

· 指南与共识 ·

中国神经介入穿刺建立专家共识

中国医师协会神经介入专业委员会

摘要： 血管穿刺是神经介入治疗的第一步，安全有效地建立穿刺，并尽可能避免或减少穿刺相关并发症，是后续神经介入治疗能够顺利完成的基础。以股动脉穿刺建立为代表的不同穿刺部位的选择，既取决于患者具体病变和血管走行特点，也取决于术者个人偏好和经验。该专家共识概括了常见穿刺血管的临床解剖特点及穿刺操作要点、风险因素、并发症及其防治策略，旨在为神经介入医师提供参考依据。

关键词： 神经介入；脑血管疾病；血管穿刺；共识

doi:10.3969/j.issn.1672-5921.2023.09.009

Expert consensus on the establishment of neurointerventional puncture in China Chinese Federation of Interventional Clinical Neurosciences (CFITN)

Corresponding authors: Zhao Zhenwei, Department of Neurosurgery, the Second Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Xi'an 710038, China, Email: zzwzc@sina.com; Chen Zuoquan, Department of Neurosurgery, Shanghai Tenth People's Hospital, Shanghai 200072, Email: chenzq-tongji@163.com; Deng Jianping, Department of Neurosurgery, the Second Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Xi'an 710038, China, Email: 13991139395@163.com

Abstract: Vascular puncture is the first step for neuro-interventional therapy. Safe and effective puncture accomplishment while avoiding or decreasing the puncture-related complications as far as possible, is the basis for the subsequent neuro-interventional therapy. The choice of different vascular puncture site, represented by trans-femoral artery puncture, depends not only on the specific lesions and vascular coursing characteristics, but also on the personal preference and experience. This expert consensus summarizes the clinical anatomy, operating essentials, risk factors, complications and its preventive strategies of the commonly used vascular puncture, in order to provide guidance and reference for the neuro-interventional clinicians.

Key words: Neuro-intervention; Cerebrovascular diseases; Vascular puncture; Consensus

与传统的显微神经外科手术相比，神经介入具有适应证广、微创、操作时间短、并发症少、患者接受度高等优势。近年来，随着神经介入材料的改进和技术进步，神经介入技术得到不断推广，手术量逐渐增加，出现了向县市级医院普及的趋势。

1927 年，Moniz 在诊断颅内肿瘤过程中，首次外科切开并显露颈动脉后注射碘化钠，进行了脑血管造影术，为脑血管病的现代诊断与治疗奠定了基础^[1]。1936 年，Loman 和 Myerson^[2]首次尝试利用解剖标志，直接经皮穿刺颈动脉行脑血管造影，此后，该技术逐渐普及并不断改进。1953 年，

Seldinger^[3,4]首创了经皮股动脉穿刺法，该方法操作简便，容易掌握，损伤小，无需结扎修补血管，很快被广泛应用，逐渐成为介入穿刺的“金标准”。1974 年，Driscoll 等^[5]对 Seldinger 穿刺法进行了改良，利用不带针芯的穿刺针，仅穿透血管前壁，旨在减少穿刺出血并发症，即改良的 Seldinger 穿刺法。临床实践过程中，根据患者血管解剖和介入通路的特点，桡动脉、肱动脉、颈动脉穿刺等相继问世，旨在确保手术安全，减少操作时间和并发症。

目前，我国从事神经介入的医师涵盖神经外科、神经内科、介入放射科等，不同中心、不同专业医师对不同血管穿刺部位的选择通常基于个人偏好、经验以及病变特点，且不同穿刺部位都有其各自的优缺点，本专家共识概括了常用血管穿刺部位的操作步骤、注意事项、风险因素、并发症及处置要点，旨在为广大从事神经介入的医师提供临床工作实践的参考。

通信作者：赵振伟，710038 西安，空军军医大学第二附属医院神经外科，Email: zzwzc@sina.com; 陈左权，200072 上海市第十人民医院神经外科，Email: chenzq-tongji@163.com; 邓剑平，710038 西安，空军军医大学第二附属医院神经外科，Email: 13991139395@163.com

需要指出的是,眼静脉、颈静脉穿刺以及利用显微外科技术直视(或显微镜)下直接穿刺脑膜中动脉、皮质动脉(静脉)的应用场景较少,且多为个人经验或个案报道,不在本共识的讨论范围内。

1 动脉穿刺

1.1 股动脉穿刺

股动脉位置表浅、管腔大、血管走行于骨质结构表面,因此股动脉穿刺成功率高、可走行较大规格的导管和器械且易于压迫止血,一直为神经介入诊疗首选的穿刺路径,适用于绝大多数脑血管疾病的神经介入诊疗操作。

1.1.1 相关解剖:股动脉是髂外动脉自腹股沟韧带中点深面向下的直接延续,穿血管腔隙进入股三角,在股神经与股静脉之间下行。股动脉在腹股沟韧带水平发出 3 根主要的浅动脉,即腹壁浅动脉、旋髂浅动脉和阴部外动脉,行穿刺操作时应避免导丝或动脉鞘误入浅动脉而损伤血管。此外,股动脉穿刺点过低时,易误入股深动脉及其分支,导致穿刺失败。

