

团体标准

T/CGSS ××××—2023

头颈部CT血管成像及脑CT灌注成像技术规范

Technology specification for head and neck angiography CT angiography
and brain CT perfusion imaging

2023 - ×× - ××发布

2023 - ×× - ××实施

中国老年医学学会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 头颈部 CTA 检查和图像后处理	2
5 脑 CTP 检查和图像后处理	5
6 头颈部 CT 血管成像及脑 CT 灌注成像临床流程	7
7 头颈部 CT 血管成像及脑 CT 灌注成像评估报告	7
附录 A（规范性附录）头颈部 CT 血管成像及脑 CT 灌注临床流程图	8
附录 B（资料性附录）头颈部 CT 血管成像及脑 CT 灌注成像评估报告示例	9
参考文献	10

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国人民解放军总医院提出。

本文件由中国老年医学学会归口。

本文件起草单位：解放军总医院第一医学中心放射诊断科。

本文件主要起草人：娄昕，吕晋浩，马笑笑，边祥兵，罗春材，胡坚兴，藏晓，段曹辉，王强。

引 言

头颈部CT血管成像及脑CT灌注成像是评估头颈部血管病变及血流动力学改变的重要方法,尤其在脑血管病诊疗中,是一线检查方法。

随着扫描技术的发展及临床需求提升,头颈部CT血管成像及脑CT灌注成像的应用越来越多,适应症越来越广,但长期以来,相关技术标准缺乏,不利于学科发展及诊疗水平的提高。

本指南旨在规范化、标准化头颈部CT血管成像和脑CT灌注成像技术及后处理、临床流程、图像评估,提高不同等级医疗机构、不同医疗设备的同质化水平。为医学影像相关从业人员在头颈部CT血管成像及脑CT灌注成像提供重要参考及指导,提高技术水平,优化检查流程及技术方案,为患者诊断及治疗提供重要技术保障,将产生良好社会效益。

头颈部 CT 血管成像及脑 CT 灌注成像技术规范

1 范围

本文件规定了头颈部CT血管成像和脑CT灌注成像技术的适应症、检查目的、检查前准备、检查技术、图像后处理、临床流程以及图像报告格式。

本文件适用于医院中头颈部CT血管成像和脑CT灌注成像。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

T/CSBME 037-2021 头颈部CT检查和辐射剂量管理要求

3 术语、定义和缩略词

3.1.1 T/CSBME 037-2021 界定的以及下列术语和定义适用于本文件，为了便于使用，以下重复列出了 T/CSBME 037-2021 中的某些术语和定义。

3.1.

CT 血管造影 computed tomography angiography; CTA

以有效对比剂增强为基础、以全身血管为对象，利用多层螺旋 CT 获得感兴趣区组织容积数据，而后利用横断面图像和多种三维图像，通过合理的后处理，清晰显示全身各部位血管细节。

3.2.

多平面重组 multiplanar reformation; MPR

将一组横断面影像的数据通过后处理使像素重新排列，在显示屏上按诊断的需要显示任意方向三维断面的方法。

[T/CSBME 037-2021,定义 3.10]

3.3.

曲面重组 curved planar reformation; CPR

多平面重组的一种特殊形式。可使弯曲器官拉直、展开，显示在一个平面上，使观察者能够看到某个器官的全貌。

[T/CSBME 037-2021,定义 3.11]

3.4.

容积再现 volume rendering; VR

采用容积扫描数据的所有像素，通过计算机对像素进行透明度和颜色的重新加权直接投影，并以二维影像形式显示的影像后处理方法。

[T/CSBME 037-2021,定义 3.12]

3.5.

最大强度投影 maximum intensity projection; MIP

将投影方向所通过的组织或物体中每个像素的最大密度进行投影并在一个平面中显示出来。

[T/CSBME 037-2021,定义 3.13]

3.6.

最小强度投影 minimum intensity projection; MinIP

对所选取的某一厚度范围的三维容积数据中按照选层方向中最小密度像素进行投影并在一个平面中显示出来。

[T/CSBME 037-2021,定义 3.14]

3.7.

