

Feasibility of low tube voltage and low volume contrast medium protocol in cerebral and carotid angiography with 256-slice CT

HU Ying-ying, SUN Hong-liang, WANG Yu-li, WANG Wu*

(Department of Radiology, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the feasibility of low tube voltage and low volume contrast medium protocol for cerebral and carotid CTA with 256-slice spiral CT scanner. **Methods** Totally 60 patients underwent cerebral and carotid CTA were included. Patients were randomly divided into three groups (A, B, C group), consisted of a voltage of 120, 120, 100 kV, and contrast medium of 70, 50, 50 ml, respectively. Image quality, segmental vascular enhancement, venous enhancement and artifacts as well as the radiation dose values were independently evaluated in 3 groups. **Results** ① There was no significant difference of image quality of the cerebral and carotid arteries except for the right subclavian artery among 3 groups. ② The CT value in group C was the highest, and that in group B was the lowest, there were statistical differences among 3 groups on CT values of arteries (all $P < 0.05$). ③ The grading score of venous artifacts in group A was significantly higher than that in group B and C (both $P < 0.05$), however there was no significant difference between group B and C ($P > 0.05$). The radiation dose in group A and B were significantly higher than that in group C (both $P < 0.05$). There was no significant difference between group A and B ($P > 0.05$). **Conclusion** Using 256-slice CT scanner, low tube voltage and low volume contrast medium protocol for cerebral and carotid CTA can result in high quality images which can meet clinical diagnostic needs.

[Key words] Tomography, X-ray computed; Angiography; Tube voltage; Contrast media

采用低管电压技术和低剂量对比剂行 256 层螺旋 CT 头颈部动脉成像的可行性

胡莹莹, 孙宏亮, 王玉丽, 王 武*

(中日友好医院放射诊断科, 北京 100029)

[摘要] **目的** 探讨采用低管电压技术和低剂量对比剂进行 256 层螺旋 CT 头颈部动脉检查的可行性。**方法** 将 60 例接受头颈部 CTA 检查的患者随机分为 A、B、C 组, 管电压和对比剂用量分别为 120 kV、70 ml, 120 kV、50 ml, 100 kV、50 ml, 对比分析图像质量、血管增强情况、静脉伪影及辐射剂量。**结果** ①除右侧锁骨下动脉外, 各主要动脉节段影像评分三组间差异无统计学意义; ②B 组血管 CT 值最低, C 组最高, 3 组间差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); ③A 组静脉伪影较 B 组、C 组明显 ($P < 0.05$), B 组与 C 组间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。A、B 组辐射剂量高于 C 组 ($P < 0.05$), A 组与 B 组间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论** 采用低管电压、低剂量对比剂进行头颈部 256 层螺旋 CTA 可获得较好的图像质量, 能够满足临床诊断需要。

[关键词] 体层摄影术, X 线计算机; 血管造影术; 管电压; 对比剂

[中图分类号] R323.1; R814.42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2012)07-1396-05

[作者简介] 胡莹莹(1983—), 女, 山东日照人, 本科, 技师。研究方向: 医学影像技术。E-mail: huyingyingtaiyi@163.com

[通讯作者] 王武, 中日友好医院放射诊断科, 100029。E-mail: cjr.wangwu@vip.163.com

[收稿日期] 2011-12-05 **[修回日期]** 2012-02-16

近年来,头颈部 CTA 广泛应用于临床^[1],如何减少 X 线辐射及对比剂引起的不良反应已成为备受关注的问题之一。本研究探讨在保证图像质量的情况下利用低管电压技术和低剂量对比剂进行头颈部 CTA 的可行性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2010 年 3 月—9 月临床疑似头颈部血管疾病而在我院接受头颈部 CTA 的 60 例患者,已排除碘过敏者,心、肝、肾功能不全者,不能配合、无法完成检查者及妊娠妇女。按不同管电压及对比剂剂量分为 3 组,每组 20 例:A 组,管电压 120 kV,对比剂 70 ml,生理盐水 30 ml;B 组,管电压 120 kV,对比剂 50 ml,生理盐水 30 ml;C 组,管电压 100 kV,对比剂 50 ml,生理盐水 30 ml。所有患者均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 采用 Philips iCT 256 层螺旋 CT 机。预置 20G 套管针,使用高压双筒注射器经右侧肘正中静脉以流速 5 ml/s 注射对比剂碘普罗胺(370 mgI/ml)。扫描时采用对比剂跟踪技术,在主动脉弓降部勾画 ROI,触发阈值为 110 HU,触发后延迟时间为 4.5 s,从足侧到头侧,扫描范围从主动脉弓至颅顶。X 线球管准直器宽度 128×0.625 mm,旋转时间为 0.33 s,螺距 0.992,FOV 250 mm,管电流 250 mAs,重建层厚 0.9 mm,层间距 0.45 mm。