股动脉穿刺的最佳部位应为:(1)股骨头内上 1/4 浅层,可为手动压迫提供可靠支撑;(2)行动脉前壁穿刺便于术后压迫止血,应尽量避免后壁或侧壁穿刺;(3)发出腹壁动脉以后,可避免腹膜后或腹膜内血肿;(4)发出股深动脉以前,可避免大血管闭塞,并能够使用血管闭合装置。因此,股动脉穿刺点应选择腹股沟韧带(髂前上棘与耻骨联合外缘连线)中点下方 1~2 cm 处,该点位股动脉搏动最为明显。

1.1.2 材料:下述为血管穿刺常用材料,适用于股动脉、桡动脉以及静脉穿刺(后文相关专题不再赘述)。

血管鞘套件一般由皮肤切开器、穿刺针及针芯、导引导丝、血管鞘及鞘芯组成。血管鞘的直径范围为 4~10 Fr,诊断性脑血管造影多选用直径为 5~6 Fr 的血管鞘,行血管内治疗时,因可能使用中间导管、球囊、支架等介入器械,多选择直径为 6~8 Fr 的血管鞘。血管鞘的长度范围为 10~100 cm,通常选择 10~16 cm 短鞘,配合套件附带的短导引导丝使用;如遇髂动脉、胸腹部动脉等严重迂曲者,建议根据具体情况选用 25~100 cm 的长血管鞘,以提高导管稳定性,但需配合 180 cm 的 0.035 英寸(1 英寸=2.54 cm)导丝使用。此外,穿刺准备材料还包括注射器(用于回抽并冲洗血管鞘)、加压输液套件(用于血管鞘持续滴注冲洗)。

1.1.3 穿刺操作:股动脉穿刺操作前,应检查双侧足背动脉搏动情况并记录。如患者既往有胸腹及下肢动脉病史,必要时应行相应部位血管超声或 CT 血管成像(CTA)检查,以了解血管通畅性及病变情况。

患者取仰卧位,下肢伸直,略外旋、外展并分开,从而使两腿间留出空间供后续行介入操作。会阴部及双侧腹股沟区消毒铺单。消毒范围:上界为脐平面,下界为双侧大腿中下 1/3 处,外侧界为腋中线延长线,内侧界为大腿内侧中线,最后消毒会阴区。务必对双侧腹股沟区消毒,当一侧穿刺失败后,可及时更换对侧穿刺。

配制肝素生理盐水溶液(1 000 U/L),用于冲洗导引导丝、血管鞘及鞘芯并浸泡。将 2~3 组肝素生理盐水溶液装入加压输液袋内(暂不给予加压,提前加压可导致液路中气泡过多),先连接输液器并行液路排气,务必确保无任何气泡,以避免术中空气栓塞;排气完成后,再充气加压输液袋备用。

局部麻醉时,使用 2% 盐酸利多卡因,局部浸润麻醉,进针时注意回抽注射器以免麻醉药物误入血管内。麻醉满意后,在拟行穿刺点下方皮肤 5~10 mm 处,用尖刀片或皮肤切开器切开皮肤,切口长度 2~3 mm,以利于血管鞘或血管封堵器通过皮肤。

为便于术中操作,优先选择右侧股动脉穿刺。如前文所述,根据解剖标志单手触诊以确认最佳穿刺点,在腹股沟皮肤皱褶下方 1~2 cm 处,利用左示、中指或中、环指,触诊股动脉搏动最强处,轻微压迫并固定股动脉以防止其皮下移动。如遇肥胖患者,建议选择股动脉内侧缘,向下、向外压迫并轻推皮肤,以防止股动脉向内侧移动。

穿刺操作时,传统的 Seldinger 穿刺法需穿透血管前、后壁,虽可有效提高穿刺成功率,但更易导致皮下和腹膜后血肿,因此现已不作推荐。目前多采用改良 Seldinger 穿刺法(仅穿透血管前壁),左手固定股动脉,右手持带针芯的穿刺针(也可使用无针芯的金属穿刺针),经皮肤切口,与皮肤呈 30°~45°进针,穿透血管前壁进入血管腔,当有动脉血进入可回血针芯(或从金属穿刺针后端搏动性喷出)后,即停止进针或压低进针角度后再前行 2~3 mm。然后,左手固定穿刺针,右手撤出针芯,见到动脉血经穿刺针搏动性喷出后(静脉血则是缓慢溢出),右手送入导引导丝,左手中指与环指固定穿刺针,此时建议透视下确认导丝方向正确后,再用右手撤出穿刺针,该过程中注意用左手拇指与示指捏住导引导丝以防导丝脱出,再经导引导丝送入带鞘芯的血管鞘,最后同时撤出血管鞘芯和导引导丝。取 10~20 ml 肝素生理盐水,回抽并冲洗血管鞘,最后连接加压输液袋并调整滴速。

1.1.4 穿刺操作注意事项:进针角度应根据患者体质量情况调整,消瘦患者的股动脉走行更加表浅,应适当减小进针角度;肥胖患者的股动脉位置较深,应适当增大进针角度。

按照改良 Seldinger 穿刺法要求,进针过程中,应确保穿刺针突破血管前壁并在血管腔内前行,尽量不穿透血管后壁,以避免不必要的皮下血肿或腹膜后血肿。若穿刺进针全程未见动脉血回流,应撤出针芯后缓慢后撤穿刺针,若后撤过程中有鲜红动脉血搏动性喷出(可能是透后壁穿刺),此时可尝试送入导引导丝;如后撤穿刺针时仍未见动脉血,则为穿刺失败,应局部压迫后重新穿刺。

