中国脑卒中血管超声检查指导规范

国家卫生计生委脑卒中防治工程委员会

脑卒中是一类高发病率、高致残率以及高病死率的疾病。动脉粥样硬化与脑卒中的发生发展密切相关^[1-6]。早期确诊动脉粥样硬化并采取有效干预措施,可明显降低脑卒中的致残率和病死率。2010年国家卫生计生委(原卫生部)成立了脑卒中防治工程委员会,并在全国建立了由306家三级医院构成的脑卒中筛查与防治基地医院网络。颈动脉超声和经颅彩色多普勒超声目前已被广泛应用于脑卒中相关颅内外动脉病变的早期筛查诊断与随访^[1,7-16]。为规范脑卒中防治基地医院颈动脉与脑血管超声技术,提高脑卒中血管超声筛查诊断的准确性,由国家卫生计生委脑卒中防治工程委员会邀请众多专家学者,参与讨论编写了有关脑卒中筛查与防治的检查与治疗指导规范(涉及10余种专业),其中《中国脑卒中血管超声检查指导规范》旨在规范血管超声专业技术(尤其是基地医院),并向全国推广。

一、颈部血管超声

(一) 颈动脉超声检测^[2,7-10,17-21]

1. 常规检测动脉: 双侧颈总动脉(common carotid artery, CCA)、颈内动脉(internal carotid artery, ICA)、颈外动脉(external carotid artery, ECA)、椎动脉(vertebral artery, VA)、锁骨下动脉(subclavian artery, SA)及无名动脉(innominate artery, INA)。

2. 常规检测参数: 动脉管径、内-中膜厚度(intimal medial thickness, IMT)和血流动力学参数,包括收缩期峰值流速(peak systolic velocity, PSV)、舒张期末流速(end diastolic velocity, EDV)、血管阻力指数(resistance index, RI)。

3. 常规检查流程: (1) 二维灰阶成像: 首先以横断切面,右侧自无名动脉起始、左侧从CCA自主动脉弓分支开始,连续观察CCA全程、ICA-ECA分叉、ICA起始段及分叉以远4~6cm范围、

ECA主干及其分支血管壁的三层结构及血管腔内回声、有无动脉粥样硬化斑块。再以纵切面测量CCA远段(分叉水平下方1.0~1.5cm范围)、颈动脉球部(颈内动脉起始段管径相对膨大处)血管内径及CCA远段及颈动脉球部的IMT。测量IMT与管径应避开动脉粥样硬化斑块。管径测量是血管后壁内膜上缘至前壁内膜下缘之间的垂直距离。当出现血管狭窄时应测量血管残余内径与原始内径。IMT的测量是血管后壁内膜上缘与外膜上缘的垂直距离,即血管壁内膜与中膜的联合厚度。观察动脉粥样硬化斑块的部位、形态、表面纤维帽的完整性及斑块内声学特征,测量斑块的大小,以长(mm)×厚(mm)表述大小,多发性斑块测量最大的责任斑块。(2) 彩色多普勒血流成像(color Doppler flow imaging, CDFI): 通过CDFI模式观察检测动脉管腔的血流充盈状态,在二维超声基础上,对溃疡性斑块进一步评估。对极重度狭窄的检查,通过CDFI血流成像调节可提高病变检出率。(3) 脉冲多普勒超声(pulsed wave Doppler, PW): 通过PW测量CCA远段、ICA球部、ICA近-远段、ECA的PSV、EDV。对50%的ICA狭窄,应计算 PSV_{ICA}/PSV_{CCA} 比值、或狭窄段(PSV_{ICA1})与远段(PSV_{ICA2})比值(PSV_{ICA1}/PSV_{ICA2}),记录RI值。

4. ICA及ECA检测鉴别见表1。

(二) 椎动脉超声检测^[22-26]

椎动脉自锁骨下动脉分支后,在颈部穿行于横凸孔上行,出寰枢椎经枕骨大孔进入颅内。

表1 颈内、外动脉检测鉴别

项目	颈内动脉	颈外动脉
血管内径	较粗	较细
解剖特征	无分支	有分支
检测位置	颈部后外侧	颈部前内侧
血流频谱形态	低阻力型	高阻力型
颞浅动脉叩击试验	无变化	出现震颤性血流波形

1. 椎动脉解剖：根据颈部椎动脉的走行分为入横突孔前段称颈段（V1段）、走行于横突孔内段为椎间隙段（V2段）、出横突孔入枕骨大孔前段为枕段（V3段），经枕骨大孔进入颅内为颅内段（V4段）。

2. 常规检测流程：（1）二维灰阶成像：通过灰阶成像观察椎动脉血管壁、管腔内结构与回声，测量血管内径，V1～V2段均可以，选择管腔与管壁结构成像清晰的阶段测量。（2）CDFI：以CDFI或能量多普勒成像模式观察椎动脉从V1～V3全程血流充盈状态及动脉走行，注意比较双侧椎动脉管径的对称性、血管走行、起源与起点异常等生理性变异情况。（3）PW超声：PW常规超声测量记录椎动脉起始端的PSV，判断其起始处有无狭窄。另外，可再测量V1或V2或V3的PSV、EDV及RI。（4）探头的多选择性：由于椎动脉解剖位置较深，特别是体型肥胖颈部短粗的患者，单纯线阵探头检查深度达不到，椎动脉起始段检查困难时可以选择低频凸阵探头。

（三）锁骨下动脉超声检测^[27-29]

1. 锁骨下动脉解剖：右侧锁骨下动脉从无名动脉分支，向右上肢及右椎动脉供血。左侧从主动脉弓分支，向左上肢及左椎动脉供血。

2. 常规检查流程：（1）二维灰阶成像：通过锁骨上窝检查双侧SA。右侧无名动脉、右锁骨下动脉及右颈总动脉形成典型的横向“Y”字型结构。通过二维成像观察双侧锁骨下动脉血管结构，存在动脉粥样硬化斑块导致血管狭窄时，应测量记录斑块形态、声学特征、血管残余内径与原始内径。（2）CDFI：以CDFI进一步观察锁骨下动脉血流充盈情况，注意血管狭窄或闭塞性病变血流成像特征变化。（3）PW超声：以PW超声检测SA的PSV、EDV，血管狭窄时须注意狭窄的位置与椎动脉起始段之间的距离。诊断SA狭窄70%时，应测量狭窄远段SA（VA分支以远）PSV与EDV，计算并记录狭窄段与狭窄以远段流速比值。

（4）探头的多选择性：由于SA解剖位置较深，特别是左侧SA检查较右侧难度大，需要线阵与凸阵探头联合选择应用，提高病变检出率与准确性。

（四）无名动脉超声检测^[30-31]

1. 无名动脉解剖：健康人群无名动脉（也称头臂干）直接起自主动脉弓，与左侧CCA及SA组成3支脑血流供应的重要动脉，其长度约5cm，分出右侧CCA与右侧SA。

2. 常规检查流程：（1）二维灰阶成像：以灰阶成像显示无名动脉血管壁、管腔结构。注意SA与CCA分支结构特征。（2）CDFI：以CDFI观察无名动脉血流充盈情况，特别应注意与右侧SA和CCA形成的特征性解剖结构。（3）PW超声：存在无名动脉狭窄病变时测量病变处原始内径与残余管径，以及PSV与EDV。

（五）颈部动脉超声检测注意事项

1. 注意检测手法是诊断病变准确性的第一要素。

2. 注意仪器的调节，包括聚焦、灰阶及彩色多普勒增益、脉冲重复频率、滤波等。在频谱多普勒超声检测血流动力学参数时，一定要注意声束与血流之间的角度 60° 。

3. 注意诊断狭窄70%时，一定要获得远段PSV与EDV，综合评估以提高诊断准确性。

4. 注意次全闭塞与完全性闭塞的鉴别，需通过仪器调节采用CDFI与能量多普勒超声联合检测以提高检测敏感度。

二、颈部动脉粥样硬化病变的检测

（一）内膜病变检测^[3, 27]