1.3 图像处理及分析 将扫描得到的原始数据传至 EBW 4.02 工作站,由 2 名影像科医师以双盲法对图像进行后处理和分析。①采用 4 级评分法^[2]评价动脉图像质量,分析 22 个动脉节段,包括主动脉弓、前交通动脉(anterior communicating artery, ACom)、基底动脉及占优势的单侧大脑后交通动脉(posterior communication artery, PCom),双侧锁骨下动脉(subclavian artery, SA)、颈总动脉(common carotid artery, CCA)、颈外动脉(external carotid artery, ECA)、颈内动脉(internal carotid artery, ICA)颈段及虹吸部、大脑前动脉 A2 段(A2)、大脑中动脉 M1 段(M1)、椎动脉 V2 段(V2)、大脑后动脉 P1 段(P1)。1 分:图像质量很差,无法观察血管;2 分:图像质量较差,影响分析;3 分:图像质量尚可,不影响分析;4 分:图像质量好,血管清晰。②测量 CT 值:主要测量主动脉弓、基底动脉、双侧 CCA(环状软骨水平)、ECA(起始部)、ICA 颈段(起始部)及虹吸部、A2、M1、V2、P1;同时测量环状软骨水平双侧颈静脉(jugular vein, JV)的 CT 值。ROI 面积尽可能接近血管管腔面积,当有粥样斑块存在或管腔完全闭塞时,避开斑块处放置 ROI 或放弃测量。③采用 3 级评分法评价头颈静脉伪影情况:1 分,伪影严重,影响评价动脉;2 分,有伪影,但不影响评价动脉;3 分,无伪影。

1.4 辐射剂量 包括容积 CT 剂量指数(CT dose index volume, CTDIvol)、剂量长度乘积(dose length product, DLP)和扫描长度(Length); $DLP(mGy \cdot cm) = CTDIvol(mGy) \times Length(cm)$ 。

1.5 统计学分析 使用 SPSS 13.0 软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用 Kappa 检验分析 2 名诊断医师测量 CT 值、评价头颈动脉、静脉伪影的一致性;对 3 组患者一般资料、CT 值测量结果及辐射剂量计算结果比较采用方差分析;对图像质量评分结果和静脉伪影情况评分结果均采用 Wilcoxon 秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

所有患者均一次性顺利完成头颈部 CTA 检查。

2.1 病例资料统计结果 3 组患者在性别、年龄、BMI

表 1 各组动脉图像质量评分结果($\bar{x} \pm s$)

组别	评分										
	主动脉弓	右 SA	左 SA	右 CCA	左 CCA	右 ECA	左 ECA	右 ICA neck	左 ICA neck	右 ICA Pc	左 ICA Pc
A 组	4.00±0.2	2.42±0.51	3.52±0.44	3.88±0.16	3.87±0.19	3.95±0.12	3.96±0.14	3.86±0.21	3.88±0.44	3.77±0.35	3.76±0.40
B 组	4.00±0.2	3.18±0.49	3.53±0.40	3.90±0.20	3.91±0.15	3.98±0.13	3.95±0.11	3.87±0.19	3.86±0.16	3.78±0.32	3.75±0.41
C 组	4.00±0.2	3.23±0.48	3.55±0.42	3.90±0.18	3.91±0.17	3.93±0.10	3.95±0.13	3.86±0.21	3.87±0.16	3.74±0.40	3.79±0.40
P 值	>0.05	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