导引导丝送入全程应确保平顺无阻力,且应斜向内上行至中线,如遇阻力或未行向中线,可能是导丝误入分支血管,或因股动脉迂曲、狭窄等致导丝打折,此时应透视下观察并调整导丝走行。笔者认为,即使导引导丝顺利送入,置入血管鞘之前,也应例行透视确认导丝位置和走行,以确保穿刺

安全。

经导引导丝送入血管鞘过程中,应始终确保导引导丝尾端露出动脉鞘尾端 2~5 cm,以避免置入血管鞘时导丝被误推入股动脉内无法取出。利用注射器回抽冲洗血管鞘时,应保持垂直,以确保气体位于液体上方;冲洗时应避免注射器内空气进入循环系统而造成空气栓塞。

患儿股动脉管腔直径较成人小,穿刺时更易引起血管痉挛,因此,建议酌情选择管径更小、长度更短的 4~5 Fr 血管鞘,且行导丝前行操作时应更加轻柔,以免引起血管痉挛,必要时给予罂粟碱或硝酸甘油等药物缓解痉挛。使用短动脉鞘时应妥善固定,以免不慎脱出。

行右侧股动脉穿刺时,若穿刺针未见回血或误入静脉、穿刺动脉回血不畅、导引导丝置入困难时或撤出穿刺针后无皮下血肿形成时,可行局部压迫后再次穿刺右侧股动脉。若局部已形成明显皮下血肿,应在压迫彻底止血后,改为对侧股动脉穿刺。

透视和超声引导虽然有利于提高穿刺成功率,但可能延长穿刺操作时间,是否能有效降低穿刺并发症发生率尚无定论。研究显示,与传统的直接穿刺比较,超声引导下股动脉穿刺在下述情况具有优势:(1)高位股动脉分叉(超过股骨头上缘)穿刺;(2)首次穿刺成功率提高;(3)平均穿刺时间缩短;(4)误入静脉次数减少;(5)穿刺后大量血肿(直径>5 cm)并发症发生率降低^[6]。体质量指数(BMI)过大的肥胖患者和存在解剖变异的患者,建议在超声引导下行动脉穿刺。

1.1.5 穿刺点闭合止血:介入操作完成后,应及时拔除血管鞘。穿刺点闭合止血方式有 3 种:(1)手动压迫止血是最传统、最普及且最经济的止血方法。压迫止血要点:对血管鞘进入股动脉的穿刺点(根据进针角度不同,一般在皮肤穿刺点近心端 0.5~1.0 cm 处)进行通畅性压迫 15 min。通畅性压迫是指既达到压迫止血目的,又不影响股动脉远端血供。压迫止血彻底后,应使用弹力绷带加压包扎穿刺点,确认足背动脉搏动良好,并建议患者卧床且下肢制动 8 h,24 h 后再下地锻炼。(2)压迫器止血是手动压迫的替代方式,目前已较少采用,主要用于处置穿刺后假性动脉瘤、动静脉瘘等并发症。(3)血管闭合装置止血:根据闭合材料类型可分为胶原型、缝线型和金属型 3 类,也可以按止血方式分为封堵器和缝合器。血管闭合装置的设计理念旨在缩短止血操作时间和术后制动时间,缺点则是需体内置入异物,且增加经济负担。使用血管闭合装置前,推荐例行股动脉穿刺点造影,了解穿刺点与股动脉及其分支血管的位置关系,避免使用器械时使分支血管受累;确有分支血管受累时,应改为手动压迫止血。

穿刺点闭合止血方式的选择,可由各神经介入医师根据实际情况和个人习惯决定,但均需接受严格培训,且按产品操作说明执行。

1.1.6 股动脉穿刺并发症及处置:关于股动脉穿刺并发症

的发生率,不同研究报道的数据不同,甚至差别较大,这可能与各研究定义的并发症标准不同有关。以穿刺部位血肿为例,严重血肿(定义为需要输血、外科清除或延期出院)的发生率约为 0.5%,而少量血肿(相对于严重血肿)的发生率可能高达 10%;动脉夹层或血栓造成动脉闭塞的发生率为 0.14%~0.76%,假性动脉瘤或动静脉瘘多因穿刺点不当(过低)或压迫不当引起,发生率为 0.1%~8.0%^[7-11]。

股动脉穿刺并发症发生的危险因素包括女性、超重或消瘦(高或低 BMI)、既往股动脉穿刺史、股动脉高分叉;手术或操作技术危险因素包括穿刺侧别、穿刺方法(骨性标志、透视引导、超声引导)、动脉穿刺部位、血管鞘规格、术中和(或)术后抗凝情况以及血管闭合装置的使用等^[12-14]。

1.1.6.1 腹膜后血肿:腹膜后血肿是股动脉穿刺最致命的并发症,在低血压发生之前,腹膜后间隙内可能贮存了大量血液,多需紧急输血,且致死率高,其发病率为 0.1%~0.7%^[15-17]。腹膜后血肿的发生,多因穿刺点过高而误入髂外动脉导致,而该部位腹股沟韧带紧张,动脉位置较深,局部结缔组织疏松,缺乏骨质支撑,难以实现有效压迫止血。腹壁下动脉损伤也可能导致腹膜后血肿,多发生于错误的导引导丝或血管鞘置入操作。此外,采用透后壁穿刺时有效压迫止血更加困难^[18]。