颈动脉粥样硬化病变早期表现分为局限性或弥漫性颈动脉IMT融合，导致IMT增厚。二维灰阶超声检测显示内-中膜融合，伴不均匀回声改变，测量IMT 1.0 mm 界定为颈动脉内-中膜增厚。

（二）粥样硬化性斑块检测^[3, 27]

1. 斑块的界定：当IMT 1.5 mm ，凸出于血管腔内，或局限性内膜增厚高于周边IMT的50%，可定义为动脉粥样硬化斑块形成。灰阶超声可以观察斑块表面纤维帽的完整性（连续性）。

2. 斑块的形态学评估：（1）规则形斑块：二维灰阶超声显示斑块为扁平形，表面纤维帽完整。

（2）不规则形斑块：二维灰阶超声显示斑块表面不光滑，纤维帽显示不完整。CDFI显示斑块所在的管腔血流充盈不全。（3）溃疡性斑块：斑块表面纤维帽破裂不连续，形成“火山口”征，“火山口”长度 1.0 mm 。CDFI显示血流向斑块内灌注。

3. 斑块声学特征评估：由于斑块内组成不同，对声波的吸收及反射不同，斑块显像特征也不同。斑块回声评估可以与血管壁结构进行比较。正常血管壁三层结构回声分别为中等回声（内膜层）、低回声（中膜层）、高回声（外膜层）。（1）均质性回声：二维灰阶成像显示斑块内部回声均匀一致为均质性回声斑块。根据斑块回声与血管壁回声强

弱的差异分类：低回声斑块：斑块内回声低于内膜层；中等回声斑块：斑块内回声与内膜层相对一致；高回声斑块：斑块内回声等于或略高于外膜层。

(2) 不均质回声斑块：斑块内有 20% 以上的回声不一致即可确定为不均质回声斑块。

4. 斑块的易损性：斑块的易损性是通过对其形态学、内部回声、表面纤维帽的完整性等信息进行综合分析判断。另外，斑块的易损性与患者脑血管病变危险因素的治疗有效性密切相关。无论是超声专业或非超声专业人员应通过超声检查描述，并结合患者的危险因素进行综合评估与治疗随访，客观评估斑块的易损性。单纯以“软斑块”或“硬斑块”提示为易损或非易损斑块不客观，并且斑块受血流剪切应力的影响，非易损性斑块并非始终不变，检查结果的解释应科学客观，应告知患者针对危险因素进行治疗控制动脉粥样硬化的进程。

5. 斑块检测评估注意事项：(1) 注意从不同角度以纵横切面联合对斑块连续性检测观察评估。

(2) 注意检测仪器的调节，使斑块的声像图显示最清晰。(3) 注意斑块表面纤维帽的连续性观察；注意不规则形斑块表面回声异常的鉴别，溃疡性斑块典型“火山口”征声像图特征的判断标准。

(三) 颈动脉狭窄和闭塞检测^[17-18, 32-35]

1. 颈内动脉狭窄评估标准：根据 2003 年北美放射年会超声会议 16 个专业及相关专业委员会发布的标准，颈内动脉狭窄闭塞性病变程度分类为 4 级：狭窄 <50% (轻度, 0 ~ 49%)；50% ~ 69% (中度)；70% ~ 99% (重度)；血管闭塞 (表 2)。(1) <50% 狭窄 (轻度狭窄)：二维灰阶成像显示斑块形成，管径相对减小，CDFI 血流充盈不全，但血流速度正常或相对高于对侧，通常 PSV < 125 cm/s, EDV < 40 cm/s, 血流频谱正常。(2) 50% ~ 69% 狭窄 (中度狭窄)：血流速度相对升高，125 cm/s < PSV < 230 cm/s,

40 cm/s EDV < 100 cm/s, 狭窄远段血流速度下降，但狭窄段与狭窄以远段流速比值、或狭窄段与狭窄以近段流速比值 < 4.0 (2.0 < PSV_{ICA1}/PSV_{ICA2} < 4.0 或 PSV_{ICA}/PSV_{CCA} < 4.0)，狭窄以远段动脉血流无典型低搏动性改变。(3) 70% ~ 99% 狭窄 (重度狭窄)：狭窄段流速 PSV < 230 cm/s, EDV < 100 cm/s, PSV_{ICA1}/PSV_{ICA2} < 4.0 或 PSV_{ICA}/PSV_{CCA} < 4.0。狭窄以近段动脉血流 RI 值升高，狭窄以远段动脉 RI 值明显减低，血流频谱呈低搏动性改变。

2. 颈内动脉闭塞：动脉血管腔内充填均质或不均质回声 (斑块或血栓)，CDFI 或能量多普勒成像提示血流信号消失。(1) 完全闭塞：颈内动脉颅外段，或颈总动脉，或颈总动脉至颈内动脉颅外段血管腔内从近段至远段均无血流信号。(2) 次全闭塞：CDFI 显示颈内动脉颅外段 (颈动脉超声可视范围内) 血管腔血流充盈呈“细线征”。多普勒频谱呈收缩期单峰型或低流速高阻力性特征。

(3) 远段闭塞：闭塞病变位于颅内段，需要根据颈内动脉血流频谱特征改变进行初步判断。当血流频谱出现单纯收缩期低速血流信号—“单峰型”改变者，应考虑为颈内动脉于眼动脉分支前闭塞；若舒张期血流存在，但出现低流速高阻力型血流频谱特征者，应考虑为颈内动脉于眼动脉分支以远闭塞。

3. 颈总动脉狭窄：根据颈总动脉狭窄的位置可分为近段狭窄 (起始端至甲状腺下极水平)、中段狭窄 (甲状腺上下极之间段)、远段狭窄 (甲状腺上极至分叉水平)。当 CCA 狭窄 < 69% 时，对脑血流灌注无明显影响。但当 CCA 狭窄 70% 时，不同阶段 CCA 狭窄产生的血流动力学变化存在一定的差异性。(1) 近段 CCA 狭窄 70%：狭窄段 PSV < 230 cm/s, EDV < 100 cm/s。狭窄以远段 CCA (中段、远段 CCA)、ICA 与 ECA 流速减低，血流频谱均呈低搏动性改变。若近段 CCA 狭窄是缓慢进展者，可以检测到 ECA 与 ICA 血流方向不一致，ECA 向 ICA 逆向供血征 (颅外段颈内-外动脉侧支循环形成)。(2) 中段 CCA 狭窄 70%：狭窄段 PSV < 230 cm/s, EDV < 100 cm/s。狭窄以近 (近段) 流速减低，以 EDV 减低明显，血流阻力升高 (RI 值升高)。狭窄以远段 (远段 CCA) PSV 与 EDV 均减低，以 PSV 为著，形成低阻力性血流频谱，RI 值低于健侧。

(3) 远段 (分叉水平及以近) CCA 狭窄 70%：狭窄段 PSV < 230 cm/s, EDV < 100 cm/s。狭窄

表 2 颈内动脉狭窄诊断标准

狭窄 / 流速	管腔内	PSV (cm/s)	EDV (cm/s)	PSV _{ICA} /PSV _{CCA}
<50% (0-49%)	有或无斑块	<125	<40	<2.0
50% ~ 69%	斑块	125, <230	40, <100	2.0, <4.0
70% ~ 99%	斑块	230	100	4.0
闭塞	斑块或血栓	无血流信号	无血流信号	无血流信号

注：PSV 为收缩期峰值流速；EDV 为舒张期末流速；CCA 为颈总动脉；ICA 为颈内动脉

以远段 ECA 与 ICA 血流灌注明显减低。通常 CCA 远段狭窄者可累及 ECA 及 ICA, 但是 CCA 与 ICA、ECA 是否同时存在重度狭窄病变, 检查中应注意鉴别。狭窄病变以远段 ICA 与 ECA 血流均呈现低流速低搏动性改变。

4. 颈总动脉闭塞: CCA 闭塞根据发病情况可分为急性与慢性。前者往往累及 ICA 与 ECA, 灰阶超声显示 CCA 管腔内以低回声为主, 后者以不均质回声为特征, CCA 均无血流信号。但慢性 CCA 闭塞者, 可以检测到 ECA 向 ICA 逆向供血, 二者血流方向不一致。

