辨率，目前 16 层 MSCT，舒缩双期下测得的桥段冠状动脉管径尚难分辨两者间的差距。然而双时相成像的意义更多在于显示类似 CAG 的另一特别征象“跳跃征”^[13]。随着心室舒缩交替，肌桥段冠状动脉相对远近端正常脂肪内血管具有更大跳动幅度，尤其收缩相上呈明显凹入状改变，这对于单纯依靠截面图像诊断可疑的患者无疑可以加大诊断可靠度，但必须指出，此征象也有假阳性，且观察时视角应尽可能同心肌表面相切。

但是，MSCT 仍然存在不足，对于心律不齐者，显示冠状动脉有一定影响；同时屏气差者，易产生运动伪影，极大影响冠状动脉显示；其次对于对比剂过敏者，亦不能行此项检查。

参 考 文 献

[1] M hlenkamp S, Hort W, Ge J, et al. Update on myocardial bridging. *Circulation*, 2002, 106: 2616-2622.
 [2] Alegria JR, Herrmann J, Holmes DR Jr, et al. Myocardial bridging. *Eur Heart J*, 2005, 26: 1159-1168.
 [3] 陈艳, 韩萍, 梁波, 等. 成年人先天性冠状动脉变异的多层螺旋 CT 诊断. *临床放射学杂志*, 2005, 24: 782-794.

[4] Goitein O, Lacomis JM. Myocardial bridging: noninvasive diagnosis with multidetector CT. *J Comput Assist Tomogr*, 2005, 29: 238-240.
 [5] Amoroso G, Battolla L, Gemignani C, et al. Myocardial bridging on left anterior descending coronary artery evaluated by multidetector computed tomography. *Int J Cardiol*, 2004, 95: 335-337.
 [6] Kantarci M, Duran C, Durur I, et al. Detection of myocardial bridging with ECG-gated MDCT and multiplanar reconstruction. *AJR*, 2006, 186(6 Suppl 2): S391-S394.
 [7] Ge J, Jeremias A, Rupp A, et al. New signs characteristic of myocardial bridging demonstrated by intracoronary ultrasound and Doppler. *Eur Heart J*, 1999, 20: 1707-1716.
 [8] 郭玉军. 壁冠状动脉与心肌桥的诊疗进展. *临床心血管病杂志*, 2005, 21: 636-638.
 [9] Ferreira AG Jr, Trotter SE, K nig B Jr, et al. Myocardial bridges: morphological and functional aspects. *Br Heart J*, 1991, 66: 364-367.
 [10] Stathaki M, Velidaki A, Koukouraki S, et al. Myocardial bridging in a patient with exertional chest pain. *Clin Nucl Med*, 2005, 30: 422-424.
 [11] Ge J, Erbel J, Rupprecht HJ. Comparison of intravascular ultrasound and angiography in the assessment of myocardial bridging. *Circulation*, 1994, 89: 1725-1732.
 [12] Bourassa MG, Butnaru A, Lesp éance J, et al. Symptomatic myocardial bridges: overview of ischemic mechanisms and current diagnostic and treatment strategies. *J Am Coll Cardiol*, 2003, 41: 351-359.
 [13] Eggebrecht H, M hlenkamp S. Images in clinical medicine: myocardial bridging. *N Engl J Med*, 2003, 349: 1047.

(收稿日期: 2007-12-06)

(本文编辑: 任晓黎)

第二届放射青年医师学术研讨会暨第一届 MR 功能成像学术研讨会征文通知

由《中华放射学杂志》编辑委员会和中华医学会放射学分会联合主办、四川大学华西医院承办的第二届全国放射青年医师学术论坛定于 2008 年 6 月 27 至 30 日在四川大学华西医院(成都)召开。本次会议授予全国继续教育 类学分。会议期间还将评选优秀论文，并为获奖者颁发证书。获奖论文经有关专家审阅同意后，可优先刊登在《中华放射学杂志》上。同期还将举办第一届 MR 功能成像学术研讨会，征文通知如下：

一、第二届放射青年医师学术研讨会征文

1. 征文内容: 放射影像、介入专业的临床及实验研究, 诊治经验和临床总结。内容包括放射影像科各个领域(胸部、腹部、骨骼、神经等)的研究成果。

2. 征文要求: (1) 论文的第 1 作者必须是 1962 年 6 月份以后出生的放射影像专业的青年医师, 并且是课题的主要完

成者。(2) 论文必须是 2008 年 4 月前未公开发表过。另附作者简介(300 字以内)、身份证复印件和所在单位的推荐信。论文全文(4000 字以内)及摘要(1000 字以内)各 1 份。一律用 Word 形式, 从网上发送至编辑部。Email 地址: cjr.zhangxd@vip.163.com; zhangxd@cma.org.cn, 截稿日期: 2008 年 5 月 30 日。请作者自留底稿, 恕不退还原稿。

二、会议费用

会务费: 800 元/人, 贫困地区被采纳为大会发言者免收会务费。住宿费: 每天 150、100、90 元/人(任选)。

三、大会组委会联系方式

联系人: 张晓冬; 中华放射学杂志编辑部, 通信地址: 北京市东四西大街 42 号; 邮编: 100710; 电话: 010-85158289; 传真: 010-85158384; E-mail: cjr.zhangxd@vip.163.com。

(张晓冬)