腹膜后血肿的临床表现包括腹股沟上区肿胀、压痛,严重的背部和下腹疼痛,此外约 1/3 患者会有股神经病变;一般介入术后 3 h 内即出现,但约 1/4 患者术后 3 h 后才会出现上述症状^[15-17]。腹膜后血肿发生后,由于患者血压变化会有延迟,因此疑似腹膜后血肿的患者除给予生命体征监测以外,应紧急行腹部 CT 平扫和增强扫描进行确诊,并判断是否有活动性出血。

应对措施包括快速补液、输血并使用血管活性药物,预防失血性休克,以及外科或血管内修复、封堵出血点。对于顽固性低血压和 CT 提示活动性出血患者应尽快手术干预,手术方式包括外科修复、球囊封堵、覆膜支架置入。建议介入操作完成后例行股动脉穿刺点造影,便于早期发现腹膜后出血。

1.1.6.2 假性动脉瘤:股动脉穿刺引起假性动脉瘤的发生率为 0.1%~8.0%,术后腹股沟区搏动性肿块对假性动脉瘤具有重要诊断价值^[19]。假性动脉瘤多因穿刺点未能严密止血,导致腹股沟区出血,从而形成血肿和假性血管壁。穿刺点过低(股动脉分叉处下方)时,因压迫止血缺乏深部骨性结构支撑,更易发生假性动脉瘤。假性动脉瘤的危险因素包括肥胖(BMI>28 kg/m²)、使用较粗的血管鞘、术前血小板计数<200×10⁹/L、压迫止血疲劳操作、左侧股动脉穿刺^[20-21]。

假性动脉瘤的临床表现包括腹股沟区皮下搏动性肿块、穿刺点疼痛,听诊发现局部血管杂音。超声是诊断假性动脉瘤的主要手段,其典型表现为回声透亮的囊性肿块,彩色多普勒超声可探及典型的“双向”血流信号。此外,超声检查还可以明确假性动脉瘤的血管起源、数量、最大径、囊内血流

量等。

预后和处置:直径 <3 cm 的假性动脉瘤一般预后良好且多可自愈。但是对于直径 ≥ 3 cm 的假性动脉瘤,因为局部压痛明显,患者依从性差,且有潜在破裂出血和远端血管闭塞风险,应考虑予以治疗。治疗方法包括:(1)超声引导下手动压迫,该方法旨在促进假性动脉瘤内血栓形成,可能耗时较长。对于体积较小的假性动脉瘤,成功率可高达 98%^[22]。(2)彩色多普勒超声监测下瘤腔内血凝酶注射:使用 22 G 或 25 G 穿刺针经皮穿刺进入瘤腔内,缓慢注入血凝酶 0.5 ~ 1.0 ml (1 000 U/ml),使用彩色多普勒超声进行监测,当观察到瘤腔内血流完全停止时,即停止注射(根据病变愈合情况,可重复注射 1 ~ 2 次),有效率达 95% ~ 97%^[23-24]。(3)血管内治疗,包括弹簧圈栓塞或覆膜支架置入(应避免重要分支动脉)。(4)外科手术修复,该方法仅推荐用于超声引导下手动压迫和瘤腔内血凝酶注射尝试失败时,且病变迅速增大或有活动性渗血及血肿较大(需清除血肿)或发生罕见的感染性假性动脉瘤。

1.1.6.3 动静脉瘘:股动脉穿刺引起动静脉瘘的发生率不超过 1%,多由于穿刺点过低导致动静脉短路,其危险因素包括:(1)术中肝素剂量 $\geq 12\ 500$ IU;(2)接受华法林治疗的患者;(3)左侧股动脉穿刺;(4)动脉性高血压;(5)女性^[25]。

低流量动静脉瘘多无症状,仅流量较大时才可能表现为心力衰竭、下肢水肿或动脉供血不足等症状。股动脉区听诊到血管杂音时应考虑动静脉瘘,但须通过彩色多普勒超声确诊。彩色多普勒超声诊断标准包括:(1)瘘口处有彩色“斑点”团,且动-静脉连接处有湍流;(2)与对侧相比,瘘口近心端血流量增加,且不受呼吸和动脉搏动的影响;(3)与对侧相比,瘘管远心端血流量减少。

无症状性动静脉瘘可能自愈,症状性动静脉瘘处置方式包括手动压迫、手术结扎瘘口、覆膜支架置入和弹簧圈栓塞。

1.1.6.4 股动脉分支血管损伤:股动脉穿刺过程中,导引导丝误入旋髂浅动脉或腹壁下动脉,可能造成上述分支血管夹层甚至破裂出血,其中腹壁下动脉破裂出血可能引起致命性的腹膜后血肿。上述血管发生破裂出血时,应尽快建立通路观察并超选进入受损血管,处置方式包括手动压迫止血、球囊压迫止血、弹簧圈栓塞及动脉内注射血凝酶、液体栓塞剂。

1.1.6.5 皮下血肿:股动脉穿刺后皮下血肿发生率各研究报道的结果差异较大,可能与各研究中血肿量的诊断标准及测量方式不同有关。大多数情况下,皮下血肿很少需要手术清除,但会延长患者住院时间。皮下血肿多由穿刺点止血不彻底引起,危险因素包括使用糖蛋白 II b/III a 抑制剂、溶栓治疗和术后使用肝素^[26]。皮下血肿进行性增大,且受累皮肤有发生潜在坏死的可能时,应积极手术清除血肿并修复漏口^[12]。

1.1.6.6 股动脉夹层、血栓形成和闭塞:股动脉夹层多由导引导丝或血管鞘损伤血管内膜引起,发生率一般不超过 0.5%^[27],然而严重的股动脉夹层可能导致血管闭塞。根据