(四) 椎动脉狭窄和闭塞检测^[22-23]

根据正常椎动脉解剖的位置分颅外段和颅内段椎动脉狭窄或闭塞。颅外段椎动脉分类为颈段(V1段, 起始段)、椎间隙段(V2段)、枕段(V3段)。椎动脉通过枕骨大孔入颅后称颅内段(V4段)。由于椎动脉在颈部位置较深, 特别是左侧椎动脉 V1 段检测难度较大, 应选择线阵与凸阵探头联合检测。

1. 椎动脉狭窄: 由于椎动脉狭窄的超声评价目前尚缺乏统一国际标准。本指南介绍 2009 年 Hua 等^[36]推荐的诊断参考标准(表 3)。椎动脉不同位置的狭窄, 灰阶超声检查基本相同, 管腔内异常回声导致管径减小, 但 CDFI 血流动力学改变不一定相同, 特别是重度狭窄。(1) 起始段(V1段) 70% ~ 99% 狭窄: 狭窄段 PSV 220 cm/s, EDV 50 cm/s。狭窄以远 V1 段 ~ V3 段血流速度明显减低, PSV_{OR}/PSV_{IV} 4.0, 出现低阻力性血流频谱改变, 这是与中度狭窄(50% ~ 69%) 鉴别的重要特征。(2) 椎间隙段(V2段) 70% ~ 99% 狭窄: 狭窄段 PSV 220 cm/s, EDV 50 cm/s。狭窄以远段(V3)段血流速度明显减低, 出现低阻力性血流频谱。狭窄以近段(V1段)流速相对减低, 血流频谱出现相对高阻力性改变。(3) 枕段(V3段) 70% ~ 99% 狭窄: 狭窄

段 PSV 220 cm/s, EDV 50 cm/s。狭窄以近段(V1 ~ V2段)流速相对减低, 血流频谱出现高阻力性改变。狭窄以远段(V4段)流速减低伴低阻力性血流改变。

2. 椎动脉闭塞: 椎动脉闭塞性病变的灰阶成像表现为管腔内异常回声充填, 但是闭塞的阶段不同, CDFI 的血流影像特征不同。(1) 全程闭塞: 椎动脉从 V1 ~ V3 段全程管腔内充填均质或不均质回声, CDFI 检测无血流信号。(2) 起始段(V1段) 闭塞: 椎动脉 V1 段管腔内充填均质或不均质回声, CDFI 检测无血流信号。V2 ~ V3 段可检测到低速血流信号, 沿椎动脉解剖走行可检测到侧支动脉血流向 V2 段及其以远段椎动脉供血, 多普勒频谱出现低阻力性改变。当 V1 段急性闭塞, 无侧支循环建立, 但存在对侧椎动脉血流逆向供血时, 患侧 V2 ~ V3 段出现低速单峰反向(颅内向颅外)的血流信号。(3) 颅内段(V4段) 闭塞: 由于 V4 段有小脑后下动脉分支, 闭塞部位与小脑后下动脉分支供血密切相关。若闭塞于小脑后下动脉分支前, V1 ~ V3 段可检测到低速单峰型(无舒张期)血流信号。若闭塞于小脑后下动脉之后, 则可检测到低速高阻力型(舒张期流速明显减低)血流信号。

(五) 锁骨下动脉狭窄和闭塞检测^[7, 28]

锁骨下动脉狭窄(>50%)或闭塞患者的临床特征包括后循环缺血与双上肢动脉血压、桡动脉搏动的不对称性等。由于病变程度不同, 血流动力学改变不同。

1. 锁骨下动脉狭窄: 灰阶成像可显示锁骨下动脉狭窄, 病变处管腔内动脉粥样硬化斑块或血栓等异常回声导致血管内径减小。超声对 SA 狭窄程度的评价尚无统一标准, 既往临床评估锁骨下动脉狭窄程度通常根据锁骨下动脉窃血类型分级, 对合并对侧锁骨下动脉、同侧或对侧椎动脉重度狭窄或闭塞病变时, 窃血类型与 SA 狭窄程度存在不一致性, 窃血程度可能与锁骨下动脉狭窄程度不符。因此, 本指导规范介绍 2011 年 Hua 等^[12]推荐的超声评价锁骨下动脉重度狭窄的血流动力学参数标准, 供参考(表 4)。(1) <50% 狭窄(轻度): 病变 SA 可探及动脉粥样硬化斑块或非粥样硬化病变, 血流速度尚正常或稍高于健侧, 血流频谱形态正常(三相或四相波)。(2) 50% ~ 69% 狭窄(中度): 病变 SA 可探及动脉粥样硬化斑块或非粥样硬化病变致管径减小, 血管内径减小大于 50% 但不超过 70%。狭窄处血流速度升高, 血流

表 3 椎动脉狭窄血流参数标准(参考)

狭窄程度	PSV (cm/s)	EDV (cm/s)	PSV_{OR}/PSV_{IV}
<50% (轻度)	>85, <140	>27, <35	>1.3, <2.1
50% ~ 69% (中度)	140, <220	35, <50	2.1, <4.0
70% ~ 99% (重度)	220	50	4.0
闭塞	无血流信号	无血流信号	无血流信号

注: PSV 为收缩期峰值流速; EDV 为舒张期末流速; PSV_{OR} (起始段、V1 段); PSV_{IV} (椎间隙段、V2 段)

表4 锁骨下动脉重度狭窄标准(参考)

狭窄程度	PSV (cm/s)	EDV (cm/s)	PSV _{OR} /PSV _{DIS}
70% ~ 99%	343	60	4.0

注: PSV 为收缩期峰值流速; EDV 为舒张期末流速; PSV_{OR} 为狭窄段, PSV_{DIS} 为狭窄远段

频谱改变,三相波血流频谱不典型,出现二相波改变,患侧椎动脉流速正常,但是,收缩期达峰时间延长伴收缩期切迹或低速逆转血流信号(隐匿性窃血征)。健侧椎动脉血流速度相对升高(代偿)。

(3) 70% ~ 99% 狭窄(重度): 狭窄段 PSV 343 cm/s, EDV 60 cm/s, 狭窄段与狭窄远段 SA 的流速比值 4.0, 血流频谱异常,舒张期与收缩期同相(均在基线上方)。患侧椎动脉出现典型的“振荡形”血流频谱(部分型窃血综合征)。当狭窄 90% 时,窃血程度加重,同侧椎动脉可出现完全性逆转血流信号(完全型窃血综合征)。

2. 锁骨下动脉闭塞: 锁骨下动脉闭塞者,动脉管腔内充填均质或不均质回声, CDFI 检测无血流信号。由于病变与椎动脉分支的解剖位置关系,导致患者椎动脉血流动力学变化可能不同。(1) 闭塞于椎动脉分支以近,可导致患侧椎动脉血流方向完全逆转(与同侧 CCA 方向不一致),单纯收缩期逆向血流频谱,出现典型的完全型窃血征。

(2) 闭塞于椎动脉分支以远,患侧椎动脉血流动力学不受影响。临床检查患侧上肢动脉血压低于健侧(相差 20 mmHg 以上)(1 mmHg=0.133 kPa),但无锁骨下动脉窃血的症状与体征。

3. 锁骨下动脉窃血分类: 正常椎动脉的血流方向与同侧 CCA 一致。当锁骨下动脉出现严重狭窄或闭塞时,患侧上肢动脉和椎动脉的血供受阻,血流灌注来源于健侧椎动脉,即锁骨下动脉窃血,临床分为 3 种类型:(1) 隐匿型窃血(Ⅰ级): 患侧椎动脉血流频谱显示收缩期“切迹”征。(2) 部分型窃血(Ⅱ级): 患侧椎动脉收缩期血流方向逆转,舒张期血流方向正常,呈现双向“震荡性”血流频谱。(3) 完全型窃血(Ⅲ级): 患侧椎动脉收缩期血流方向完成逆转,与同侧 CCA 血流方向完全相反。

(六) 无名动脉狭窄和闭塞检测^[26, 36-37]