CT 灌注 computed tomography perfusion; CTP

在 CT 检查中采用静脉注射碘对比剂，同时对选定层面（单层或双侧）通过一段时间的连续、多次扫描，从而获得某器官/组织对比剂增强的动态密度变化，随后利用灌注专用软件反映时间—密度变化曲线、组织灌注量改变等的一种方法，并利用不同的数学模型，计算出各种灌注参数值。

3.8.

脉冲式特征曲线函数 impulse responsefunction; IRF

由于非去卷积法假定对比剂的注射速率是瞬间的，与实际情况不相符合，要想获得血流量和平均通过时间的定量结果，运算法必须要考虑到对比剂的实际注射速率，把每个像素位置的时程数据转化为相应的推动剩余函数(impulseresidue function, IRF)

3.9.

脑血流量 cerebral blood flow; CBF

指单位时间内流经一定区域脑组织血管结构的血流量。

3.10.

脑血容量 cerebral blood volume; CBV

指一定区域脑组织血管结构内的血容量。

3.11.

平均通过时间 mean transient time; MTT

指开始注射对比剂到时间—密度曲线下降至最高强化值一半时的时间。主要反映的是对比剂通过毛细血管的时间。

3.12.

达峰时间 time to peak; TTP

指对比剂开始在局部脑组织出现到对比剂达到峰值的时间。

3.13.

残余功能达峰时间 time to maximum of the residual function, Tmax

指碘对比剂注射后在局部脑组织达到残留功能达到最大值的时间。

3.14.

表面通透性 permeability surface; PS

单位重量的组织、单位时间内对比剂自血管内通透到细胞外液的量。

4 头颈部 CTA 检查和图像后处理

4.1 适应证

a) 适用于不同种类的血管疾病包括血管狭窄性病变（缺血性脑卒中、动脉血管痉挛及血栓栓塞、颅脑动脉粥样硬化、血管狭窄及阻塞性疾病）、血管扩张性病变（颅内动脉瘤、假性动脉瘤及静脉曲张）、颅内血管畸形、血管瘘及血管变异、血管炎及胶原血管病、创伤性血管损伤、颅脑及面部肿瘤血供来源判断、头颈部外科术前血管情况评估等的诊断、评估及病因分析。

b) 血管介入手术（支架植入术后）的评估及随访。

c) 健康查体、保健等。

4.2 检查目的

检出头颈部血管病变，评估颅内和颈部血管情况。

4.3 检查技术

4.3.1 检查前准备

a) 执行“三查七对”。“三查”：登记前查、扫描前查、发放胶片和报告前查。“七对”：核对姓名、核对性别、核对出生日期、核对门诊号、核对检查项目、核对检查病史、核对检查目的。

b) 详细询问受检者是否有过敏史。原则上不建议进行碘过敏试验，除非产品说明书注明特别要求。

c) 详细询问受检者是否有服用二甲双胍类药物。目前欧洲泌尿生殖放射学会及我国相关共识均建议肾功能正常的患者，造影前不必停用，但使用对比剂后应在医生的指导下停用48~72 h，复查肾功能正常后可继续用药；肾功能异常的患者，使用对比剂前48 h应暂时停用，之后还需停药48~72 h，复查肾功能正常后可继续用药。

d) 检查前禁食4~6 h，不需禁水，签署对比剂知情同意书。受检者及家属仔细阅读知晓对比剂知情同意书的内容，签字同意后方可执行此项检查。

e) 去除检查部位内影响检查的各种物品，如眼镜、金属发夹、耳钉、耳环、项链、义齿等。

f) 为受检者做好射线防护，检查部位以外的地方均需进行防护，如佩戴铅围裙等。非必要情况下，禁止家属陪同。若病情需要，家属须规范穿戴好射线防护用品，做好辐射防护。

g) 叮嘱受检者扫描时保持体位不动，向受检者解释检查注意事宜，告知扫描所需时间，消除受检者紧张心理。对于无法配合的患者，可适当进行镇静。

h) 对比剂的选用：推荐亲水性较好的非离子型次高渗碘对比剂，或非离子型等渗碘对比剂。

i) 告知患者CTA检查结束后，观察30min未出现过敏症状，方可拔针离开。若不存在禁止喝水的病史情况，建议患者多饮水，加速对比剂排出。

4.3.2 设备准备

推荐采用64排或以上CT扫描设备，以便获得较好的CTA结果。扫描机房温度和湿度需控制在正常范围内，环境温度推荐为18~22℃，相对湿度推荐为40%~65%。做好设备日常维护，执行每日开关机制度，扫描前做好球管预热校准，删除一些检查日期较早的数据以保证计算机足够内存等日常操作。

