

冠状动脉造影和冠状动脉 CT 成像诊断 冠心病的可重复性研究

孙明利 吕滨 吴润泽 李世国 荆志成 韩磊 霍衍敏 于方方 蒋世良
戴汝平 吕建华 侯志辉 高扬 曹慧丽 吴永健 杨跃进 乔树宾

【摘要】 目的 评价不同医师和同一医师前后两次评价有创冠状动脉造影(ICA)和 CT 冠状动脉成像(CTCA)诊断冠心病(CAD)的可重复性。**方法** 由水平相当的 2 名有 10 年以上经验的副主任医师分别盲法分析 42 例连续患者的 ICA 资料;30 d 后其中 1 名医师重复盲法分析 ICA 资料;同样方法由另 2 名有 10 年以上经验的副主任医师分析该 42 例患者的 CTCA 资料(数据均由双源 CT 前瞻性心电门控序列采集),分别比较 ICA 和 CTCA 医师间(inter-reader)、两种方法同一医师(intra-reader)诊断 CAD 的 *Kappa* 值、狭窄程度完全一致的比率;以 ICA 为参考标准评价 CTCA 诊断 CAD 的准确性,比较 ROC 曲线下面积。**结果** ICA 和 CTCA 医师间 *Kappa* 值分别为 0.91 和 0.81,两种方法同一医师的 *Kappa* 值分别为 0.92 和 0.83($\chi^2 = 509.4$ 和 432.5 , P 值均 < 0.01)。诊断冠状动脉狭窄程度一致的冠状动脉节段占总评价节段的比率:医师间,ICA 为 80.8% (494/611),CTCA 为 75.2% (469/624; $\chi^2 = 2.75$, $P = 0.10$);同一医师,ICA 为 86.9% (531/611),CTCA 为 81.9% (511/624; $\chi^2 = 3.76$, $P = 0.053$)。以狭窄程度 $\geq 50\%$ 为诊断 CAD 标准,诊断一致的节段占总评价节段的比率:医师间,ICA 为 96.6% (590/611),CTCA 为 94.4% (589/624; $\chi^2 = 3.36$, $P = 0.07$);同一医师,ICA 为 97.4% (595/611),CTCA 为 95.4% (595/624; $\chi^2 = 3.62$, $P = 0.06$)。以 ICA 为参考标准,CTCA 2 名医师共同诊断 CAD 的敏感性和特异性分别为 84.9% (530/624)和 98.1% (612/624),ROC 曲线下面积为 0.94 (95% 可信区间为 0.91 ~ 0.97)。**结论** ICA 和 CTCA 诊断 CAD 的重复性良好,ICA 优于 CTCA,不同医师和同一医师前后两次的诊断会出现一定比率的诊断误差。

【关键词】 冠状动脉疾病; 体层摄影术,X 线计算机; 冠状血管造影术; 评价研究

Intra- and interobserver reproducibility in the assessment of coronary artery disease: evaluation with invasive coronary angiography and CT coronary angiography

SUN Ming-li*, LÜ Bin, WU Run-ze, LI Shi-guo, JING Zhi-cheng, HAN Lei, HUO Yan-min, YU Fang-fang, JIANG Shi-liang, DAI Ru-ping, LÜ Jian-hua, HOU Zhi-hui, GAO Yang, CAO Hui-li, WU Yong-jian, YANG Yue-jin, QIAO Shu-bin.

* Department of Radiology, Cardiovascular Institute and Fuwai Hospital, Peking Union Medical College, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100037, China

Corresponding author: LÜ Bin, Email: blu@vip.sina.com

【Abstract】 Objective To investigate the intra- and interobserver repeatability of coronary artery disease (CAD) diagnosis based on invasive coronary angiography (ICA) and CT coronary angiography (CTCA). **Methods** Two readers with comparable experience (over 10 years) independently evaluated ICA results of 42 consecutive patients with a blind method. After 30 days, one of them reviewed the same patients again. Another two comparable-experience (over 10 years) readers evaluated the results of CTCA (prospectively ECG-triggering) from the same 42 patients in the same way. The inter-reader and intra-reader repeatability of ICA and CTCA were analyzed by performing *Kappa* test and calculating the percentage of the segments with agreement on stenotic degree. Using ICA as reference, the accuracy of CTCA in diagnosing CAD was studied by comparing the area under ROC. **Results** The *Kappa* between readers for ICA and

DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2012.02.002

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划课题资助(2007BAI05B02)

