

团 体 标 准

T/SCSKJQYLHH XXXX—XXXX

脑血管病介入治疗前后动脉自旋标记灌注
评估规范

Specification for ASL Perfusion Assessment Pre- and Post-Cerebrovascular
Endovascular Intervention

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 基本要求	5
4.1 人员	5
4.2 设备	5
4.3 环境要求	5
5 操作步骤与要求	5
5.1 检查前准备	5
5.2 扫描方法	5
5.3 图像后处理与判读	6
6 注意事项	7
6.1 检查前评估	7
6.2 特殊患者管理	7
6.3 检查后处理	7
7 禁忌	8
7.1 绝对禁忌	8
7.2 相对禁忌	8
参 考 文 献	9

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。

本文件由联勤保障部队第九六一医院提出。

本文件由四川省科技企业联合会归口。

本文件起草单位：联勤保障部队第九六一医院、陆军军医大学西南医院、联勤保障部队第九六〇医院、齐齐哈尔医学院、宜宾学院、佳木斯大学附属第一医院、齐齐哈尔医学院附属第三医院、齐齐哈尔市第一医院。

本文件主要起草人：张强、郭冬雪、钟启胜、王斌、李敬文、岳丽玲、杨军、张世华、赫佰玲、刘忠锦、李伟楠、牛胤、陈渝杰、陈志。

引 言

随着脑血管病介入治疗技术的快速发展,精准评估围手术期脑血流动力学变化对治疗方案的优化及预后判断具有重要意义。动脉自旋标记 (Arterial Spin Labeling, ASL) 作为一种非侵入性、无辐射的定量灌注成像技术,能够动态监测脑血流灌注变化,为介入治疗全程提供客观的生理学依据。然而,目前国内外尚缺乏针对ASL技术在脑血管病介入治疗中标准化应用的指南或规范,导致其临床价值未被充分挖掘。

前期研究提示,ASL在脑血管病介入治疗中具有潜在独特价值:

(1) 在血流导向装置治疗颅内动脉瘤中,ASL可能有助于预警恢复期延迟高灌注综合征 (Zhang Q, et al. *Stroke*. 2024;55(11):e302-e303);

(2) 在慢性硬膜下血肿脑膜动脉栓塞术后,ASL初步观察到“灌注-功能同步恢复”现象,即术后早期脑血流改善与神经功能恢复同步出现,早于传统影像学显示的血肿体积变化 (Zhang Q, et al. *J Clin Neurosci*. 2025 Oct;140:111499)。

上述发现提示ASL在并发症预警和疗效监测中具有应用前景。

本文件旨在规范ASL技术在脑血管病介入治疗全流程中的应用,重点解决以下临床需求:

- (1) 术前评估: 量化缺血/低灌注区域, 指导治疗靶点选择;
- (2) 术后监测: 建立高灌注综合征的ASL预警指标, 优化干预时机;
- (3) 疗效评价: 通过灌注变化与功能恢复的同步性分析客观评估早期疗效;
- (4) 技术标准化: 统一扫描参数、后处理流程及结果判读标准, 提升数据可比性。

本文件基于现有医学证据及多中心临床实践经验,适用于神经介入科、影像科及康复科等多学科协作场景,旨在推动ASL技术从科研向临床常规应用的转化,助力脑血管病个体化精准诊疗。

脑血管病介入治疗前后动脉自旋标记灌注评估规范

1 范围

本文件规定了脑血管病介入治疗前后动脉自旋标记灌注评估的基本要求、操作步骤与要求、注意事项与禁忌。

本文件适用于接受神经介入治疗的患者，特别适用于接受密网支架治疗的颅内动脉瘤患者及慢性硬膜下血肿脑膜中动脉栓塞术后的患者。

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。

GB 9706.1 医用电气设备 第1部分：基本安全和基本性能的通用要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

动脉自旋标记 arterial spin labeling, ASL

通过连续动态扫描获得脑血流动力学参数，评价脑组织灌注状态的功能成像方法。

3.2

标记后延迟 post label delay, PLD

在伪连续动脉自旋标记(pCASL)序列中，从标记脉冲串结束到灌注成像开始采集的时间差。

3.3

脑血流量 cerebral blood flow, CBF

单位时间内到达一定重量脑组织的血流总量。

3.4

动脉通过伪影 arterial transit artifact, ATA

被标记血液残留在血管内所导致的蔓状匍匐条状高信号，可对称或不对称，通常是由于血管内血流速度减缓或血流到达延迟所致。其是评估侧支循环的重要征象，而非单纯伪影。

3.5

感兴趣区域 region of interest, ROI

在ASL图像中用于定量分析的手动或自动划定的区域。

3.6

部分容积校正 partial volume correction, PVC

用于消除因脑萎缩、病灶体积过小或灰白质交界区影响导致的伪灌注偏差的后处理技术。当病灶直径 $<10\text{ mm}$ 或位于灰白质交界区时，建议进行PVC。

4 基本要求

4.1 人员

4.1.1 操作人员应经过 ASL 专项培训。

4.1.2 报告医师应具备神经影像学专业背景且拥有 3 年以上临床经验，熟悉 ASL 在脑血管病中的应用。

4.2 设备

4.2.1 ASL 扫描宜在 1.5 T 及以上场强的磁共振成像设备上进行，使用 8 通道及以上多通道头部专用线圈。

4.2.2 设备应符合 GB 9706.1 的要求，并定期维护。

4.3 环境要求

4.3.1 检查室应清洁、安静。

4.3.2 磁共振室温度宜为 $22\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度宜为 $60\%\pm 10\%$ 。