组别	评分										
	右 A2	左 A2	ACom	右 M1	左 M1	右 V2	左 V2	基底动脉	PCom	右 P1	左 P1
A 组	3.56±0.63	3.52±0.76	3.65±0.56	3.80±0.29	3.82±0.36	3.84±0.14	3.90±0.16	3.88±0.21	3.51±0.28	3.60±0.42	3.61±0.50
B 组	3.50±0.71	3.52±0.64	3.64±0.66	3.78±0.33	3.80±0.31	3.84±0.20	3.90±0.18	3.87±0.22	3.55±0.23	3.59±0.45	3.60±0.48
C 组	3.55±0.68	3.55±0.67	3.64±0.62	3.77±0.36	3.81±0.38	3.83±0.19	3.90±0.19	3.91±0.18	3.53±0.26	3.58±0.47	3.62±0.51
P 值	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

注:neck,颈段;Pc:虹吸段

表 2 各组血管 CT 值测量结果(HU, $\bar{x} \pm s$)

组别	CT 值									
	主动脉弓	右 CCA	左 CCA	右 ECA	左 ECA	右 ICA neck	左 ICA neck	右 ICA Pc	左 ICA Pc	右 A2
A 组	359.3±79.6	379.8±92.9	385.9±94.8	362.4±80.6	368.1±83.2	384.0±75.1	385.2±76.0	372.8±92.0	377.0±90.1	232.3±53.6
B 组	326.9±52.8	343.1±58.1	345.7±60.5	330.1±67.7	320.6±63.0	343.1±62.4	345.6±64.1	327.3±57.2	326.4±53.6	208.3±48.1
C 组	444.1±50.3	482.9±64.3	484.2±67.0	444.6±62.5	450.0±49.8	469.4±58.3	476.2±53.1	448.2±55.9	459.1±48.4	268.8±52.7
P 值	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

组别	CT 值									
	左 A2	右 M1	左 M1	右 V2	左 V2	基底动脉	右 P1	左 P1	右 JV	左 JV
A 组	237.3±53.5	303.8±64.0	315.2±61.8	330.5±67.4	344.3±58.8	280.3±63.5	264.3±60.5	260.8±51.6	106.5±27.0	106.0±31.1
B 组	210.2±45.6	278.6±69.9	280.3±65.2	296.5±55.5	294.7±52.9	261.5±60.1	238.4±50.3	230.5±52.7	85.4±27.8	77.8±21.8
C 组	271.4±43.3	400.5±62.6	397.2±63.5	430.6±57.1	441.4±38.3	378.5±59.3	321.7±40.0	317.6±50.0	87.1±27.2	79.3±26.9
P 值	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