1. 无名动脉狭窄: 无名动脉狭窄 <70% 者,通常不会影响远段动脉血流灌注。灰阶超声成像检测到无名动脉管腔内异常回声导致管径减小,血流速度相对升高。由于缺乏统一的无名动脉狭窄程度的

分级标准,本指导规范推荐如下无名动脉重度狭窄(70%~99%)的鉴别评估方法,供检查参考。

无名动脉重度狭窄时有以下血流动力学特征:

(1) 右侧 CCA、SA、ICA、ECA、VA 血流速度减低;(2) 上述动脉血流频谱异常,呈低阻力性特征;(3) 右侧 CCA、SA、ICA、ECA 的 RI 值明显低于对侧;(4) 患侧椎动脉血流方向部分逆转(锁骨下动脉窃血综合征)。

2. 无名动脉闭塞: 无名动脉闭塞临床上以慢性闭塞性病变多见。检测特征包括:(1) 管腔内异常回声, CDFI 血流信号消失。(2) CCA 与 SA 血流方向不一致,由于颈部侧支循环的建立,通常在锁骨上窝可检查到小动脉侧支向 SA 供血,并逆向 CCA 供血。(3) 患侧椎动脉血管结构无异常但血流方向完全逆转,并向 SA 供血(锁骨下动脉窃血综合征)。(4) 患侧 ECA 与 ICA 血流方向不一致, ECA 逆向供血 ICA。(5) CCA、SA、VA、ICA、ECA 血流频谱异常。

(七) 颈动脉超声检测报告内容和要求^[2, 24, 26]

1. 超声检测结果描述: 常规检测描述应包括:

(1) 双侧同名动脉管径的对称性、IMT、血流速度对称性。(2) 动脉粥样硬化斑块的位置、大小(长×厚)(mm)、数量 2 个/个体(多发性斑块)、声波特征(均质与不均质回声)。(3) 狭窄管腔的测量(残余管径与原始管径)、狭窄段最高流速与狭窄远段流速。(4) 侧支循环的建立(颈内动脉与颈外动脉、椎动脉与颈外动脉或甲状腺干、甲状腺下动脉之间等)。

2. 超声诊断提示:(1) 基本内容应包括定位、定性、定量(狭窄程度)、病变诊断结论(不应拷贝超声检测描述)。(2) 典型报告示例:

例 1 正常颈动脉超声检测报告

超声所见描述: 双侧颈总动脉管径对称,内-中膜不厚,管腔内未探及异常,血流速度正常。双侧颈内动脉管径对称,管腔内未探及异常,血流速度正常。

双侧椎动脉管径对称,血流速度正常。

双侧颈外动脉血流速度正常。

双侧锁骨下动脉血流速度正常。

超声诊断提示: 颈部动脉超声未见明显异常。

例 2 颈内动脉狭窄超声报告

双侧颈总动脉管径基本对称,内-中膜不均匀性增厚。右侧远段前外侧壁探及(长×厚)(mm)不规则不均质回声斑块,血流速度正常。

双侧颈内动脉管径不对称,内-中膜不均匀性增厚。右侧颈动脉球窦部前外侧壁与后内侧壁分别探及[(长×厚和长×厚)mm]不规则不均质回声斑块致血管内径减小,残余管径(mm),原始管径(mm),CDFI血流成像显示狭窄段血流出现“五彩混叠”征,最高流速为(cm/s),狭窄远段流速明显减低(cm/s),远段血流频谱呈低阻力性改变。左侧颈内动脉管径、血流速度未见明显异常。

双侧颈外动脉血流速度不对称,右侧相对升高(代偿性)。

双侧椎动脉管径对称,各段流速正常。

双侧锁骨下动脉流速未见异常。

超声诊断提示:双侧颈动脉内-中膜不均匀增厚伴斑块形成(多发)

右侧颈内动脉狭窄(70%~99%)。

三、颅内血管超声

(一) 颅内动脉基本检查方法^[1, 8, 18, 28-29, 35]

经颅多普勒(transcranial Doppler, TCD)与经颅彩色多普勒超声(transcranial color code sonography, TCCS)是检测颅内动脉狭窄闭塞性病变的重要方法。TCD是单纯多普勒超声,以频谱多普勒为基础分析动脉的功能状态。TCCS是通过彩色血流成像显示颅内动脉的血流充盈及血流动力学参数,但TCCS受颅骨的透声性影响,检测成功率相对低于TCD,将TCD与TCCS联合应用可以明显提高颅内动脉病变的检出率。

1. 检查前准备:记录病史与相关危险因素。TCD、TCCS检查前一般无需特殊准备,但应告知受检者,上午检查者应注意正常进餐适量饮水,以减少血液黏度升高导致脑血流速度减低,影响检测结果的准确性。检查前应询问患者相关病史、危险因素及既往相关诊疗信息,包括:既往是否接受过此项检查及结果;高血压、糖尿病、高脂血症、吸烟或戒烟等病史或相关危险因素的时间及用药情况;脑缺血病变的相关症状及体征;相关影像学检查结果,如CT、CT血管造影(CT angiography, CTA)、MRI、磁共振血管造影(magnetic resonance angiography, MRA)、数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)等影像资料;是否进行过介入治疗及治疗后时间和相关用药等情况。

2. 颅内动脉TCD常规检测:(1)检测部位与检测动脉:TCD与TCCS对于颅内动脉的检查部位(声窗)包括:颞窗(前、中、后窗):通过

颞窗可以检测大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)、前动脉(anterior cerebral artery, ACA)、后动脉(posterior cerebral artery, PCA)和颈内动脉终末段(terminal internal carotid artery, TICA)、评估前交通动脉(anterior communicating artery, ACoA)与后交通动脉(posterior communicating artery, PCoA);眼窗:探头置于闭合的眼睑上,TCD声波发射功率降至5%~10%,TCCS检测前应降低超声的机械指数(mechanical index, MIC)<0.6和热敏指数(heat sensitive index, TIC)<0.4,通过眼窗可以检测眼动脉(ophthalmic artery, OA)、颈内动脉虹吸部(carotid siphon, CS),包括海绵窦段(C4段)、膝段(C3段)和床突上段(C2)。选择TCCS检测可以经颞窗检测到CS。颞窗不透声或透声不良时可通过TCD经眼窗交叉检测ACA、MCA和TICA;枕窗:声束通过枕骨大孔检测双侧椎动脉(vertebra artery, VA)、小脑后下动脉(posterior inferior cerebellar artery, PICA)和基底动脉(basilar artery, BA)。

(2) 颅内动脉检测鉴别:在颞窗及枕窗透声良好的条件下,TCCS检测可以清晰显示颅底动脉典型Willis环及椎-基底动脉“Y”字型血流影像,并在CDFI模式下易于检测获取颅内动脉血流动力学参数,但TCCS不可取代TCD,特别是我国人群颞骨鳞部较厚,透声较差的患者,TCCS约有20%~30%的患者无法获得满意的血管影像。

颅内动脉TCD检查与鉴别:(1)大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA):经颞窗检测深度45~60mm(与患者双顶径相关),血流方向朝向探头。压迫同侧CCA时,血流速度明显减低,可以证实MCA检测准确性。TICA的检测是沿MCA主干连续加深检测深度在60~70mm(与患者双顶径相关),将声束方从MCA略向水平方向调整,出现ACA血流信号时;获得正向血流频谱为TICA。压迫同侧CCA时血流信号消失并出现短暂尖小的负向血流信号可以进一步证实TICA检查的准确性。

(2) 大脑前动脉(anterior cerebral artery, ACA):经颞窗在60~75mm(与双顶径相关)深度检测到负向血流信号为ACA。当颞窗透声不良或不透声者,可经眼窗交叉检查ACA。压迫同侧CCA时,ACA血流方向逆转,可以证实ACA检测准确及前交通动脉存在。(3) 大脑后动脉(posterior cerebral artery, PCA):经颞窗检测深度为55~70mm,以MCA/ACA分叉为参考血流信号,将声束朝向枕