作者单位:100037 中国医学科学院 北京协和医学院 北京阜外心血管病医院放射科(孙明利、吕滨、李世国、韩磊、霍衍敏、于方方、蒋世良、戴汝平、吕建华、侯志辉、高扬、曹慧丽),冠心病科(吴永健、杨跃进、乔树宾);德国西门子(中国)公司 CT 科研合作部(吴润泽);上海市肺科医院肺循环科(荆志成)

通信作者:吕滨,Email:blu@vip.sina.com

CTCA were 0.91 and 0.81. Intra-reader *Kappa* were 0.92 and 0.83 respectively ($\chi^2 = 509.4$ and 432.5 , all $P < 0.01$). The percentage of the segments with agreement between readers on the degree of stenosis were 80.8% (494/611) in ICA and 75.2% (469/624) in CTCA ($\chi^2 = 2.75$, $P = 0.10$), and within the same reader, 86.9% (531/611) in ICA and 81.9% (511/624) in CTCA ($\chi^2 = 3.76$, $P = 0.053$). With $\geq 50\%$ narrowing as a CAD diagnosis criterion, the agreement rates for two readers were 96.6% (590/611) in ICA and 94.4% (589/624) in CTCA ($\chi^2 = 3.36$, $P = 0.07$), and for the same reader, 97.4% (595/611) in ICA, 95.4% (595/624) in CTCA ($\chi^2 = 3.62$, $P = 0.06$). Using ICA as reference, two readers of CTCA results achieved a sensitivity and specificity of 84.9% (530/624) and 98.1% (612/624). The area under ROC was 0.94 (95% CI 0.91—0.97). **Conclusions** Both ICA and CTCA demonstrate good repeatability in diagnosing CAD. The repeatability of ICA is superior to that of CTCA. A certain discrepancy exists in two readings from the same reader or two readers.

【Key words】 Coronary disease; Tomography, X-ray computed; Coronary angiography; Evaluation studies

冠心病(CAD)是世界上致死率最高的疾病之一^[1-2],有创冠状动脉造影(ICA)目前仍是诊断CAD的“金标准”^[3],而CT冠状动脉成像(CTCA)亦广泛用于诊断CAD,其优势为无创、诊断准确性和阴性预测值高^[3]。但ICA和CTCA均采用目测法诊断CAD,不同医师(inter-reader)或同一医师(intra-reader)诊断CAD的结果有时也会发生差异。目前对ICA和CTCA诊断CAD的可重复性笔者未见专门的报道,本研究对ICA和CTCA诊断CAD进行了较为详细的对比,现报道如下。

资料与方法

一、病例资料

2010年7月至9月在北京阜外心血管病医院同时完成双源CT(DSCT)CTCA和ICA的连续患者(两种检查间隔时间 ≤ 30 d)共64例,皆为疑诊CAD患者。本研究入选标准为CTCA和ICA图像质量达到诊断标准(CTCA图像质量评分 ≥ 2 分以上,ICA各支冠状动脉显示清楚)和使用DSCT前瞻性心电门控扫描。排除标准:(1)CT采用回顾性心电门控患者,心率无法控制到90次/min(bpm)以下,或者频发室性早搏等心律不齐患者(16例);(2)冠状动脉支架术后(4例);(3)冠状动脉搭桥术后(1例)。另有1例患者由于CTCA扫描失败,无法诊断(评分为1分)而排除。共纳入42例患者,男28例,女14例,平均年龄为(59 \pm 11)岁(37~76岁,中位年龄57岁);体质量指数(26.0 \pm 3.8) kg/m² (16.2~40.3 kg/m²,中位数25.5 kg/m²)。42例患者相关危险因素有:吸烟15例(35.7%),糖尿病6例(14.3%),高脂血症30例(71.4%),高血压病29例(69.0%),冠心病家族史3例(7.1%),陈旧性心肌梗死5例(11.9%)。

二、影像检查与分析方法

1. CTCA扫描方案:42例患者经DSCT(德国西门子公司Somatom definition)前瞻性心电门控冠状动脉成像。患者仰卧位,扫描时足先进。胸前壁连接4个电极,监测心电图。控制心率 ≤ 90 bpm,心率 > 90 bpm的患者给予口服美托洛尔(12.5~25.0 mg)。所有患者检查前均不给予硝酸甘油类药物。扫描步骤包括心脏定位扫描、冠状动脉钙化积分扫描、CTCA扫描。扫描参数:管电压120 kV,管电流420~500 mAs,重建层厚0.75 mm,准直器宽度0.6 mm \times 32 \times 2,重建视野25 cm \times 25 cm。