动脉夹层的严重程度,临床表现从行走无力到患肢坏死不尽相同,其危险因素包括股动脉粥样硬化、动脉狭窄等。得益于逆流穿刺方向,绝大多数动脉夹层并不会影响血流通畅性,甚至可能自愈。动脉夹层发生后,有经验的术者多能及时发现,并调整操作策略(从假腔回到真腔或更换为对侧穿刺),从而避免夹层加重。当股动脉夹层严重影响血流(甚至导致动脉闭塞)时,应及时干预,干预措施包括:(1)血管内球囊持续扩张;(2)支架置入;(3)外科修复重建血流。

股动脉血栓形成的原因包括:动脉夹层、血管鞘留置时间过长、未抗凝或抗凝不充分等。处置措施包括动脉内抽(取)栓、动脉溶栓等。(1)尿激酶动脉内溶栓方案:尿激酶 240 000 U/h,用药 2 h;120 000 U/h,用药 2 h;60 000 U/h,维持量给药,直至血栓完全溶解。(2)重组组织型纤维酶原激活剂动脉内溶栓方案:5 mg/次,团注;间隔 5 ~ 15 min 重复给药 1 次,共 3 ~ 4 次;2.5 mg/h,维持量给药,直至血栓完全溶解。溶栓成功后,应严格评估行球囊扩张和支架置入的必要性,再决定是否结束手术操作^[28-31]。

理论上讲,若不使用血管闭合装置,股动脉闭塞几乎不会发生^[32]。股动脉分叉处及以远部位使用血管闭合装置是导致血管闭塞的主要原因,如果确诊为血管闭合装置导致的股动脉闭塞,应尽快进行外科修复,恢复股动脉血流,以避免下肢坏死等灾难性并发症发生^[33]。

推荐意见: (1)股动脉穿刺路径适用于大多数神经介入操作,利用股动脉解剖标志进行股动脉穿刺是最普及的方式,透视和超声引导能有效提高穿刺成功率,是否能减少穿刺并发症尚无定论;(2)穿刺时建议避免穿透血管后壁,进针角度应根据患者 BMI 调整,导引导丝尾端应始终在视线范围内,操作过程中应避免空气栓塞;(3)腹膜后血肿致死率高,应对措施包括补液、输血、使用血管活性药物、血管内封堵,以及外科修补破口;(4)直径 <3 cm 的假性动脉瘤经局部压迫一般预后良好,但直径 ≥ 3 cm 的假性动脉瘤应考虑予以干预,干预措施包括手动压迫、彩色多普勒超声引导下瘤腔内血凝酶注射、血管内或外科修复;(5)股动脉穿刺导致的动静脉瘘多预后良好,症状性病变可行手动压迫、血管腔内闭塞或手术结扎瘘口;(6)股动脉分支血管损伤多因导丝、导管操作不当引起,皮下血肿、动脉夹层和血栓多预后良好,必要时考虑手术干预。

1.2 桡动脉穿刺

近年来,得益于较低的并发症发生率及良好的就医体验,经桡动脉入路已经广泛地应用于冠状动脉介入、外周血管介入以及神经介入领域。1989 年,Campeau^[34]报道了首例经皮穿刺桡动脉进行冠状动脉造影。1992 年 Kiemeneij 等^[35]报道了首例经桡动脉开展经皮冠状动脉腔内成形术,开创了经桡动脉行冠状动脉治疗的年代。此后,Jolly 等^[36]进一步证实,相较于股动脉穿刺,经桡动脉穿刺可以降低约 60% 的并发症发生率。

2000—2001 年,Matsumoto 等^[37-38]报道了经桡动脉选择

性行脑血管造影的病例,取得了良好的手术效果且患者未出现严重并发症。1999 年,Castriota 等^[39]针对弓上病变等特殊患者,最早经桡动脉行颈动脉支架置入术。2003—2004 年,经桡动脉行颅内动脉瘤栓塞术相继被报道^[40-41]。近年来,经桡动脉行神经介入诊疗已经成为一个热点,也逐步积累了较多的循证医学证据,但由于专用于神经介入经桡动脉通路材料的欠缺,目前神经介入手术中经桡动脉穿刺的应用总体仍不足 5%^[42]。

1.2.1 经桡动脉穿刺操作:传统经桡动脉穿刺前应先行 Allen's 实验和 Barbeau 实验,以评估手部侧支循环状态,但其必要性存在明显争议^[43]。研究显示,穿刺前 30 min 局部给予利多卡因或硝酸甘油能够增加桡动脉直径,有助于经桡动脉成功穿刺^[44]。超声引导下穿刺有助于判断桡动脉直径和评估桡动脉变异,此外还可明确针头、桡动脉与周围结构的相对位置,进一步提高穿刺成功率,减少并发症,因此在条件允许的情况下,可选择超声引导下经桡动脉穿刺^[45-46]。

穿刺操作:将手指脉搏血氧计放在置鞘同侧,可以监测术中手的血氧饱和度。将患者手臂靠紧髋关节,前臂远端和手稍外旋约 45°,并将手放在手垫上,与大腿上表面平齐;前臂和手部常规消毒铺单。患者的上肢必须要适当固定在操作床上,避免操作过程中患者无意间收回上肢。造影机平板前后位,手术台顺时针旋转 5°~10°,可以获得桡肱分叉处的清晰血管造影。选取进针角度为 30°~45°,在腕横纹近端 2~4 cm 桡动脉搏动最明显处穿刺,后续操作基本同股动脉穿刺。