4.3.3 扫描体位

患者舒适的仰卧于检查床，头颅不宜过度仰头或者低头，听眶上线垂直台面，建议采用头部压束带固定好头部和下颌，保证头颈部静止不动，叮嘱受检者平静呼吸，避免吞咽及频繁眨眼动作。

4.3.4 静脉穿刺针

建议至少采用 20 G× 1.16 in (1.1 mm×30 mm) 规格的密闭式静脉留置针。套管针留置位置选用健侧扎针, 常规推荐使用右侧肘正中静脉穿刺。若情况特殊, 亦可选用下肢足背静脉或者输液杆等其它部位的静脉通路。

4.3.5 扫描方案

4.3.5.1 扫描范围

从主动脉弓向上扫描, 直至颅顶部。

4.3.5.2 扫描基线

扫描以听眦线或听眉线或听眶上线之间的连线为基准平面扫描。

4.3.5.3 窗技术

窗位80~200 HU, 窗宽600~900 HU。一般采用标准算法。

4.3.5.4 高压注射器设置

推荐使用双筒高压注射器。高压注射器静脉内团注, 推荐使用碘浓度为270~400 mgI/ml的对比剂。推荐对比剂用量为35~80 ml, 成人按体重计算用量为0.7 ml/kg, 儿童按体重计算用量为2 ml/kg。成人注射流率为4~5 ml/s, 婴幼儿为2 ml/s。具体的注药方案可以根据受检者的具体情况而定。在注射对比剂前, 可以使用恒温箱保证对比剂的温度接近人体温度37℃左右。对比剂全部注入后, 以相同流率注入20~50 ml生理盐水。

4.3.5.5 扫描参数

管电压100~120 kV, 自动管电流调制 (150~800 mA); 层厚和层间距: 0.5~1.25 mm。

(1) 小剂量团注测试技术: 选取与实际CTA扫描层面一致的层面作为测试点, 用小剂量对比剂预注射 (注射10~15 ml 后以相同流率追加生理盐水20 ml), 测试颈内动脉时间密度曲线, 峰值点为CTA容积扫描启动时间。

(2) 对比剂团注追踪技术: 选取主动脉弓层面为监测点, 触发阈值设置为90~150 HU, 达到后触发扫描。此法不增加对比剂用量, 推荐常规使用。

4.3.5.6 图像后处理

a) 常用的头颈部CTA三维后处理显示技术有容积再现 (volume rendering, VR)、多平面重建 (multiple planar reconstruction, MPR)、曲面重建 (curve planar reformation, CPR)。

b) 规范的头颈部CTA三维后处理为: 带骨VR+去骨VR+MPR+CPR。

c) 选用0.625~1 mm薄层数据进行三维后处理。选用合适的VR伪彩色进行渲染。从整体显示到局部放大剥离逐步保存。多角度进行展示保存 (正面观、左45°观、右45°观、左侧观、右侧观、背面观、俯视图、仰面观等等)。使用规范化的英文缩写标识。最终真实、直观、立体的显示出病变和相关责任血管情况。根据需要, 重组适当层厚的轴面图像、MPR、CPR或VR等。将扫描所得重建薄层图像和三维重建后的图像均推送至PACS网络保存。推荐使用14 in×17 in (1 in=2.54 cm) 彩色胶片打印, 每张胶片不宜超过30幅图像。充分显示前循环的颈内动脉及其分支; 后循环的椎基底动脉及其分支。包括大脑前动脉、大脑中动脉、大脑后动脉和基底动脉等。