4.3.3 MRI 检查场地应划分安全区域，并张贴清晰的安全警示标识。

5 操作步骤与要求

5.1 检查前准备

5.1.1 应在检查的 4 h 前提醒患者避免摄入含咖啡因饮料。

5.1.2 ASL 序列应在钆对比剂注射前完成。

5.2 扫描方法

5.2.1 通用扫描协议

通用扫描协议如下：

——序列选择：宜使用三维 pCASL 序列，具备背景抑制；

——PLD 设置：成人常规宜采用 2000 ms。对于动脉通过时间（ATT）延长者，如大血管狭窄 $\geq 70\%$ 、年龄 ≥ 70 岁的患者，宜延长至 2500 ms 或采用多延迟采集；

——标记时长：宜 1800 ms。

——读出方式：宜优先使用三维读出，如 3D GRASE。

——扫描时间：单延迟 pCASL 控制在 4 min~5 min，可根据患者配合度适当调整。

——多延迟 ASL：设备支持且临床需要评估 ATT 或提高 CBF 定量准确性的，可选用多延迟 pCASL，宜设置 4 个 PLD：1500 ms、2000 ms、2500 ms、3000 ms。

注：扫描时间延长、运动伪影风险增加及后处理复杂性，在脑血管病介入治疗患者中宜采用多延迟采集。

5.2.2 定位扫描

定位扫描应符合如下条件：

——标记平面置于颈内动脉水平（约 C2/C3 椎体水平），垂直于血管走向；

——成像体积沿 AC-PC 线排列，便于与常规序列对照；

——无法独立调整的，应优先保证标记效率，即接受成像体积偏离 AC-PC 线，以避免因标记效率不对称导致的假性灌注缺损；

——应在报告中注明标记平面与成像体积的相对关系及是否存在潜在标记效率不对称。

5.2.3 疾病特异性采集

5.2.3.1 一般要求

5.2.3.1.1 ASL 采集策略应根据疾病类型和治疗阶段进行调整。

5.2.3.1.2 采集宜以单延迟 pCASL 为基础，多延迟 pCASL 作为高级选项。

5.2.3.2 急性缺血性卒中/狭窄-闭塞性疾病

可采用如下条件进行采集：

- 宜使用单延迟 pCASL，有条件的，可加做多延迟；
- PLD 成人 2000 ms；老年/严重狭窄（≥70%）的，可延长至 2500 ms 或采用多延迟；
- 关闭血管抑制，保留 ATA 以评估侧支循环；
- 多延迟可提供 ATT，提高 CBF 定量准确性；ATA 是评估侧支的重要征象，非单纯伪影。

5.2.3.3 动脉瘤

可采用如下条件进行采集：

- 宜使用单延迟 pCASL；
- PLD 宜设置为 2000 ms；
- 标记平面应避免支架区域，避免磁敏感伪影影响标记效率；
- 密网支架术后的，术后 24~72 h 为高灌注监测关键期，宜在 24 h 内、72 h、7 d、30 d 随访。

5.2.3.4 慢性硬膜下血肿脑膜中动脉栓塞术后

可采用如下条件进行采集：

- 宜使用单延迟 pCASL；
- PLD 宜设置为 2000 ms；
- 应评估患侧皮层 CBF 变化
- 宜在术后 7d 内、30 d、90 d 开展随访。

5.2.3.5 烟雾病及其他慢性闭塞性疾病

可采用如下条件进行采集：

- 宜使用多延迟 pCASL；
- PLD 宜覆盖 1500~3000 ms（4 个 PLD）；
- 应计算 ATT、CBF、aCBV；
- 需评估脑血管储备（CVR）的，可在静息与血管扩张刺激后分别扫描。

5.2.3.6 脑动静脉畸形/动静脉瘘

可采用如下条件进行采集：

- 宜使用单延迟 pCASL；
- PLD 宜设置为 2000 ms；
- 应关闭血管抑制，显示病灶/引流静脉高信号；
- 多延迟可动态观察分流过程，但需保证空间分辨率；
- 病灶内或引流静脉早期高信号为关键征象。