2. CTCA对比剂注射方案:用20 G套管针刺患者上肢外周静脉并留置套管,以双筒双流高压注射器(Medrad stellant,美国康高美达)注射对比剂,根据患者体质量选用碘普胺(370 mg I/ml)或碘海醇(350 mg I/ml)。采用三时相对比剂注射方案:第1时相注射对比剂(50~60 ml),第2时相同时注射对比剂和生理盐水混合液(注射比率为3:7,总量为30 ml),第3时相注射生理盐水(总量为40 ml)。上述注射流率为4.0~5.5 ml/s。采用对比剂自动跟踪触发技术(bolus tracking),跟踪平面设定在左冠状动脉开口层面,ROI定在主动脉根部,触发阈值为100 HU,达到阈值后延迟6 s自动触发扫描。

3. CTCA图像重建及其质量评价:扫描前根据患者基础心率设定重建时间窗,基础心率 ≤ 70 bpm,图像采集和重建时间窗为70% R-R间期;基础心率 > 70 bpm,图像采集和重建时间窗为40% R-R间期^[4]。图像重组方法有MPR、MIP、CPR和VR。

图像质量按4分制评分^[3]:1分,图像质量差,血管节段不连续,有明显伪影,甚至无法辨认血管结构,不能用于诊断;2分,图像质量一般,有中等伪影,血管边缘模糊,无结构缺失,轴面扫描结合重建图像可以诊断;3分,图像质量好,可有少量不影响诊断的伪影,血管边缘较清晰,可以诊断;4分,图像质量极好,

无运动伪影,血管边缘清晰锐利,可以诊断。

记录采集图像过程中患者的心率值,计算其平均心率。定义扫描过程中最大心率和最小心率差为扫描时心率变化值。剂量长度乘积(DLP)和容积CT剂量指数($CTDI_{vol}$)由扫描后机器自动读出。有效辐射剂量 = $DLP \times$ 转化系数 [$k_{成人} = 0.014 \text{ mSv}/(\text{mGy} \times \text{cm})$] [5]。

4. ICA 技术:以改良 Seldinger 法穿刺右桡动脉或右股动脉行选择性冠状动脉造影,造影设备为数字血管造影系统(德国西门子 AXIOM artis dBC)。对比剂用碘普胺或碘海醇,方法、剂量同上述。左冠状动脉造影取 6 个标准投照体位:左前斜位 60° ;左前斜位 60° 加头足位 $25^\circ \sim 35^\circ$;左前斜位 60° 加足头位 25° ;右前斜位 30° ;右前斜位 30° 加头足位 25° ;右前斜位 30° 加足头位 $25^\circ \sim 35^\circ$ 。右冠状动脉造影采用 3 个标准体位:标准前后位;左前斜位 60° 和右前斜位 30° 。必要时根据具体情况增加投照体位。

5. ICA 和 CTCA 图像分析:由 10 年以上诊断经验的 ICA 和 CTCA 副主任医师各 2 名分别分析上述影像资料,采用共同的冠状动脉分段法和冠状动脉狭窄程度分级法(目测直径法)。2 名 ICA 医师均按盲法原则独立分析入选的 42 例患者 ICA 资料;30 d 后,其中 1 人按盲法原则重复分析 ICA 资料。同样方法,另 2 名 CT 医师阅读 CTCA 资料。分别核对 2 名 ICA 和 CTCA 医师的诊断结果并达成一致[记为最后诊断,医师(1+2)]。

本研究采用改良 AHA 分段法^[6],依中间支的偏向决定为第 1 对角支或第 1 钝缘支,把第 4 支(左心室后支)和第 4⁺支(后降支)作为 2 个独立分支,总数仍为 16 节段;不评价近端直径 $< 1.5 \text{ mm}$ 的节段。狭窄程度均采用目测直径法,并将狭窄程度分级:1 级,无狭窄;2 级,狭窄 $< 50\%$;3 级, $50\% \leq$ 狭窄 $< 75\%$;4 级, $75\% \leq$ 狭窄 $< 99\%$;5 级,狭窄 = 100% ,即闭塞。闭塞冠状动脉以远节段显影浅淡或不显影者不予评价,记为 0;但通过侧支供血能判断狭窄程度的节段仍评价。CAD 的诊断标准为:至少 1 处(或 1 个冠状动脉节段)冠状动脉管腔狭窄程度 $\geq 50\%$ 。