注:neck;颈段;Pc;虹吸段

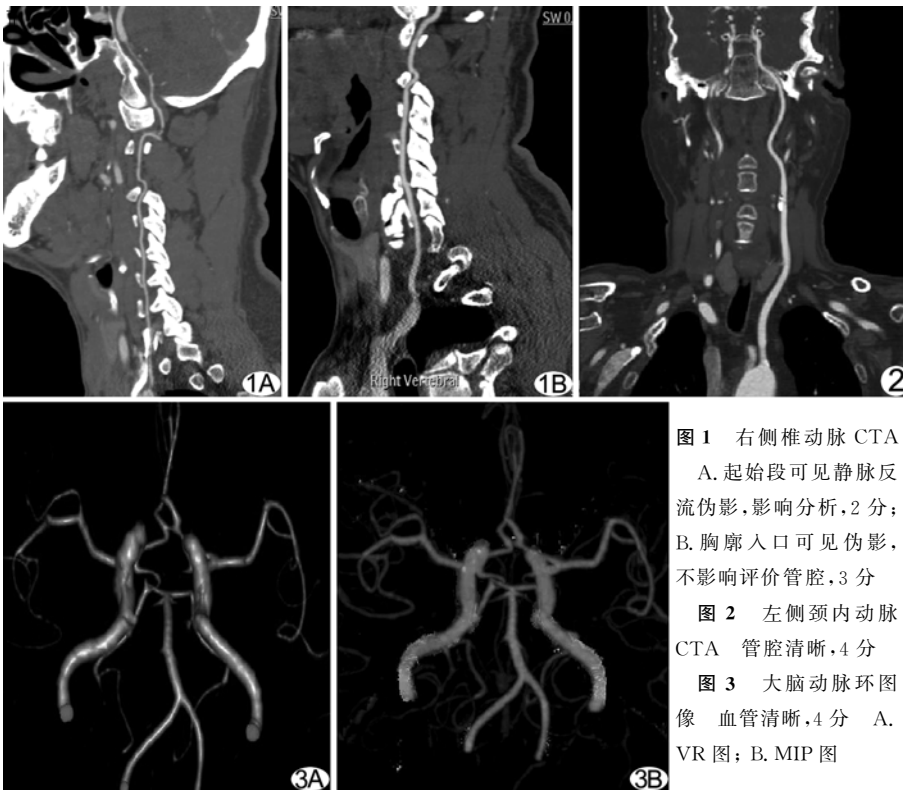


图 1 右侧椎动脉 CTA A. 起始段可见静脉反流伪影,影响分析,2 分; B. 胸廓入口可见伪影,不影响评价管腔,3 分
 图 2 左侧颈内动脉 CTA 管腔清晰,4 分
 图 3 大脑动脉环图像 血管清晰,4 分 A. VR 图; B. MIP 图

($P < 0.05$), B 组 CT 值最低, C 组 CT 值最高;颈静脉 CT 值 A 组与 B 组、A 组与 C 组比较差异有统计学意义($P < 0.05$), B 组与 C 组比较差异无统计学意义($P > 0.05$);A 组所测得的 CT 值高于 B 组和 C 组($P < 0.05$)。

2.5 静脉伪影显示情况 A、B、C 组静脉伪影评分分别为 1.16 ± 0.38 、 2.41 ± 0.33 、 2.52 ± 0.39 (图 4)。A 组与 B 组、A 组与 C 组差异有统计学意义($P < 0.05$);B 组与 C 组差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.6 辐射剂量情况 A、B、C 组的 CTDIvol 分别为 30.2 mGy 、 30.2 mGy 、 18.5 mGy , C 组 CTDIvol 较 A 组、B 组低 38.74% , 差异有统计学意义($P < 0.05$);

DLP 分别为 $(966.4 \pm 60.2) \text{ mGy} \cdot \text{cm}$ 、 $(969.2 \pm 58.6) \text{ mGy} \cdot \text{cm}$ 、 $(583.9 \pm 35.9) \text{ mGy} \cdot \text{cm}$, C 组 DLP 明显低于 A 组和 B 组($P < 0.05$), A 组与 B 组间 CTDIvol 及 DLP 的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

3 讨论

头颈部血管疾病的影像学检查方法较多,DSA 检查一直被认为是诊断金标准,但只能显示管腔内的情况,且是有创检查,术后不良反应和并发症相对较多^[3]。MRA 检查时间较长,禁忌证较多,且空间分辨力较低,其应用受限^[4-6]。多普勒超声检查能清楚显示大血管病变,但对小血管病变的显示能力较弱,且操作

方面两两组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.2 Kappa 检验 2 名医师测量 CT 值、对头颈动脉、静脉伪影评分的 Kappa 值分别为 0.821、0.887、0.851,具有较高的一致性。

2.3 图像质量 各主要动脉节段的影像质量评分取 2 名医师的平均值(表 1,图 1~3)。除右锁骨下动脉外,3 组间影像质量评分结果差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.4 血管 CT 值测量结果 所测动脉节段及颈静脉的 CT 值取 2 名医师的平均值(表 2)。动脉节段的 CT 值 3 组间两两比较差异有统计学意义