5.2.3.7 脑肿瘤

可采用如下条件进行采集：

- 宜使用三维读出 pCASL，如 3DGRASE；
- PLD 成人宜设置为 2000 ms；1~12 岁儿童宜设置为 1500 ms；12 岁以上同成人；
- 宜使用伪彩 CBF 图，但需结合灰度图像；
- 肿瘤实质 CBF 增高提示高级别可能；瘤周高灌注多见于高级别胶质瘤，但高血管性转移瘤（如肾癌、黑色素瘤）亦可呈高灌注，需综合判断。直径<10 mm 病灶需注意假阴性可能。

5.3 图像后处理与判读

5.3.1 后处理软件要求

单延迟pCASL通过减影计算CBF。病灶体积较 $<10\text{mm}$ 或位于灰白质交界区的患者，应进行部分容积校正（PVC）。

5.3.2 图像配准与分割

ROI应放置于病灶及对侧对称区域，避开大血管。

5.3.3 结果可视化

CBF图宜以伪彩模式显示，宜同时提供灰度图像。CBF常用显示范围 $0\text{ mL}/100\text{g}/\text{min}\sim 150\text{ mL}/100\text{g}/\text{min}$ 。

5.3.4 图像质量控制

解读前应进行质量控制，包括但不限于：

- 整体图像质量；
- 是否存在因标记效率不对称导致的假性灌注差异；
- 是否存在ATA及其分布。

5.3.5 结果判读与报告

报告应包括但不限于：

- 对于一般患者：
 - 扫描参数（PLD）；
 - 后处理方法（是否PVC）；
 - 定量数据（病灶及对侧ROI的CBF值）；
 - 图像质量评估；
 - 与临床症状的相关性分析；
 - 介入治疗前后的变化趋势。
- 对于术后患者：若ASL提示高灌注区域，应在报告中明确其位置、范围及与临床症状的时间关系；
- 对于密网支架术后患者：若ASL提示高灌注区域（患侧/对侧CBF比值升高），应在报告中明确高灌注区域的位置、范围及与临床症状的时间关系；结合血压监测，评估延迟高灌注综合征风险。
- 对于CSDH脑膜中动脉栓塞术后患者，若ASL显示患侧皮层CBF改善，应在报告中明确：CBF变化率与神经功能评分变化的相关性；是否存在“灌注-功能同步恢复”现象，以支持早期疗效判断。

6 注意事项

6.1 检查前评估

应详细核查患者体内植入物，尤其是颈动脉支架、血流导向装置的MRI兼容性。

6.2 特殊患者管理

包括但不限于：

- 儿童患者：应使用儿科专用线圈，PLD推荐：新生儿 2000 ms ，儿童（ $1\sim 12$ 岁） 1500 ms 。
- 增强扫描患者：ASL宜在钆对比剂注射前完成；需重复ASL检查的，两次检查间隔应 $\geq 24\text{ h}$ 。
- 孕妇及哺乳期患者：检查后建议暂停哺乳 24 h 。

6.3 检查后处理

包括但不限于：

- 对介入治疗后患者，若ASL提示高灌注风险，应及时与介入医师沟通；
- 高危患者宜在 $12\text{ h}\sim 24\text{ h}$ 内复查ASL，低危患者可延长至 $24\text{ h}\sim 48\text{ h}$ 复查，同时动态监测血压并警惕高灌注综合征的发生。

7 禁忌

7.1 绝对禁忌

包括但不限于：

- 幽闭恐惧症无法镇静者；
- 体内有非 MRI 兼容的铁磁性植入物。

7.2 相对禁忌

包括但不限于：

- 严重心律不齐（影响标记效率）；
- 无法平卧 15 min 以上者。

参 考 文 献

[1] Alsop DC, Detre JA, Golay X, et al. Recommended implementation of arterial spin labeled perfusion MRI for clinical applications: A consensus of the ISMRM perfusion study group and the European consortium for ASL in dementia. *Magn Reson Med*, 2015, 73(1): 102–116.

[2] 中华医学会放射学分会质量管理与安全管理学组, 中华医学会放射学分会磁共振学组. 动脉自旋标记脑灌注MRI技术规范应用专家共识[J]. *中华放射学杂志*, 2016, 50(11): 817–824.

[3] Lindner T, Bolar DS, Achten E, et al. Current state and guidance on arterial spin labeling perfusion MRI in clinical neuroimaging. *Magn Reson Med*, 2023, 89: 2024–2047.

[4] 中华医学会影像技术分会, 中国医师协会医学技师专业委员会. MRI临床应用安全专家共识[J]. *中华放射学杂志*, 2023, 57(5): 955–961.

[5] Iida T, Yamashita K, Kato Y, et al. Impact of perioperative cerebral blood flow evaluation using arterial spin labeling in a patient undergoing carotid artery stenting. *J Clin Neurosci*, 2025, 132: 110974.

[6] Wang DJJ, Alger JR, Qiao JX, et al. Multi-delay multi-parametric arterial spin-labeled perfusion MRI in acute ischemic stroke: Comparison with dynamic susceptibility contrast enhanced perfusion imaging. *Neuroimage Clin*, 2013, 3: 1–7.