4.4 多时相 CTA

4.4.1 检查优势

单时相头颈部CTA仅能提供某一时间点的血管充盈状态，可能导致侧支代偿水平的低估。多时相CTA可更好地动态评估侧支循环状态，与脑血管造影的一致性较好。

4.4.2 扫描范围

头颈部CT平扫和第1时相头颈部CTA一致，第2时相头部CTA和第3时相头部CTA一致。

4.4.3 扫描方法

头颈部CT平扫+第1时相头颈部CTA+第2时相头部CTA+第3时相头部CTA。扫描参数的设定均一致。

4.4.4 扫描参数

采用对比剂团注追踪技术，达阈值触发完成第1时相头颈部CTA扫描，延迟8s后进行第2时相头部CTA扫描，再次延迟8s后进行第3时相头部CTA扫描（需要注意8s的延迟时间具有经验性，可根据患者情况进行调整）。

4.5 双能量或能谱CTA

a) 双能量或能谱CTA仅通过一次增强扫描，利用特殊的双能量或能谱CT后处理软件即可获得去骨的CTA和能满足诊断要求的头颅虚拟平扫图像、虚拟单能谱图像。

b) 在CT设备性能允许的前提下，对于颅内有关动脉夹、弹簧栓等金属植入物的情况下，头颈部CTA应选择能量减影的CTA扫描模式。

c) 双能量或能谱扫描CTA，两个管X线电压组合推荐80、100 kV和80、140 kV，或者单X线管80 kV和140 kV快速切换，或采用立体双层光谱探测器进行扫描。

4.6 低剂量CTA

a) 降低管电流：降低管电流是目前降低辐射剂量的主要方式，也是低剂量CT检查的主要方法。

b) 降低管电压：不仅辐射剂量下降，而且降低X线质量，从而降低X线穿透力，使吸收的辐射比例增加，因此在低剂量CT扫描中要考虑图像质量与射线剂量之间的平衡。

c) 使用迭代算法重建：以迭代算法代替以往的常规滤波反投影算法，既可大幅度降低辐射剂量，也可抑制噪声，从而获得较高质量的图像数据。

d) 双能量CT虚拟平扫技术：此技术也可以降低辐射剂量。

5 脑CTP检查和图像后处理

5.1 适应证

诊断与术前评估，适用于脑部血流动力学评价，检测异常灌注。治疗评价与随访。

5.2 检查目的

显示核心梗死区和缺血半暗带，评估血脑屏障（blood-brain-barrier, BBB）破坏情况，评估血流动力学变化。

5.3 检查技术

5.3.1 检查前准备

检查前准备同头颈部CTA检查。

5.3.2 设备准备

设备准备同头颈部CTA检查。

5.3.3 扫描体位

扫描体位同头颈部CTA检查。

5.3.4 静脉穿刺针

静脉穿刺针同头颈部CTA检查。

5.3.5 扫描方案

5.3.5.1 扫描范围

a) 若医院CT设备排数 ≥ 256 排，可选择全脑容积灌注成像。全脑容积灌注成像为覆盖全脑，从后颅窝底部向上扫描至颅顶。

b) 若医院CT设备排数 < 256 排，选择部分灌注成像。部分灌注成像根据CT平扫结果，在病变区域选择1~4层感兴趣层面进行扫描，为保证图像质量，幕上病变尽可能选择基底核层面和侧脑室体部层面进行CTP扫描。

5.3.5.2 扫描基线

扫描基线同头颈部CTA检查。

5.3.5.3 窗技术

窗位30~40 HU，窗宽70~100 HU。一般采用标准算法。

5.3.5.4 高压注射器设置

推荐使用双筒高压注射器。高压注射器静脉内团注，推荐采用350~400 mgI/ml以上浓度的对比剂以4 mL/s的速度注射40 mL对比剂。270~320 mgI/ml的对比剂5 mL/s速度注射50 mL对比剂，并且总耗时间或连续扫描时间增加到50秒。在注射对比剂前，可以使用恒温箱保证对比剂的温度接近人体温度37℃左右。在注射对比剂后，要以20~30 mL的生理盐水冲洗。