操作结束拔鞘后,一般手动压迫穿刺点止血,纱布卷纵向加压,普通绷带包扎,30 min 后放松绷带,松紧度以可触及桡动脉搏动、手部皮肤颜色正常为准,最后加压敷料包扎。参考冠状动脉介入经验,压迫器能更为有效地提供止血效果,但过长的压迫时间会增加桡动脉闭塞概率,因此一般压迫时间应小于 2 h^[47]。

过高的局部压迫压力可能是桡动脉术后闭塞的高危因素之一,研究显示,根据患者平均动脉压调整术后压迫器的压迫张力可显著降低术后桡动脉闭塞率(1.1% 比 12.0%, $P < 0.01$)^[48]。亦有研究表明,通畅压迫法可有效降低术后桡动脉闭塞率,其具体操作为,拔鞘后先压迫桡动脉,再压迫尺动脉,然后缓慢放松桡动脉压迫压力,直至血氧饱和度波形恢复正常,并维持该压力压迫桡动脉,2 h 后撤除压迫器^[49]。鉴于桡动脉管径较细,不建议使用血管闭合装置,以免造成动脉闭塞。

1.2.2 适应证:目前的初步研究显示,经桡动脉行神经介入操作具有穿刺相关并发症少、患者体验感好、卧床和住院时间减少等优势;弓下病变如主动脉严重钙化、主动脉弓及弓下动脉严重迂曲或闭塞,均可能增加经股动脉介入操作的难度,甚至导致手术失败^[50-52]。

适应证包括患者接受抗凝或抗血小板聚集药物治疗、肥胖状态、锁骨下动脉近心段和椎动脉严重迂曲、主动脉弓严

重扭曲或变异、股动脉粥样斑块,甚至包括胸腹主动脉、髂股动脉重度狭窄(狭窄率 $\geq 90\%$)或闭塞及因腰椎病变不能耐受卧床制动等^[51-53]。

1.2.3 桡动脉穿刺并发症及处置:与股动脉穿刺相比,桡动脉穿刺相关并发症发生率($< 1\%$)且易早发现、早诊断、早处理^[54]。

1.2.3.1 桡动脉闭塞:桡动脉闭塞是桡动脉穿刺最常见的并发症,通常在术后很短时间内出现,发生率 $\leq 5\%$,实际上可能被低估,因为绝大多数患者发生桡动脉闭塞后无症状^[55-56]。其影响因素包括患者相关、穿刺操作和术后压迫等。患者相关因素为年龄、女性、低体质量、糖尿病和桡动脉穿刺史等;操作因素包括反复穿刺不成功、使用大直径血管鞘、抗凝药物使用不足;术后压迫因素包括压迫力过大和压迫时间过长等^[48,57]。

解决方案:预防性使用肝素可以降低桡动脉闭塞的发生率,最常应用剂量为 5 000 U 或 50 U/kg^[58]。但目前也有研究报道,与标准剂量(50 U/kg)肝素相比,高剂量(100 U/kg)肝素可显著降低冠状动脉造影患者的桡动脉闭塞发生率(3.0% 比 8.1%, $P < 0.01$)^[59]。术前应用超声确定桡动脉直径,选择鞘管直径/桡动脉管径 < 1 的鞘组,减少术后压迫时间、压迫力度及应用通畅压迫法均可以进一步预防桡动脉闭塞。

1.2.3.2 桡动脉痉挛:最常见于手术开始时,表现为血管鞘无法置入,在手术中、后期也可发生,常见于使用大口径导管以及导管的反复操作,表现为操作阻力或者患者前臂疼痛。与股动脉相比,桡动脉细小、搏动差,管壁平滑肌受 α 肾上腺素受体控制导致其容易痉挛,尤其是患者紧张、术者反复穿刺、局部麻醉不充分、粗暴操作导丝导管、血管鞘连接的冲洗液体输注过快或温度过低时均可出现。桡动脉痉挛的预测因素包括:低龄和高龄、女性、糖尿病、BMI 低、身材矮小且桡动脉管径偏小、首次动脉通路建立失败和术后疼痛等^[60-61]。

解决方案:桡动脉痉挛可以通过充分局部麻醉、超声引导下穿刺、使用亲水性动脉鞘、温柔操作导丝导管、避免动脉内过快注入冰冷液体、给予患者必要安抚或适度镇静缓解焦虑及常规预防性应用抗痉挛药物等方式来预防。研究表明,术前接受阿片类药物和苯二氮草类药物镇静治疗的患者发生血管痉挛的风险远低于对照组(2.6% 比 8.3%, $P < 0.01$)^[62]。此外,一项荟萃分析显示,桡动脉置鞘后预防性注入血管扩张剂维拉帕米(5 mg)、硝酸甘油(200 μ g)后桡动脉痉挛发生率分别为 4% 和 2%,远低于安慰剂对照组的 16%,提示血管扩张剂的使用可降低血管痉挛发生率^[63]。

1.2.3.3 出血和穿孔:相较于股动脉穿刺,桡动脉穿刺能够快速发现穿刺后皮下出血,并可通过局部压迫及时止血,一般不会造成严重后果。行桡动脉穿刺时,血管穿孔极为罕见,发生率仅为 0.1%,多由于导丝暴力进入桡动脉侧支引起,一旦发生需要立即识别和处理,因为前臂血肿可导致严重的前臂骨筋膜室综合征,患者可表现为前臂剧烈疼痛、手