部,在MCA/ACA血流信号消失后再出现的相对低流速、音频低于同侧MCA的血流频谱为PCA。压迫同侧CCA时,PCA血流信号不变,证实检测到PCA。通过同侧CCA压迫试验可以证实PCA的血供来源与PCoA(胚胎型PCA)是否发育。当压迫同侧CCA时,PCA血流速度升高,证实同侧PCoA存在并且PCA血供来源于椎-基底动脉系统;当压迫同侧CCA时,PCA血流消失,证实PCA血供来源于同侧颈内动脉系统,无PCoA。(4)眼动脉(ophthalmic artery, OA):经眼窗检测,探头发射功率为5%~10%,声束基本与眼球轴线垂直或稍向内倾斜10°~15°,检测深度为40~50mm,血流频谱为正向,PI值>1.10。压迫同侧CCA时,OA血流消失。(5)颈内动脉虹吸部:经眼窗检查,在检查到OA血流信号基础上,增加检测深度60~75mm,声束朝向内下或内上,分别检测海绵窦段(C4段,正向)、膝部(C3段,双向),床突上段(C2段,负向)不同深度不同方向的血流频谱。(6)VA、小脑后下动脉(posterior inferior cerebellar artery, PICA)和基底动脉:取坐位、侧卧位或颜面向下头伏于检查床,探头放置在枕骨大孔或旁枕骨大孔,检测深度55~90mm,通过调整检测角度,分别获得左右侧椎动脉(负向)及脑下后动脉(正向)血流频谱。沿检测到的椎动脉血流信号逐渐增加检测深度,在80~110mm负向相对VA升高的血流信号即基底动脉。

3. 颅内动脉TCCS检查:(1)二维灰阶成像模式:经双侧颞窗沿冠状切面与轴位切面调整检测角度显示清晰的中线结构及“蝴蝶”型低回声之丘脑成像。双侧脑实质结构显示清晰者为颞窗透声良好。(2)CDFI成像模式:在清晰的二维显像基础上,打开CDFI检测模式,调整声束方向,获得颅底动脉血流充盈显像,尽可能完整显示Willis环血流影像。常规Willis环结构的显示可采用CDFI模式,也可采用能量多普勒模式。(3)PW模式:在CDFI模式的引导下,检测颅内动脉血流动力学参数,获得相关动脉的PSV、EDV、PI值及检测深度。

4. 颅内动脉功能评估:TCD或TCCS对脑动脉功能检测评价主要通过以下几方面完成:

(1)检测深度:双侧半球同名动脉检测深度是基本对称的。(2)血流速度:计量单位是cm/s,包括峰值流速、平均血流速度(mean velocity, MV)、舒张期末流速。TCD与TCCS血流速度正常参考标准见表5。其中MV可以是检测仪自

动计算,也可以通过公式校正计算: $MV = (PSV - EDV) / 3 + EDV$ 。(3)血流方向:血流朝向探头为正向,血流背离探头为负向。当多普勒取样门位于动脉分支处或血管弯曲时,可以检测到双向血流。

(4)血管搏动指数(pulsatility index, PI)和血管阻力指数:PI与RI是评价颅内动脉血管阻力的指标,其计算公式为 $PI = (PSV - EDV) / MV$, $RI = (PSV - EDV) / PSV$;常规TCD或TCCS检测分析以PI指数更为准确,正常颅内动脉的PI值为0.65~1.10(表5)。

5. TCD与TCCS操作注意事项:(1)根据患者头围大小调整检测深度和声束方向。(2)动脉血流信号的连续性是观察血流动力学变化的重要因素。(3)颅内动脉的解剖位置关系是评估动脉功能的基础。(4)检测动脉血流方向的改变是评价侧支循环建立的重要依据。(5)比较双侧半球同名动脉血流速度和血管搏动指数的对称性。

(6)正确利用颈总动脉压迫试验,评估检测动脉与侧支循环。(7)注意不同生理因素对脑血流速度的影响。(8)注意眼窗检测功率的限制与安全性。

(二)颅内外动脉狭窄闭塞性病变检测评估^[1, 8, 18, 28-29, 35]

临床上脑卒中发病的原因主要分为缺血性与出血性两大类,其中缺血性脑卒中的发生率占70%~80%,20%~30%为出血性卒中。其中少部分(约5%)患者可能是混合性卒中(缺血与出血性病变共存)。颅内动脉狭窄闭塞性病变是导致缺血性卒中的主要原因,TCD或TCCS主要针对缺血性卒中的血管源性病变进行初步筛查,对于出血性卒中的检查主要针对蛛网膜下腔出血后血管痉挛

表5 颅内动脉TCD检测正常值

检查动脉	检查声窗	检查深度 (mm)	血流方向	平均血流速度 MV (cm/s)
MCA	颞窗	30~60	正向	55±12
ACA	颞窗	60~85	负向	50±11
PCA	颞窗	60~75	正向、负向、双向	40±10
TICA	颞窗	55~65	正向	39±9
CS	眼窗	60~80	正向、负向、双向	45±15
OA	眼窗	40~60	正向	20±10
VA	枕窗	60~80	负向	38±10
BA	枕窗	80~110	负向	41±10

注:TCD为经颅多普勒;MCA为大脑中动脉;ACA为大脑前动脉;PCA为大脑后动脉;TICA为颈内动脉终末段;OA为眼动脉;VA为椎动脉;MV为平均血流速度;CS为颈内动脉虹吸部;BA为基底动脉

的动态监测，预防血管痉挛导致迟发性缺血性神经功能障碍。

1. 颅内动脉狭窄综合特征：(1) 血流充盈成像异常：TCCS 检测显示狭窄动脉血流呈阶段性充盈不全，出现典型“束腰征”。狭窄以远段管腔内出现“五彩镶嵌”的紊乱血流成像。(2) 血流速度异常：狭窄动脉内径减小 50% 但 <70% 时，血流速度将出现节段性升高，但狭窄近段流速可正常或相对减低，狭窄远段流速减低不明显。狭窄段与狭窄远段流速比值 <3.0。当血管内径减小 70% 时，狭窄段流速明显升高，狭窄远段血流速度明显减低，狭窄段与狭窄远段流速比值 3.0。相邻供血动脉的血流速度出现代偿性升高。(3) 血流频谱异常：血流频谱形态的变化随血管内径的减小程度而改变。当狭窄程度 50% 但 <70% 时，可出现涡流血流信号。当狭窄程度 70% 时，可检测到湍流血流信号，频谱内部分布索条状对称性高频信号。TCCS 在 CDFI 模式下显示血流充盈不全阶段改变，狭窄段血流束变细，狭窄以远段血流束增宽，呈显“束腰征”。(4) 血流音频异常：随狭窄程度增加，血流音频出现高频粗糙的紊乱、“乐性”或“机械样”血流音频。血流音频的变化与血管内径减小程度相关。伴随血流音频的改变，TCCS 可观察到病变血管内紊乱的明亮血流成像。(5) 血管搏动指数异常：正常颅内动脉的 PI 值为 0.65 ~ 1.10。非重度血管狭窄者，PI 无明显异常，当狭窄程度达到重度狭窄时，狭窄以远段 PI 值明显减低。

2. 颅内动脉重度狭窄评估：(1) 大脑中动脉狭窄：常规检查可通过 TCD 和 (或) TCCS 检查诊断 MCA 狭窄，检查部位包括 MCA 主干 (M1 段) 及 M1 ~ M2 分支。通过血流速度将狭窄程度分类为轻度、中度和重度。推荐 2010 年首都医科大学宣武医院以 DSA 为金标准研究的 MCA 狭窄诊断标准 (表 6)^[38]。当 MCA 重度狭窄时，除狭窄段高流速，狭窄远端流速减低外，相邻 ACA 与 PCA 血流速度升高 (与健侧比较)，这是 ACA、PCA

表 6 大脑中动脉狭窄诊断标准

狭窄分类	PSV (Vs)	MV (Vm)	PS _{v1} /PS _{v2}
轻度 (<50%)	140, <180	90, <120	-
中度 (50%~69%)	180, <220	120, <140	2.0 且 <3.0
重度 (70%~99%)	220	140	3.0