5.3.5.5 扫描参数

a) 16排螺旋CT能够扫描20 mm厚的脑组织，64排螺旋CT扫描范围为40 mm，128排螺旋CT扫描范围为80 mm，256排螺旋CT扫描范围增加至160 mm，320排螺旋CT扫描范围为160 mm。注射碘对比剂后，对感兴趣区做16~30次同一范围的扫描。

b) 若医院CT设备排数 < 256 排，选择采用4D螺旋自适应扫描（容积穿梭或摇篮床模式）。管电压70~80 kV，自动管电流技术（推荐100~200 mA），重建层厚5 mm，重建间隔 ≤ 5 mm，重建算法为标准算法或软组织算法。矩阵512×512，视野尽可能小，开始注射对比剂后4~8 s做动脉期连续扫描，扫描速度为1 s/圈，间隔时间1 s，时间轴分辨率1~3 s，头颅灌注总覆盖时间不得超过60秒。

c) 若医院CT设备排数 ≥ 256 排，可选择全脑容积灌注成像，管电压70~80 kV，重建层厚5 mm，重建算法为标准算法或软组织算法。矩阵512×512。开始注射对比剂后5 s做动脉期连续扫描，扫描速度为0.5 s/圈，间隔时间2 s，根据时间决定采集时间和采集数目，头颅灌注总覆盖时间不得超过60秒。

d) 如果患者血流缓慢，脑循环时间延长需适当增加扫描时间。为了减少扫描时间延长导致的放射剂量增加，可以采取分2~3个阶段扫描的方式。比如第1阶段40 s，每1秒扫描1次；第2阶段35~45 s，每2~3秒扫描1次；如需要获得微血管通透性图，则要再进行第3阶段2 min扫描，每10~15秒扫描1次。

5.3.5.6 图像后处理

a) 一般应用灌注专用软件包进行后处理。以单点取样方式分别在正常侧大脑中动脉与上矢状窦选择输入动脉与输出静脉，并由分析软件自动生成，可得到CBF、CBV、MTT、TTP、Tmax、PS等参数图。

b) 图像的定量分析可以采用半自动及自动分析方法。半自动的方法是根据肉眼观测的异常区域手动勾画感兴趣区，测得感兴趣区内各灌注值；数据的分析采用相对值，以对侧正常区域的灌注值为参照，计算异常侧与正常侧灌注值的比值。

c) 在一些脑灌注后处理软件中，可通过设定阈值，自动标识出梗死核心区和缺血半暗带，并计算体积。

d) 自动分析可以借助第三方的软件，自动得出异常区域的体积等。可将CTA原始图像重建出5 mm层厚的图像，与CT灌注成像扫描选择层面层厚一致，用于观察新鲜梗死区。

5.4 一站式头颈部CTA+CTP 成像检查

目前，CT模式可适用于几乎所有患者，检查时间短，可进行快速“一站式”检查。由于快速、准确及广泛应用等因素，强烈推荐采用“一站式”CT检查模式作为急性脑血管病一线影像学检查手段。首先进行脑CTP检查，扫描结束之后5~10 min进行头颈部CTA检查。

6 头颈部CT血管成像及脑CT灌注成像临床流程

患者就诊，经临床评估，综合病史采集、心电图、血常规、头颅CT平扫等资料，若结果无异常，则结束检查。若发现异常，进一步行头颈部CTA检查，合理选用多时相CTA、双能量CTA、低剂量CTA，若能确诊，则结束检查。若发现异常，进一步行脑CTP检查，可选择一站式头颈部CTA+CTP成像检查，最后结束检查。将扫描图像及图像后处理上传，诊断医师出具报告，临床治疗，后期随访。