指伸屈受限、肢体肿胀、脉弱、感觉麻木、腕部缺血挛缩,严重者可发生肢体缺血坏死,需要截肢,更甚者可引发全身器官的功能障碍^[64]。

解决方案:一旦出现血管穿孔和出血,应立即停止手术,首先采取局部压迫快速控制出血,亦可使用血压计袖带压迫止血(15 min/次),一般很少需要紧急手术减压^[65];紧急情况下,可将导引导管用腔内止血装置,小心通过出血部位尽快完成手术,术后再根据具体情况决定是否进一步处理。术中及术后应密切观察肢端血运、感觉运动情况。

1.2.3.4 动静脉瘘和假性动脉瘤:动静脉瘘和假性动脉瘤可能与术中穿刺损伤及使用高剂量的抗凝剂有关,通常可以保守治疗。医源性动静脉瘘和假性动脉瘤的自然病史多为良性,往往会自愈。一般情况下行术后绷带压迫和手臂抬高 12~24 h 可愈合,对于持续存在或有症状者须行血管内或血管外科手术^[66]。

1.2.3.5 其他:感染或霉菌性动脉瘤、神经损伤及局部疼痛综合征在临床上均较为少见。手部神经功能障碍的发生率低于 0.5%^[67]。经桡动脉穿刺后局部发生无菌性肉芽肿亦有少量报道^[68]。此外,桡神经损伤是一种非常罕见的并发症,可能源于手术操作,或由于长时间压迫桡动脉过度止血导致不同程度的灼性神经痛^[64]。

推荐意见: (1)桡动脉穿刺是神经介入治疗中的重要入路之一,从事神经介入的医师应掌握桡动脉穿刺技术。(2)Allen 和 Barbeau 实验在预测经桡动脉入路相关的缺血性并发症作用方面仍有争议,但基于其无创性,仍推荐于术前开展。(3)为预防桡动脉痉挛,减少桡动脉闭塞风险,推荐桡动脉穿刺术后常规鞘内应用 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 或 5 000 U 普通肝素和抗凝解痉药(包括维拉帕米和硝酸甘油)。(4)导丝导管尽量于路图下通过桡动脉。血管鞘外径应小于桡动脉内径。(5)手动压迫和应用压迫器均有较为稳定的止血效果。推荐应用通畅压迫法,压迫时间小于 2 h,以降低桡动脉闭塞风险。

1.3 远端桡动脉穿刺

Amato 等^[69]和 Pyles 等^[70]先后于 1977 年和 1982 年报道了远端桡动脉穿刺,作为儿童和成人心脏病患者围手术期血压监测和采样的替代穿刺部位。2011 年, Babunashvili 和 Dundua^[71]首次经远端桡动脉逆行开通闭塞桡动脉。远端桡动脉位置更为末梢,在极端情况下,即使发生远端桡动脉闭塞,前臂桡动脉的有效血供仍不会受影响^[72]。目前远端桡动脉穿刺在神经介入领域也开始了初步应用^[73]。

1.3.1 穿刺操作:远端桡动脉穿刺点位于鼻烟壶,第一、二掌骨夹角的径向顶点为其骨性定位标志,以拇长伸肌腱为界,于远端桡动脉搏动最明显处进针。穿刺时可嘱患者将拇指握于掌心,使穿刺部位更平坦。由于远端桡动脉距离舟骨及梯形骨较近,穿刺针易触及骨膜,可引起患者剧烈疼痛,因此建议透前壁穿刺,此时可沿穿刺针芯前推鞘管后再撤出针芯。

1.3.2 远端桡动脉穿刺的优势:相较于桡动脉穿刺,远端桡动脉穿刺后压迫止血时间更短,并发症更少,行介入操作时上肢和手部处于休息位,术者和患者更为舒适。此外,鼻烟壶的骨性底部和第一腕间间隙无重要静脉走行,较少发生静脉淤血。超声引导下穿刺可提高穿刺成功率。

推荐意见: (1)远端桡动脉穿刺因其解剖结构特点,桡动脉闭塞风险更低,是桡动脉穿刺的补充和延伸。(2)建议在超声引导下进行远端桡动脉穿刺,以提高穿刺成功率。

1.4 肱动脉穿刺

1958 年, Sones 完成了首例经肱动脉切开冠状动脉造影术,但在其后的 20 年间,随着经股动脉和桡动脉通路建立技术的发展,肱动脉入路并未引起临床医师过多的重视^[74]。直至 20 世纪 80 年代,随着穿刺技术的完善及介入材料的进步,作为股动脉及桡动脉穿刺的补充,临床医师开始再次审视肱动脉(相对于桡动脉,肱动脉管腔更大)穿刺的价值,尤其对于其他穿刺通路建立失败,且需使用大口径通路导管的患者,肱动脉穿刺具有显著优势。近年来随着急诊取栓技术的推广及普及,肱动脉穿刺在特定患者,特别是在后循环急性卒中患者治疗中的应用可以明显缩短血管再通时间^[75-77]。因此,肱动脉穿刺是神经介入血管穿刺的重要补充和备选方案,从业医师应了解及掌握。

1.4.1 穿刺操作:肱动脉在肱二头肌和屈旋前肌群肌腱下方穿过肘窝,在肘部下方 1 cm 左右分成桡动脉和尺动脉。肱动脉在肘窝位置表浅,能清楚地触及搏动,临床上常做为测血压时的听诊部位,也是常用的穿刺操作部位。