6. 统计学处理:用 SPSS 软件进行统计学分析。均以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示;计数资料用频数和百分比表示。用 Kappa (K 值)分析法评价医师间和同一医师的一致性。 $K = 0.65 \sim 0.75$,一致性好; $K > 0.75$,一致性极好。

比较 ICA 和 CTCA 医师间和同一医师两种方法

诊断狭窄病变程度和 CAD 一致的冠状动脉节段数目及所占比率,对结果进行 χ^2 检验。以 ICA 结果为参考标准,计算 CTCA 诊断 CAD 的敏感性、特异性、准确性、阳性预测值、阴性预测值,对结果进行 χ^2 检验。

分别对 2 名 CTCA 医师诊断 CAD 结果及协商后达成一致的诊断结果做 ROC 曲线,比较曲线下面积(AUC)。 $0.7 \leq AUC < 0.9$,提示诊断能力中等; $AUC \geq 0.9$,表明诊断能力强。

结 果

本组 42 例患者 ICA 和 CTCA 检查间隔中位时间 10 d (0 ~ 29 d), CTCA 扫描时心率为 $(65 \pm 10) \text{ bpm}$ (44 ~ 89 bpm; 中位数 64 bpm), 心率变化为 $(4 \pm 2) \text{ bpm}$ (0 ~ 9 bpm, 中位数 3 bpm)。CTCA 显示冠状动脉钙化积分为 (333.1 ± 647.2) 分 (0 ~ 3885.0 分, 中位数 117.7 分)。CTCA 有效辐射剂量为 $(3.4 \pm 1.3) \text{ mSv}$ (1.0 ~ 6.2 mSv, 中位数 3.5 mSv)。图像质量评分为 (3.1 ± 0.7) 分 (为 2 ~ 4 分, 中位数 3 分)。从患者水平上看,经 ICA 确诊 CAD 阳性患者为 41 例(97.6%),仅 1 例为阴性。

一、ICA、CTCA 诊断结果的 Kappa 分析

42 例患者共 672 个冠状动脉节段,ICA 共诊断 611 个节段(90.9%)。未诊断的 61 个节段中,发育细小 24 个(3.6%),闭塞病变以远节段对比剂充盈浅淡 37 个(5.5%)。2 个肌桥节段,视为无狭窄。

CTCA 显示 624 个节段(92.8%),48 个未显示节段包括发育细小 24 个(3.6%),闭塞病变以远节段对比剂充盈浅淡 15 个(2.2%),6 个严重钙化节段(0.9%),3 个有运动伪影节段(0.4%)无法评价。另有 22 个闭塞后节段尽管 ICA 无对比剂充盈或充盈浅淡不能诊断,但 CTCA 显示通过侧支有对比剂充盈,可以诊断。2 个肌桥节段亦不作为狭窄。仅对 ICA 和 CTCA 均显示的 602 个节段评价 CTCA 诊断准确性。ICA 和 CTCA 医师间和同一医师两种方法诊断冠状动脉狭窄程度的重复性行 Kappa 分析(表 1,图 1~6)。

由表 1 看出,ICA 和 CTCA 医师间、同一医师两种方法诊断的 K 值均 > 0.75 ,表明 ICA 和 CTCA 医师间、同一医师两种方法诊断冠状动脉狭窄程度的重复性极好(P 值均 < 0.01)。从数值上看,同一医师 Kappa 值较医师间略高,ICA 较 CTCA 略高。

二、ICA 和 CTCA 诊断狭窄程度(或 CAD)完全一致的节段数及其比率

计算诊断冠状动脉狭窄部位和程度(或 CAD)