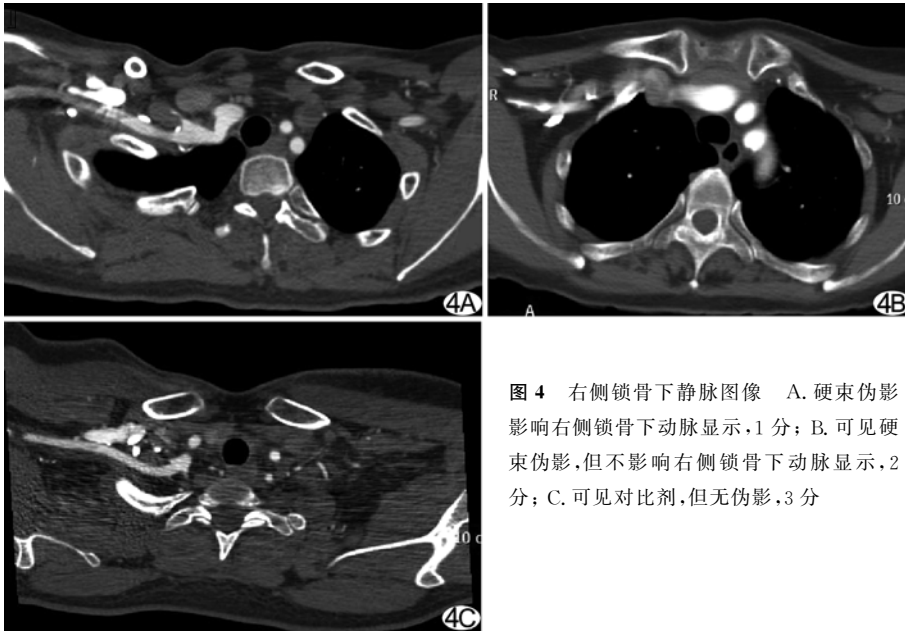


图 4 右侧锁骨下静脉图像 A. 硬束伪影影响右侧锁骨下动脉显示, 1 分; B. 可见硬束伪影, 但不影响右侧锁骨下动脉显示, 2 分; C. 可见对比剂, 但无伪影, 3 分

者的熟练程度可影响检查的准确性^[7]。CTA 操作简单, 禁忌证少, 扫描速度快、范围大, 诊断动脉粥样硬化等疾病具有较高的准确率和敏感度^[8]。目前关于头颈 CTA 的研究主要集中在 64 层螺旋 CT。与之相比, 256 层螺旋 CT 扫描速度进一步提高, 最高转速可达到 0.27 s/rot, 同时图像后处理技术也得到进一步改善, 其一键去骨功能简化了血管成像的后处理操作。

本研究中 3 组动脉节段成像质量(右侧锁骨下动脉除外)差异无统计学意义, 可见适当减少对比剂并不影响 CTA 的成像质量, 同时还可使右侧锁骨下静脉及上腔静脉内残余对比剂减少, 扫描开始时静脉内已无对比剂; 但由于碘剂受到的阻力较大, 且周围有小静脉分支以及静脉反流等, 生理盐水的冲击不足以充分冲掉静脉内的对比剂, 所以 B、C 2 组静脉内仍有对比剂残余, 主要积聚于右锁骨下静脉, 上腔静脉中较少或无, 且聚集浓度较 A 组小, 因而对评价动脉管腔的影响较小。本研究中 3 组间其他动脉节段成像质量无统计学差异 (P 均 > 0.05), 均无法诊断的血管节段。减少对比剂剂量可减轻患者肾脏负担, 降低不良反应, 节约经济成本, 有利于低剂量头颈部 CTA 的使用和推广。

管电压降低, 则 X 线剂量相应降低^[9]。本研究中 C 组 CTDIvol 较 A、B 两组减少约 38.74%, 患者所接收的辐射剂量也明显减低, 且血管 CT 值高于 A、B 两组, 图像质量较好。Waaier 等^[10]发现, 对于颅底动脉环 CTA, 90 kV 时的动脉 CT 值较 120 kV 时高 36%

(340 HU vs 250 HU)。Huda 等^[11]认为 100 kV 时体部动脉血管强化 CT 值较 120 kV 时增高 27%, 与本研究结果较一致。噪声增加主要影响软组织之间的对比度, 而强化的血管与周围软组织之间有较高对比度, 受到的影响较小。本研究 B、C 两组间图像质量评分差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。由于头颈部有眼、甲状腺等对射线较敏感的器官, 减少 X 线剂量既能保证动脉节段的图像质量, 又能减少对患者的危害。