头颈部CT血管成像及脑CT灌注成像临床流程应见附录A的图A.1。

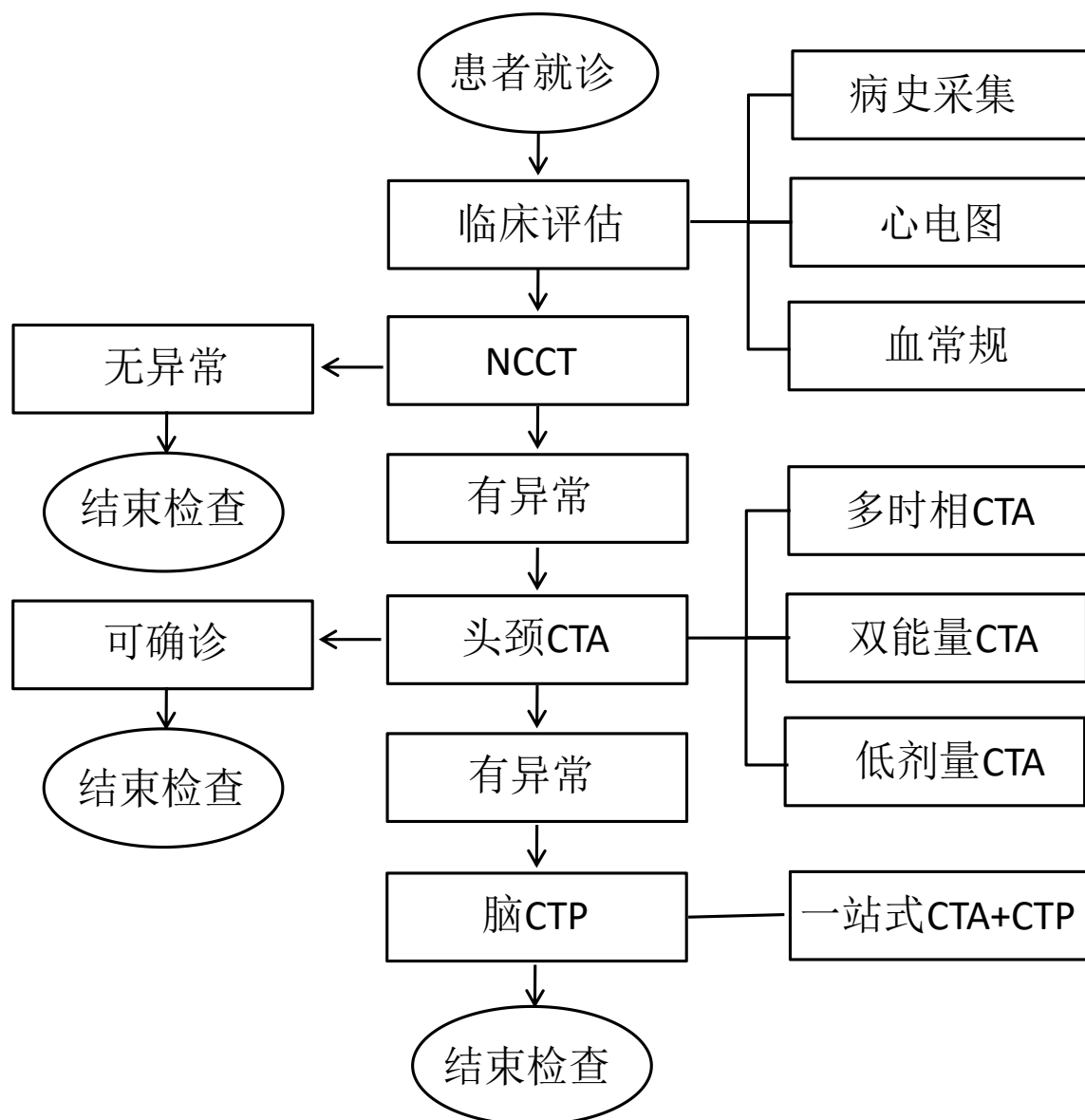
7 头颈部CT血管成像及脑CT灌注成像评估报告

头颈部CT血管成像及脑CT灌注成像评估报告示例如附录B所示

附录 A

(规范性附录)

头颈部 CT 血管成像及脑 CT 灌注临床流程图



图A. 1 头颈部CT血管成像及脑CT灌注成像临床流程图

附录 B

(资料性附录)