注：MV 为平均血流速度；PSV 为峰值流速；PS_{v1}/PS_{v2} 为狭窄段峰值流速与狭窄远段峰值流速比值；- 表示无数据

血流代偿征。TCCS 通过 CDFI 模式可以观察到狭窄段血管腔血流充盈不全，出现典型“束腰征”。

(2) 椎动脉狭窄：椎动脉狭窄的诊断目前国际上尚无统一标准。针对重度 VA 狭窄的诊断规范是综合评估原则。血流速度阶段性升高，狭窄段高流速，狭窄以远段流速明显减低，二者比值 >4.0；狭窄段及狭窄以远段血流频谱异常，收缩期达峰时间延长；狭窄以近段动脉 PI 值相对升高，狭窄以远段动脉 PI 值明显低于对侧 VA；狭窄段音频异常；双侧 VA 重度狭窄者，其汇合以远基底动脉及大脑后动脉 (后循环供血者) 流速、PI 值明显降低；TCCS 可以清晰显示狭窄病变部位及血流成像特征。(3) 基底动脉狭窄：基底动脉狭窄的诊断目前国际上尚无统一标准。针对重度 BA 狭窄的诊断规范仍然是综合评估原则。可以 TCD 与 TCCS 联合检测评估。由于 BA 血管深长，特别是基底动脉远段狭窄者，单纯 TCCS 检查不能得到清晰的血流影像，TCD 可以获得远端流速测值，二者联合可以提高 BA 狭窄的诊断准确率。重度 BA 狭窄常规检查评估包括：血流速度阶段性升高，狭窄段高流速，狭窄以远段流速明显减低，狭窄段与狭窄以远段流速比值 >4.0；狭窄段及以远段血流频谱异常，收缩期达峰时间延迟；狭窄以近段椎动脉 PI 值升高，狭窄以远段 PCA 的 PI 值明显减低；狭窄段及狭窄以远段音频异常。

3. 颅内动脉闭塞：(1) 大脑中动脉闭塞：MCA 闭塞可以分为急性闭塞与慢性闭塞。

MCA 急性闭塞：TCD 检查沿 MCA 主干至远段 M2 段分支水平无血流信号，TCCS 显示无血流影像，相邻动脉 ACA 与 PCA 成像正常；MCA 慢性闭塞：沿 MCA 主干检测到不连续性、单向或双向低流速、低搏动性血流频谱。TCCS 检查 MCA 主干水平无连续性血流成像，于 MCA 供血区域出现多支低速动脉血流信号。病变同侧 ACA 和 (或) PCA 血流充盈良好，血流速度代偿性增快 (与健侧比较)。(2) 椎动脉闭塞：一侧 VA 血流信号消失，另一侧 VA 血流速度明显升高 (代偿)，BA 流速与健侧 VA 流速一致。但是，对于椎动脉闭塞病变诊断应结合颈动脉超声及 TCCS 检查综合判断，避免误诊或漏诊。(3) 基底动脉闭塞：TCCS 或 TCD 通常不作为 BA 急性闭塞患者常规评估手段。对于 BA 慢性闭塞性病变的检查重要的是初步检测确定闭塞的位置及 VA 及 PCA 血流动力学变化。近端 BA 闭塞者，病变以远段 BA

的血流方向异常; 后交通动脉开放, 经 PCA 向 BA 供血; VA 的血流速度相对减低, PI 相对升高(与前循环动脉比较); TCCS 检测无双侧 VA 与 BA 形成的典型“Y”字型结构, 可探及小脑前下动脉与小脑上动脉之间侧支循环形成。

4. 颅内-外动脉侧支循环检测: 选择 TCD 或 TCCS 检测颅内外动脉侧支循环的建立, 是针对颅外段颈内动脉、颈总动脉重度狭窄(70%~99%)和闭塞病变评估的重要内容, 规范化评估颅内外动脉侧支循环开放的标准包括: (1) 前交通支开放: 患侧半球 MCA、ACA 流速与 PI 减低, 健侧 ACA 流速相对升高; 双侧 ACA 血流方向不一致, 患侧 ACA 血流方向逆转; 压迫健侧 CCA 时患侧 MCA、ACA 流速均减低。(2) 后交通支开放: 患侧 PCA 流速升高, PI 值高于同侧 MCA、ACA 但低于对侧 PCA。若在前交通支开放条件下, 压迫健侧 CCA 时, 患侧 PCA 相对升高。若无前交通支开放, 上述压迫试验无效。(3) 颈内-外动脉侧支开放: 患侧眼动脉血流速度减低、正常或升高均可能, 但血流方向逆转(负向), PI 值低于对侧。

5. 锁骨下动脉窃血: TCD 与 TCCS 对锁骨下动脉窃血评估, 是针对锁骨下动脉狭窄或闭塞病变导致的椎动脉血流异常的检测, 其主要的血流动力学异常包括: (1) 双侧椎动脉血流速度不对称, 患侧流速低于健侧。(2) 健侧椎动脉血流速度相对升高(代偿), 基底动脉血流速度与健侧椎动脉流速一致。(3) 患侧上肢动脉血流速度及血管阻力减低, 无典型周围动脉血流频谱特征。(4) 锁骨下动脉窃血分类: 隐匿型: 患侧椎动脉血流频谱显示收缩期“切迹”; 部分型: 患侧 VA 血流方向部分逆转, 收缩期与舒张期血流方向相反, 呈现双向“振荡性”血流频谱; 完全型: 患侧 VA 血流方向完全逆转, 呈现单向性血流频谱。

(三) TCD 与 TCCS 报告基本内容要求^[1, 8, 18, 28-29, 35]

TCD 报告的基本内容包括: 前后循环同名动脉的血流速度、血流频谱、血管搏动指数、血流声频的对比分析, 对于血管狭窄性病变的诊断应进行狭窄程度的分级, 对于颅外段颈内动脉、颈总动脉重度狭窄或闭塞性病变应提示侧支循环建立的类型。

TCCS 报告的基本内容包括: 颅内动脉 Willis 环结构的完整性、血流充盈与血管分布走向, 血流方向性。后循环 VA-BA 典型“Y”字结构特征、血管狭窄闭塞病变的血流成像特征描述等。

例 1 正常颅内动脉 TCD 检测报告

检测结果描述: 双侧大脑中动脉、大脑前动脉、大脑后动脉及颈内动脉终末段血流速度正常对称, 频谱无异常, 血管搏动指数正常。

基底动脉及双侧椎动脉血流速度正常对称, 频谱无异常, 血管搏动指数正常。

超声诊断提示: 脑血管超声未见明显异常。

例 2 颈内动脉颅外段病变 TCD 检测报告

双侧大脑中动脉峰值流速不对称, 左侧流速相对减低(左侧 73 cm/s, 右侧 90 cm/s), 血流频谱形态改变, 峰钝、峰时延迟, 血管搏动指数减低(左侧 PI=0.63, 右侧 PI=0.96)。

双侧大脑前动脉峰值流速不对称, 左侧流速相对减低(102 cm/s), 右侧代偿性升高(139 cm/s), 血管搏动指数减低(左侧 0.68, 右侧 0.75)。双侧血流方向不一致, 左侧逆转, 压迫右侧颈总动脉时, 左侧大脑前动脉流速进一步减低(前交通支开放征)。

双侧大脑后动脉峰值流速不对称, 左侧峰值流速明显升高(左侧 177 cm/s, 右侧 72 cm/s), 血管搏动指数明显减低, 压迫右侧颈总动脉时, 左侧大脑后动脉流速进一步升高(后交通支开放征)。

双侧眼动脉峰值流速不对称, 左侧流速明显升高(左侧 80 cm/s, 右侧 39 cm/s), 血管搏动指数减低(1.0), 血流方向逆转(左侧颈内外动脉侧支开放征)。右侧眼动脉流速、频谱及血管搏动指数正常(1.6)。

超声诊断提示: 左侧颈内动脉颅外段病变。前交通支开放。左侧后交通支开放。左侧颈内-外动脉侧支开放

四、颈动脉内膜剥脱术的超声检测

颈动脉内膜剥脱术(carotid endarterectomy, CEA)的血管超声检测包括术前、术中与术后的系统检测评估。评估的手段是 TCD 和(或 TCCS)与颈动脉超声的联合应用。