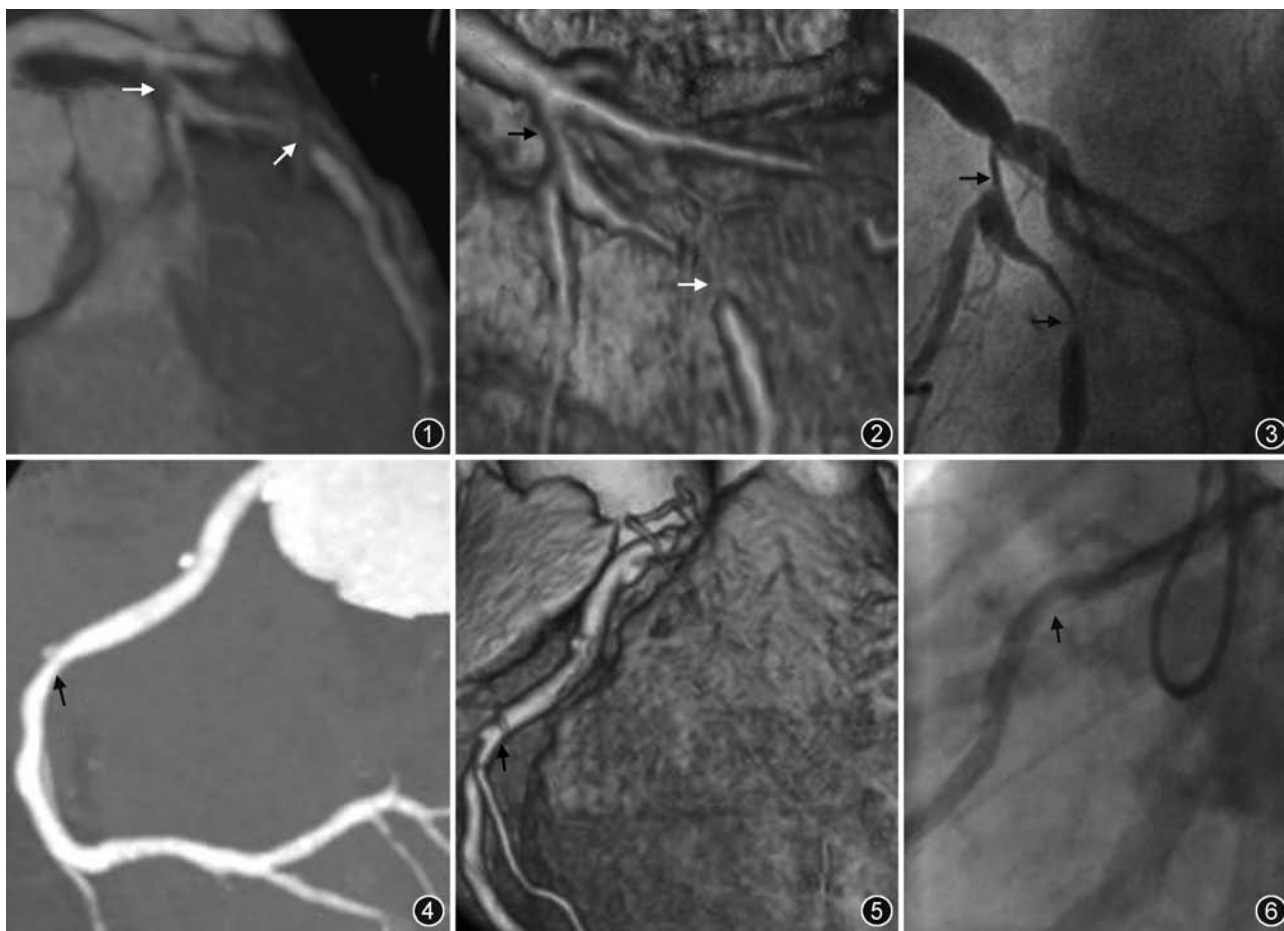


图 1~3 为 CTCA 和 ICA 各医师及同一医师诊断一致的患者影像资料。男,57 岁。体质量指数 22.5 kg/m²,扫描时心率 65 bpm,DSCT 前瞻性心电门控模式冠状动脉成像。MIP(图 1)和 VR(图 2)分别显示前降支起始部和近段非钙化斑块,起始部管腔重度狭窄(70%~99%,上箭),近段局限性闭塞病变(下箭)。有创冠状动脉造影(ICA,图 3)显示同一部位管腔狭窄程度与 CTCA 诊断结果一致(箭)。CTCA 的有效辐射剂量为 3.6 mSv 图 4~6 为 CTCA 和 ICA 各医师诊断不一致的患者影像资料。男,56 岁。体质量指数 24.3 kg/m²,扫描时心率 51 bpm(49~52 bpm),DSCT 前瞻性心电门控模式冠状动脉成像。图 4,5 为 CTCA 重组图像,图 6 为 ICA 图像。CTCA 的有效辐射剂量为 2.8 mSv。右冠状动脉中段(箭),CTCA 医师 1 前后两次诊断为 3 级(50%≤狭窄<75%),医师 2 诊断为 2 级(<50%);达成共识[医师(1+2)]诊断为 50%左右,倾向于 2 级。ICA 医师 1 前后两次均诊断狭窄程度为 2 级(<50%),医师 2 诊断狭窄程度为 3 级(50%≤狭窄<75%);达成共识[医师(1+2)]诊断为 50%左右,倾向于 3 级