头颈部 CT 血管成像及脑 CT 灌注成像评估报告示例

示例：

头颈部CT血管成像及脑CT灌注成像评估报告

医院名称

患者一般资料信息，可包括但不限于：姓名、性别、年龄、就诊号、开单科室、临床诊断、病史、检查项目、检查目的等

检查项目：平扫CT

- 1 颅内出血 是 ☐ 否 ☐ 不确定 ☐
- 2 NCCT已显示本次发病的急性缺血灶 是 ☐ 否 ☐ 不确定 ☐
- 3 NCCT显示大脑中动脉高密度征 是 ☐ 否 ☐ 不确定 ☐
- 4 NCCT显示低密度梗死范围> 1/3供血区 是 ☐ 否 ☐ 不确定 ☐
- 5 ASPECTs 评分（建议根据卒中中心情况选择应用）

检查项目：头颈CTA

1 责任病灶侧大血管情况：

- 左 ☐ /右 ☐ CCA 通畅 ☐ 轻度狭窄 ☐ 中度狭窄 ☐ 重度狭窄 ☐ 闭塞 ☐
- 左 ☐ /右 ☐ ICA 通畅 ☐ 轻度狭窄 ☐ 中度狭窄 ☐ 重度狭窄 ☐ 闭塞 ☐
- 左 ☐ /右 ☐ MCA 通畅 ☐ 轻度狭窄 ☐ 中度狭窄 ☐ 重度狭窄 ☐ 闭塞 ☐
- 左 ☐ /右 ☐ ACA 通畅 ☐ 轻度狭窄 ☐ 中度狭窄 ☐ 重度狭窄 ☐ 闭塞 ☐
- 左 ☐ /右 ☐ PCA 通畅 ☐ 轻度狭窄 ☐ 中度狭窄 ☐ 重度狭窄 ☐ 闭塞 ☐
- BA 通畅 ☐ 轻度狭窄 ☐ 中度狭窄 ☐ 重度狭窄 ☐ 闭塞 ☐
- 左 ☐ /右 ☐ VA 通畅 ☐ 轻度狭窄 ☐ 中度狭窄 ☐ 重度狭窄 ☐ 闭塞 ☐

2 MCA 远端血管显影情况（侧支循环评分）：

- 3 是否其他严重的脑血管病变，如动脉瘤、血管畸形等 是 ☐ 否 ☐
- 4 如存在动脉瘤，动脉瘤位置：载瘤动脉 分段
- 5 大小：瘤颈 mm 瘤体最大直径 mm 瘤体宽 mm
- 6 形状：囊状 ☐ 梭形 ☐ 不规则形 ☐

检查项目：头部CTP

1 责任病灶侧血流灌注情况：

- CBF 升高 ☐ 正常 ☐ 降低 ☐ CBV 升高 ☐ 正常 ☐ 降低 ☐
- MTT 升高 ☐ 正常 ☐ 降低 ☐ TTP 升高 ☐ 正常 ☐ 降低 ☐
- Tmax 升高 ☐ 正常 ☐ 降低 ☐

2 核心梗死体积（ml）：

- 是否存在目标不匹配 是 ☐ 否 ☐
- 是否存在高灌注 是 ☐ 否 ☐

图B.1 头颈部CT血管成像及脑CT灌注成像评估报告示例

参 考 文 献

- [1] 脑血管病影像规范化应用中国指南[J]. 中华放射学杂志, 2019, 11:916-940.
 - [2] 头颈部CT血管成像扫描方案与注射方案专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2019, 02:81-87.
 - [3] 头颈部CT检查和辐射剂量管理专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(09):827-838
 - [4] 王振常. 适时修正头颈部CT和MRI检查及诊断规范, 推动头颈部影像的普及和发展[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(09):641.
 - [5] 赵宇, 董立军, 杨晨, 等. 全脑CT灌注成像在动脉瘤性蛛网膜下腔出血中的应用价值[J]. 中华神经外科杂志, 2021, 37(04):354-359.
 - [6] 急性脑卒中多层螺旋CT检查技术专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(09):839-845.
-