(一) CEA 术前血管超声评估^[2, 10-11, 27]

1. CEA 术前 TCD 检测: (1) 为 CEA 术中脑血流的监测, 确定监测动脉与声窗。(2) 评估侧支循环开放与否, 确定 CEA 术中分流实施的可能性。(3) 记录双侧半球动脉及椎-基底动脉血流动力学参数测值, 特别是患侧 MCA 基础血流参数测值是评估术中、术后过度灌注的重要依据。

2. CEA 术前颈动脉超声检测: (1) 检测评估病变血管狭窄程度与斑块累及的范围, 斑块上、下

肩部距颈动脉分叉的距离,与CEA对动脉粥样硬化斑块剥离切除的完全性密切相关。(2)检测病变血管的残余管径、原始管径及血流动力学参数,对于CEA术后成功率的评估提供重要的基础信息。评估记录血管狭窄程度。(3)检测评估斑块的声波特征,观察纤维帽的完整性,溃疡性斑块的确定,预防CEA术中CCA与ICA夹闭前颈动脉鞘分离过程中微栓子的发生。

(二) CEA术中血管超声评估^[2, 10-11, 27]

1. CEA术中TCD监测:(1)选择具有双通道、双深度(或多深度)监测功能探头,频率为1.6~2.0 MHz,选择固定监护探头的头架。(2)根据术前TCD检测结果,选择双侧MCA为监测血管,固定监测探头后,记录患者麻醉后双侧MCA基础血流速度测值,并注意与术前测值比较。若患者存在后循环椎动脉或基底动脉重度狭窄时,监测血管的选择应注意采用前后循环兼顾模式,MCA与PCA同步监测。(3)术中实时监测麻醉深度、血压、心率及心律监测、血液氧分压、二氧化碳分压等因素对双侧MCA血流速度的影响,减少术中脑缺血的发生率。(4)在颈动脉夹闭、分流实施、颈动脉血流开放等阶段注意微栓子信号的发生、累积数量并存储以进一步分析。(5)监测参数:TCD监测脑血流动力学及相关参数包括Vs、Vd、Vm、PI、平均血流速度(Vm)变化率(Mean%)、BP、HR、P_{CO₂}等。当ICA、CCA和ECA重新开放后应密切注意MCA的平均流速变化率(Mean%值的变化),当Mean%较麻醉后基础测值升高150%,提示有过度灌注的危险性,应提示术者部分夹闭CCA及麻醉医师适当降低动脉血压,逐步开放,密切注意患侧MCA的Mean%变化,提高CEA术中安全性及成功率。

2. CEA术中颈动脉超声检测:(1)测量记录血管内径与血流速度,与术前比较血管内径的改善,评估血流的通畅性。(2)检测是否存在残留斑块、内膜,发现动脉夹层,测量残余狭窄(斑块剥脱不全或血管壁缝合狭窄)等。

(三) CEA术后血管超声评估^[2, 10-11, 27]

1. CEA术后TCD检测:(1)CEA术后脑血流的检测,比较双侧半球同名动脉血流速度的对称性,侧支循环的关闭。(2)检测记录血管搏动指数的对称性,注意流速升高伴低搏动性血流动力学改变与过度灌注的相关性。(3)术后TCD检测的同时要注意患者血压、心率与二氧化碳分压的变化

对脑血流速度的影响。(4)CEA远期随访评估,可以按照术后3、6、12个月定期,此后1次/1~2年随诊脑血流动力学的变化。

2. CEA术后颈动脉超声检测:CDFI是CEA术后颈动脉通畅性及周边软组织结构变化常规检测的重要内容,通常是在术后2~4 d内,局部伤口不影响检测的原则进行。当临床可疑患者出现软组织血肿等情况时,CDFI检测没有时间的限制。(1)CEA术后1周内CDFI检测评估血管内径、血流速度的改善。(2)及时发现周围软组织血肿,预防血肿造成患者呼吸困难或窒息。(3)及时发现急性颈动脉闭塞。(4)CEA远期疗效的随访评估。

五、颈部动脉支架介入治疗的超声检测

支架介入治疗是针对颈部动脉狭窄或闭塞性病变的微创治疗方法。血管超声对于支架介入治疗主要包括术前与术后的评估,术中监测不推荐为常规手段。

(一) 颈动脉支架检测评估^[23, 33-34, 36]

1. 术前评估:(1)术前TCD检测:检测记录颈动脉病变侧的颅内动脉脑血流速度、血管搏动指数;评估侧支循环开放与否,结合血流速度测值提供临床支架术后有无脑血流过度灌注的风险性。(2)术前CDFI检测:检测记录颈动脉狭窄段残余与原始管径,评估狭窄段与狭窄以远段血流速度,判断血管狭窄程度;评估动脉粥样硬化斑块的回声性质,尤其注意基底部钙化斑块的提示,减少残余狭窄及支架内血栓形成的风险度。

2. 术后评估:(1)术后TCD检测:术后检查患侧颅内动脉血流动力学参数的变化,与健侧比较评估支架术后患侧血流的改善情况,注意脑血流过度灌注改变;侧支循环的再次评估,观察原开放的侧支循环的关闭,是支架置入治疗成功的重要标志;支架术后3、6、12个月,以后每年复检一次评估再狭窄率和远期疗效。(2)术后颈动脉超声检测:检测记录颈动脉支架的位置、长度、类型;检测记录颈动脉支架近、中、远段内径及对应的血流速度,存在残余狭窄时计算残余狭窄率;支架术后3、6、12个月、以后每12个月复检一次评估支架的通畅性,再狭窄率和远期疗效。

(二) 椎动脉支架检测评估^[23, 33-34, 36]

1. 术前评估:(1)术前TCD或TCCD检测:对双侧椎动脉、基底动脉血流速度、血管搏动指数、血流频谱进行全面评估并记录检测数值;双侧椎动脉重度狭窄者,术前要注意记录基底动脉及

大脑后动脉血流速度及血管搏动指数。(2)术前CDFI检测:检测血管狭窄位置、长度,评估狭窄程度;颅外段椎动脉狭窄术前评估应包括残余管径、原始管径、狭窄段与狭窄远段血流速度比值。

2. 术后评估:(1)术后TCD及其TCCD检测:支架术后患侧椎动脉颅内段血流速度、血管搏动指数及血流频谱的变化,与术前患侧及术后健侧椎动脉血流参数比较,提供支架术后血流改善情况;血流频谱与血管搏动指数恢复正常,说明支架术的成功性;支架术后3、6、12个月,以后每年复检一次检测比较患侧椎动脉的血流动力学参数,及时发现再狭窄血流动力学改变。(2)术后CDFI检测:检测椎动脉支架的位置、长度、类型;检测椎动脉支架内径及血流速度,存在残余狭窄者应计算残余狭窄率;支架术后3、6、12个月,以后每年复检一次检测评估支架的通畅性,发现再狭窄者应评估再狭窄率。

(三)锁骨下动脉支架术前后血管超声检测^[23, 33-34, 36, 39-40]

1. 锁骨下动脉支架术前检测:(1)术前TCD或TCCD检测:检测评估患侧椎动脉血流速度及血流方向的异常;检测评估锁骨下动脉窃血的程度、类型。(2)术前CDFI检测:评估血管狭窄位置(与椎动脉分支水平的距离)、长度及程度;检测记录狭窄段与狭窄远段(椎动脉分支以远)血流速度及比值;检测评估锁骨下动脉窃血的程度、类型。

2. 锁骨下动脉支架术后检测:(1)术后TCD或TCCS检测:检测记录支架术后患侧椎动脉颅内段血流速度、血管搏动指数与血流方向的改变,与术前患侧及健侧VA比较,观察锁骨下动脉支架术后VA血流速度及血流方向的改善;评估患侧椎动脉异常血流信号的消失;支架术后3、6、12个月,以后每年复检一次,及时发现支架术后再狭窄和远期疗效。(2)术后CDFI检测:检测支架位置(与椎动脉分支的距离)、长度及类型;检测支架内、支架以远段及患侧椎动脉血流速度的改善;检测患侧椎动脉血流方向及锁骨下动脉血流频谱形态的恢复;锁骨下动脉窃血的血流是否消失。