表 1 2 名医师间和同一医师使用 ICA 和 CTCA 诊断 CAD 的 K 值分析

医师	K 值	95% CI	χ ² 值	P 值
ICA 医师间	0.91	0.87~0.95	508.31	0.00
ICA 同一医师	0.92	0.88~0.96	509.44	0.00
CTCA 医师间	0.81	0.75~0.87	405.88	0.00
CTCA 同一医师	0.83	0.77~0.89	432.50	0.00

注:CI 为可信区间,ICA 为冠状动脉造影,CTCA 为 CT 冠状动脉成像,CAD 为冠心病

完全一致(包括 2 名医师定位不一致经协商达成一致)的节段数及占总评价节段数的百分比见表 2。

表 2 显示同一医师和医师间 CTCA 和 ICA 诊断狭窄程度一致的冠状动脉节段数占总评价节段数的比率均大于 75%;以狭窄程度 ≥50% 为诊断 CAD 的标准,CTCA 和 ICA 诊断 CAD 在同一医师和医

表 2 医师间或同一医师使用 ICA 和 CTCA 诊断冠状动脉狭窄程度一致性的节段数及比率

病变和组别	ICA(611 节段)		CTCA(624 节段)		χ ² 值	P 值
	节段数	百分比 (%)	节段数	百分比 (%)		
冠状动脉狭窄						
医师间	494	80.85	469	75.16	2.75	0.10
同一医师	531	86.91	511	81.89	3.76	0.05
冠心病						
医师间	590	96.56	589	94.39	3.36	0.07
同一医师	595	97.38	595	95.35	3.62	0.06

注:同表 1

师间诊断一致的冠状动脉节段数占总评价节段数的比率均 >90%。诊断狭窄程度或 CAD 一致的冠状动脉节段占总评价节段的比率,同一医师稍高于医师间,差异有统计学意义(诊断所有狭窄病变,ICA

医师间和同一医师差异 $\chi^2 = 8.29, P = 0.04$; CTCA 二者的差异 $\chi^2 = 8.38, P = 0.04$ 。

诊断 CAD, ICA 医师间和同一医师差异 ($\chi^2 = 0.70, P = 0.40$)、CTCA 两者差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.59, P = 0.44$); ICA 稍高于 CTCA, 医师间差异有统计学意义 ($\chi^2 = 5.82, P = 0.02$), 同一医师两种方法间的差异也有统计学意义 ($\chi^2 = 5.89, P = 0.02$)。医师间诊断 CAD, ICA 和 CTCA 的差异均无统计学意义 ($\chi^2 = 3.36, P = 0.07$ 和 $\chi^2 = 3.61, P = 0.06$)。

三、以 ICA 为参考标准评价 CTCA 诊断 CAD 的准确性(表 3)

表 3 不同医师 CTCA 诊断 CAD 节段水平 (狭窄 $\geq 50\%$) 的价值 (%)

医师	敏感性	特异性	准确性	阳性预测值	阴性预测值
医师 1	81.82	96.80	93.52	87.80	94.99
医师 2	81.40	96.00	92.90	84.70	95.00
医师(1+2)	85.00	98.00	95.00	91.00	96.00
χ^2 值	0.88	2.18	2.28	0.80	2.28
P 值	0.64	0.34	0.32	0.67	0.32

注:同表 1

由表 3 可以看出, 医师 1、2 和医师(1+2)以 CTCA 诊断 CAD 的特异性、阴性预测值、诊断准确性均 $>90\%$, 阳性预测值 $>80\%$ 。从数值上看, 医师 1、2 的诊断准确性相当, 2 名医师达成共识的诊断结果好于任一医师, 但三者差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

四、ROC 和 AUC

以 ICA 为参考标准, 分别对 CTCA 医师 1、2 及医师(1+2) 诊断结果做 ROC (图 7), 分析 AUC: CTCA 医师 1、2 分别为 0.92 (95% CI 为 0.88 ~ 0.95) 和 0.91 (95% CI 为 0.87 ~ 0.95), 医师(1+2) 为 0.94 (95% CI 为 0.91 ~ 0.97), 各组间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