综上所述, 应用低管电压和低剂量对比剂行 256 层螺旋 CTA 可获得满意图像, 在满足临床诊治需要的同时降低辐射剂量和对比剂危害, 值得临床推广。

[参考文献]

- [1] Lell MM, Anders K, Uder M, et al. New techniques in CT angiography. *Radiographics*, 2006, 26(suppl 1):S45-S62.
- [2] Hinkmann FM, Voit HL, Anders K, et al. Ultra-fast carotid CT-angiography: Low versus standard volume contrast material protocol for a 128-slice CT-system. *Invest Radiol*, 2009, 44(5): 257-264.
- [3] 黄锡恩, 杨烈, 何宏伟, 等. 头颈 64 层螺旋 CT 血管减影成像及临床应用. *临床放射学杂志*, 2010, 29(3):391-394.
- [4] Heverhagen JT, Bourekas E, Sammet S, et al. Time-of-flight magnetic resonance angiography at 7 Tesla. *Invest Radiol*, 2008, 43(8):568-573.
- [5] Thurnher SA. MRA of the carotid arteries. *Eur Radiol*, 2005, 15(suppl 5):E11-E16.
- [6] Bueltmann E, Erb G, Kirchin MA, et al. Intra-individual cross-over comparison of gadobenate dimeglumine and gadopentetate dimeglumine for contrast-enhanced magnetic resonance angiography of the supraaortic vessels at 3 Tesla. *Invest Radiol*, 2008, 43(10):695-702.
- [7] 范亦辉, 吕传国, 顾卫, 等. 三维增强磁共振血管成像诊断头颈部血管病变 130 例. *南通大学学报:医学版*, 2008, 28(3):201-202, 204.
- [8] Almandoz JD, Javier MR, Pomerantz SR, et al. Computed tomography angiography of the carotid and cerebral circulation. *Radiol Clin North Am*, 2010, 48(2):265-281.
- [9] 李月卿. *医学影像成像理论*. 北京:人民卫生出版社, 2010:29-32.
- [10] Waaier A, Prokop M, Velthuis BK, et al. Circle of Willis at

CT angiography: Dose reduction and image quality--reducing tube voltage and increasing tube current settings. Radiology, 2007, 242(3):832-839.

[11] Huda W, Ravenel JG, Scalzetti EM. How do radiographic techniques affect image quality and patient doses in CT? Semin Ultrasound CT MR, 2002, 23(5):411-422.

本刊可以直接使用的英文缩略语(二)

经胸超声心动图(transsthoracic echocardiography, TTE)
 经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)
 彩色多普勒血流显像(color Doppler flow imaging, CDFI)
 彩色多普勒能量图(color Doppler energy, CDE)
 组织速度成像(tissue velocity imaging, TVI)
 应变率成像(strain rate imaging, SRI)
 速度向量成像(velocity vector imaging, VVI)
 脉冲多普勒(pulsed wave Doppler, PWD)
 多普勒组织成像(Doppler tissue imaging, DTI)
 彩色多普勒成像(color Doppler imaging, CDI)
 超声造影(contrast enhanced ultrasound, CEUS)
 正电子发射型计算机断层扫描(positron emission computed tomography, PET)
 单光子发射型计算机断层扫描(single photon emission

computed tomography, SPECT)
 发射型计算机断层扫描(emission computed tomography, ECT)
 氟脱氧葡萄糖(fluorodeoxyglucose, FDG)
 亚甲基二磷酸盐(MDP)心电图(electrocardiogram, ECG)
 仿真内窥镜(virtual endoscope, VE)
 微血管密度(microvessel density, MVD)
 受试者工作特性(receiver operating characteristic, ROC)
 医学数字成像和传输(digital imaging and communications in medicine, DICOM)
 图像存储与传输系统(picture archiving and communications system, PACS)
 感兴趣区(region of interest, ROI)
 世界卫生组织(World Health Organization, WHO)