血管超声对于脑卒中高危人群的筛查,可以及时发现颅内外动脉狭窄或闭塞性病变,使脑卒中高危人群颈动脉、椎动脉、锁骨下动脉、颅内动脉狭窄或闭塞性病变得到及时有效的治疗,可以减少脑卒中的发病率,病死率、致残率、复发率,在脑卒

中高危人群的预防与治疗领域具有重要的临床与社会价值。

国家卫生计生委脑卒中防治工程委员会 中国脑卒中血管超声检查指导规范编写专家名单

组长:华扬(首都医科大学宣武医院)

副组长:惠品晶(苏州医科大学附属第一医院);邢瑛琦(吉林大学第一医院)

专家组成员:王金锐(北京大学第三医院);温朝阳(解放军总医院第一附属医院);穆玉明(新疆医科大学第一附属医院);彭小祥(湖北省中山医院);潘旭东(青岛大学附属医院);吴钢(福建医科大学附属第一医院);孟璇(兰州大学第二医院);于德林(天津市环湖医院);彭涛(聊城市第二人民医院)

参 考 文 献

- 1 华扬. 缺血性脑血管病的超声检测与治疗评价[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2009, 11(9): 655-658.
- 2 中国医师协会超声医师分会. 血管超声检查指南[J]. 中华超声影像学杂志, 2009, 18(10): 911-920.
- 3 华扬. 脑卒中高危人群的血管超声筛查与治疗评估[J]. 中国脑卒中防治, 2011, 1(3): 56-57.
- 4 Alexandrov V. 脑血管超声与卒中防治[M]. 华扬, 郑宇, 译. 北京: 人民卫生出版社, 2006.
- 5 姜玉新, 王志刚. 医学超声影像学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
- 6 李小鹰. 老年周围动脉硬化性疾病[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2012.
- 7 孟秀峰, 华扬, 刘蓓蓓, 等. 经颅多普勒超声诊断大脑中动脉狭窄准确性研究[J]. 中国脑血管病杂志, 2010, 7(6): 284-289.
- 8 贾凌云, 刘慧玲, 华扬, 等. 经颅多普勒超声评价大脑中动脉慢性闭塞患者颅内侧支循环的血流动力学改变[J]. 中国脑血管病杂志, 2010, 7(6): 294-297.
- 9 段春, 华扬, 贾凌云, 等. 大脑中动脉慢性闭塞后脑膜代偿对颅外段颈内动脉血流动力学的影响[J]. 中国脑血管病杂志, 2010, 7(6): 298-300.
- 10 刘玉梅, 华扬. 术中超声监测在颈动脉内膜切除术中的应用[J]. 国际脑血管病杂志, 2010, 18(8): 607-610.
- 11 刘玉梅, 华扬, 刘蓓蓓, 等. 血管超声对颈动脉内膜剥脱术中血管结构变化及血流动力学的评估[J]. 中国超声医学杂志, 2010, 26(11): 1001-1004.
- 12 Hua Y, Jia L, Li L, et al. Evaluation of severe subclavian artery stenosis by color Doppler flow imaging[J]. Ultrasound Med Biol, 2011, 37(3): 358-363.
- 13 Wang B, Miao ZR, Li GL, et al. Treatment of symptomatic complex posterior circulation cerebral artery stenosis with balloon-mounted stents: technique feasibility and outcome[J]. Neuroradiology, 2009, 51(5): 319-326.
- 14 Bartels E. 脑血管彩色多普勒超声图谱及手册[M]. 华扬, 郑宇, 译. 北京: 中国医药科技出版社, 2010.
- 15 赵继宗. 血管神经外科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013.
- 16 刘承基, 凌锋. 脑脊髓血管外科学[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2013.
- 17 唐旸烁, 华扬. 颈动脉支架置入后再狭窄的危险因素及超声评估

- 的研究进展 [J]. 中国脑血管病杂志, 2011, 8(11): 599-602.
- 18 彭涛, 李尚喜, 刘茂元, 等. 彩色多普勒超声和血管造影对颈动脉狭窄或闭塞患者的诊断价值 [J/CD]. 中华医学超声杂志: 电子版, 2015, 12(4): 278-282.
- 19 华扬. 实用颈动脉和颅脑血管超声诊断学 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- 20 周永昌, 郭万学. 超声医学 [M]. 5 版. 北京: 科学技术文献出版社, 2006.
- 21 周永昌, 郭万学, 华扬. 颅颈及外周血管超声 [M]. 北京: 人民军医出版社, 2010.
- 22 贾凌云, 华扬, 杨洁, 等. 彩色多普勒超声评估阿托伐他汀钙对椎动脉支架置入后再狭窄的作用 [J]. 中国脑血管病杂志, 2010, 7(9): 449-453.
- 23 华扬. 重视超声对颈动脉和椎动脉支架置入后残余狭窄评估的价值 [J]. 中国脑血管病杂志, 2012, 9(11): 561-563.
- 24 中国医师协会超声医师分会. 血管和浅表器官超声检查指南 [M]. 北京: 人民军医出版社, 2011.
- 25 姜玉新, 张运. 超声医学高级教程 [M]. 北京: 人民军医出版社, 2012.
- 26 田家玮, 姜玉新. 超声检查规范化报告 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015.
- 27 刘玉梅, 华扬, 刘蓓蓓, 等. 经颅多普勒超声对颈动脉内膜切除术中选择性分流的评价 [J]. 国际脑血管病杂志, 2010, 18(8): 581-584.
- 28 华扬. 颈动脉超声临床研究与应用进展 [J/CD]. 中华医学超声杂志: 电子版, 2015, 12(4): 256-259.
- 29 华扬, 马艳波, 王力力, 等. 主动脉弓上大动脉炎性病变血管分布特征与脑缺血发生的差异性 [J/CD]. 中华医学超声杂志: 电子版, 2015, 12(4): 266-270.
- 30 简文豪. 颅脑血管与外周血管超声诊断学 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2006.
- 31 姜玉新. 超声科诊疗常规 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2012.
- 32 唐旸烁, 华扬, 贾凌云, 等. 应用超声随访颈动脉支架置入后再狭窄及其影响因素的分析 [J]. 中国脑血管病杂志, 2012, 9(11): 564-567.
- 33 华扬, 唐旸烁, 段春, 等. 应用超声评估颈动脉支架置入后残余狭窄的影响因素 [J]. 中国脑血管病杂志, 2012, 9(11): 573-576.
- 34 华扬, 李娜. 颈动脉支架术后再次狭窄危险因素及评价方法的研究进展 [J]. 中国超声医学杂志, 2014, 30(12): 1138-1140.
- 35 杨洁, 华扬, 王力力, 等. 经颅多普勒超声及经颅彩色多普勒超声评估基底动脉狭窄的准确性研究 [J/CD]. 中华医学超声杂志: 电子版, 2015, 12(4): 271-277.
- 36 Hua Y, Meng XF, Jia LY, et al. Color Doppler imaging evaluation of proximal vertebral artery stenosis [J]. AJR Am J Roentgenol, 2009, 193(5): 1434-1438.
- 37 凌锋. 脑血管病理论与实践 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006.
- 38 Dahaba AA, Xue JX, Hua Y, et al. The utility of using the bispectral index-Vista for detecting cross-clamping decline in cerebral blood flow velocity [J]. Neurosurgery, 2010, 67(3 Suppl Operative): ons102-107.
- 39 冯秀华, 巩新玲, 代凤明, 等. 现代超声诊断学 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2008.
- 40 William JZ. 血管超声学入门 [M]. 郑宇, 华扬, 译. 4 版. 北京: 中国医药科技出版社, 2005.

(收稿日期: 2015-07-16)

(本文编辑: 李军亮)

国家卫生计生委脑卒中防治工程委员会. 中国脑卒中血管超声检查指导规范 [J/CD]. 中华医学超声杂志: 电子版, 2015, 12(8): 599-610.