讨 论

ICA 和 CTCA 是目前诊断 CAD 的重要手段, 但均为目测评价法, 必然存在系统误差, 不同医师之间 (医师间) 和相同医师 (同一医师) 前后两次诊断会产生差异, 但是差异 (重复性) 的量化指标到底如何, 需要循证医学结果的证实。过去很少有研究报道, 这是本研究的主要目的。

一、ICA 诊断 CAD 的重复性

目前公认 ICA 为诊断 CAD (以狭窄程度 $\geq 50\%$

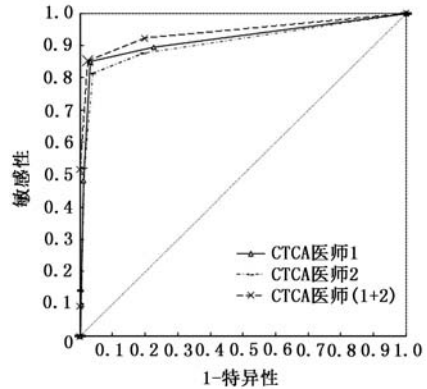


图 7 CTCA 医师 1、2 和医师(1+2) 评价冠状动脉的 ROC 曲线

为诊断标准) 的参考标准^[3], 因而很少有人研究 ICA 的重复性。本研究结果显示 ICA 医师间和同一医师重复性均极好 (医师间 $K = 0.91$, 同一医师 $K = 0.92$); 诊断狭窄程度一致的冠状动脉节段占总评价节段的比率高 (医师间诊断任意狭窄和诊断 CAD 一致的比率分别为 80.85% 和 96.56%, 同一医师分别为 86.91% 和 97.38%)。笔者以为可能原因为: (1) ICA 时间分辨率高, 无论是收缩期还是舒张期, 以及检查时患者心率如何, 其图像质量稳定; (2) ICA 图像的空间分辨率高, 对细小分支病变的显示清晰, 且不受冠状动脉钙化的影响。但是, 本研究结果证明, ICA 图像的密度分辨率较 CT 低, 表现在完全闭塞病变的远端管腔显示不良, 主要因为经侧支循环的对比剂较少、图像对少量对比剂的分辨率不足所致。同一医师重复性略高于医师间, 可能与同一医师把握的诊断标准更稳定有关, 但二者差别不大。诊断所有狭窄病变, 诊断一致的冠状动脉节段数占总评价节段数的比率, 医师间和同一医师的差异有统计学意义, 而诊断 CAD 时二者之间差异无统计学意义, 可能与后者的狭窄程度较重、病变容易被发现和重视有关。因此说明, 即使是“金标准”的 ICA 技术, 不同医师在诊断是否 $> 50\%$ 狭窄时仍存在较明显的差异。医师(1+2) 较其中任一医师更准确, 二者差别亦不大。以上研究结果充分说明, ICA 重复性和准确性好, 仍然是诊断 CAD 的参考标准。

二、CTCA 诊断 CAD 的重复性

Stolzmann 等^[7] 按照医师阅读 CTCA 经验值 (曾经阅读 1 ~ 207 份 CTCA) 分为 4 个等级, 分别诊断 94 例 64 排 CT 和 115 例 DSCT 图像, 以 ICA 为参考标准进行比对, 结果显示 CTCA 诊断特异性和医师间的可重复性随着阅读数量的增加而增高, 有

400 份 CTCA 阅读经验者诊断 CTCA 的准确性和医师间的一致性均较高。不少文献报道过 CTCA 诊断 CAD 的可重复性从中等到极好 ($K=0.68 \sim 0.94$) 不等^[8-11]。本研究结果显示, CTCA 医师间和同一医师重复性较好(医师间 $K=0.81$, 同一医师 $K=0.83$); 诊断狭窄程度一致的冠状动脉节段占总评价节段数的比率较高(医师间诊断所有狭窄和诊断 CAD 一致的比率分别为 75.16% 和 94.39%, 同一医师分别为 81.89% 和 95.35%); 与上述文献报道结果相似。同一医师重复性亦略高于医师间, 医师(1+2) 较其中任一医师更准确。因此说明, CTCA 诊断重复性和准确性较高, 为目前诊断 CAD 较理想的无创检查手段^[12], 但是诊断的重复性低于 ICA。

三、以 ICA 为参考标准, CTCA 诊断 CAD 的准确性

文献报道 DSCT 前瞻性心电门控诊断低心率 ($HR \leq 70$ bpm) 患者冠心病的敏感性为 100.00%, 特异性为 83.30% ~ 93.00%^[13-14]。本研究结果显示单一医师及医师(1+2) 诊断 CAD 的敏感性为 81.82% 和 85.00%, 特异性为 96.80% 和 98.00%, 准确性为 93.52% 和 95.00%, AUC 为 0.92 和 0.94, 与文献报道的结果相似。因此本研究发现并证实: 医师(1+2) 诊断所有狭窄或 CAD 的准确性高于任一医师, 其 AUC 大于任一医师。

四、本研究的不足及对未来的展望

本研究局限性为: (1) 纳入患者多是先经 CTCA 诊断或高度怀疑 CAD, 再行 ICA 检查, 因此 CAD 的阳性率较高, 但这不会影响本组重点研究的重复性问题。(2) 因读片的工作量较大, 而选用了较小的样本量。虽然 ICA 的可重复性较 CTCA 更稳定, 但毕竟是有创检查。今后随着 CT 时间分辨率和空间分辨率的进一步提高, CTCA 有望成为诊断 CAD 的常规方法。

总之, 以 ICA 为参考标准, CTCA 能准确评价 CAD, 但是需要进一步改善诊断的重复性, 这需要 CT 诊断医师不断提高诊断水平, 或者由 2 名医师达成诊断共识。

参 考 文 献

- [1] Oevrehus KA, Boettcher M, Larsen HM, et al. Impact of procedure volume and operator experience on the diagnostic accuracy of computer tomographic coronary angiography. *J Am Coll Cardiol*, 2009, 53:A264.
- [2] 王明亮, 董光, 耿海, 等. 双源 CT 冠状动脉成像与冠状动脉造影对照的初步研究. *中国医学影像技术*, 2008, 24: 881-884.
- [3] Ko SM, Kim NR, Kim DH, et al. Assessment of image quality and radiation dose in prospective ECG-triggered coronary CT angiography compared with retrospective ECG-gated coronary CT angiography. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2010, 26 Seppl 1: 93-101.
- [4] Pflederer T, Jakstat J, Marwan M, et al. Radiation exposure and image quality in staged low-dose protocols for coronary dual-source CT angiography: a randomized comparison. *Eur Radiol*, 2010, 20:1197-1206.
- [5] Srichai MB, Hecht EM, Kim D, et al. Dual-source computed tomography angiography image quality in patients with fast heart rates. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2009, 3:300-309.
- [6] Alkadhi H, Stolzmann P, Scheffel H, et al. Radiation dose of cardiac dual-source CT: the effect of tailoring the protocol to patient-specific parameters. *Eur J Radiol*, 2008, 68:385-391.
- [7] Stolzmann P, Scheffel H, Schertler T, et al. Radiation dose estimates in dual-source computed tomography coronary angiography. *Eur Radiol*, 2008, 18:592-599.
- [8] Herzog BA, Husmann L, Burkhard N, et al. Accuracy of low-dose computed tomography coronary angiography using prospective electrocardiogram-triggering: first clinical experience. *Eur Heart J*, 2008, 29:3037-3042.
- [9] Scheffel H, Alkadhi H, Leschka S, et al. Low-dose CT coronary angiography in the step-and-shoot mode: diagnostic performance. *Heart*, 2008, 94:1132-1137.
- [10] Bastarrika G, Lee YS, Huda W, et al. CT of coronary artery disease. *Radiology*, 2009, 253: 317-338.
- [11] Leschka S, Wildermuth S, Boehm T, et al. Noninvasive coronary angiography with 64-section CT: effect of average heart rate and heart rate variability on image quality. *Radiology*, 2006, 241: 378-385.
- [12] Scheffel H, Alkadhi H, Plass A, et al. Accuracy of dual-source CT coronary angiography: first experience in a high pre-test probability population without heart rate control. *Eur Radiol*, 2006, 16:2739-2747.
- [13] WRITING GROUP MEMBERS, Lloyd-Jones D, Adams RJ, et al. Heart disease and stroke statistics: 2010 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*, 2010, 121:948-954.
- [14] Gaziano TA. Reducing the growing burden of cardiovascular disease in the developing world. *Health Aff(Millwood)*, 2007, 26: 13-24.

(收稿日期: 2011-03-18)

(本文编辑: 任晓黎)