患者取平卧位,臂伸直并外展,掌心朝上,肘关节过伸并轻度外旋。肱动脉深入肘窝,以肘部皮肤皱褶上方一横指处,肱动脉搏动最强点为穿刺点,操作结束后,依靠其后方的远端肱骨也便于止血。术前应常规测量双臂血压,局部浸润麻醉时应小心避开内侧毗邻的臂丛神经,建议采用透前壁穿刺技术,穿刺时注意询问患者有无手指麻木,避免损伤神经。操作结束,拔除血管鞘,手动压迫止血,加压敷料包扎,建议患者保持上肢伸直位 6 h 以上。不建议使用血管闭合装置止血。

1.4.2 适应证:肱动脉穿刺是其他穿刺方式受限或失败时的必要补充,适用于股动脉重度狭窄(狭窄率 $\geq 90\%$)或闭塞、双侧腹股沟处股动脉存在支架或吻合口及其他血管通路迂曲导致导管到位困难,同时又需要兼容更大直径通路导管的患者。

1.4.3 并发症及处置:有文献报道,肱动脉穿刺并发症发生率最高可达 11%,严重并发症发生率约 1.7%^[78],这在一定程度上限制了其临床应用。

1.4.3.1 穿刺点血肿:常见原因包括(1)穿刺点位置过高,肱动脉位置深在,术后压迫止血的难度增加;(2)压迫止血不彻底,肱动脉比较游离,压迫止血时易发生压迫位置不当;(3)反复多次穿刺导致血管壁损伤;(4)术前抗血小板聚集和抗凝药物的使用,术中肝素化等原因导致的凝血功能障碍

碍;(5)合并其他高危因素,如女性、外周血管病史等^[79-80]。

处置要点:严格选择穿刺点,尽量避免高位及侧壁穿刺。术后压迫位置要准确,避免压迫过程中肱动脉出现滑动,正确的压迫方法为用食指、中指、无名指指腹在穿刺点上方 1~2 cm 处压迫 5~10 min,以指压部触摸到动脉搏动为佳,直至穿刺点无出血、渗血。包扎完毕后应嘱患者活动手指,并判断包扎松紧度,如患者手指颜色青紫,诉手部发麻,提示包扎过紧,静脉回流受阻。合适的包扎力度以可触及正常的桡动脉搏动为宜^[81]。加强术后的动态观察,以及时发现穿刺点血肿、上肢缺血及静脉回流障碍,并及时行超声检查,必要时行局部血管造影。

1.4.3.2 正中神经损伤:正中神经损伤为肱动脉穿刺最为严重的并发症,可导致手的感觉、运动功能障碍,且早期容易被漏诊,其发生率为 0.2%~1.4%^[82]。常见原因有:(1)血肿致筋膜室内压力升高对正中神经形成直接压迫,皮肤表面肿胀可不明显,由于血肿被筋膜间隙所限制,肉眼所见血肿大小与正中神经损伤的程度无相关性^[83];(2)穿刺针直接造成的正中神经损伤;(3)肱动脉闭塞后导致的神经缺血性损伤^[84-85]。

处置要点:若患者出现穿刺侧肢体放射样感觉异常,应及时终止该位置的穿刺操作,并更换穿刺位置,应坚决杜绝出现上述症状后仍在同一位置反复穿刺。术后一旦出现正中神经功能障碍,应立即行超声检查,明确局部血肿形态并严密观察,必要时可行切开减压术。

1.4.3.3 假性动脉瘤:肱动脉穿刺导致的假性动脉瘤极为少见,其发生的主要原因包括应用抗凝药物、高血压病、肥胖、错误的穿刺技术、压迫止血不彻底、动脉钙化等^[86]。

处置措施:假性动脉瘤一旦确诊后应在超声指引下先行局部压迫,并可尝试超声引导下局部瘤腔内注射血凝酶,如效果不佳,必要时可行开放性手术治疗^[80,87]。

推荐意见: (1)肱动脉穿刺是神经介入穿刺建立的重要补充,不推荐将肱动脉作为首选穿刺位点,其他穿刺通路建立困难或失败,且需要使用较粗管径导管进行操作时,肱动脉入路有显著优势。(2)肱动脉穿刺的并发症发生率高于桡动脉穿刺,且部分并发症有一定的隐匿性,需要在术中及术后持续关注,及时发现,及时处置。

1.5 颈动脉穿刺

颈动脉穿刺因具有发生术后血肿压迫气道引起窒息的风险,常规行神经介入诊疗时不作推荐。然而,当主动脉弓或弓下血管病变或存在明显变异,排除其他穿刺路径操作可行性时,为了越过复杂结构或病变,简化操作流程,缩短操作时间,颈动脉穿刺可以作为一种穿刺选项,但应重视术中、术后气管插管气道保护^[88]。

1.5.1 适应证:颈动脉穿刺的适应证包括复杂牛角弓或Ⅲ型弓;主动脉弓严重动脉粥样硬化或钙化、严重迂曲或伴附壁血栓;颈总动脉开口处严重狭窄(狭窄率 $\geq 90\%$)或闭

塞,双侧胸、腹主动脉至髂动脉迂曲、成角、严重狭窄、闭塞;主动脉夹层或动脉瘤^[11,89]。

急诊取栓时,受限于血管再通时间的紧迫性,符合上述适应证时,行颈动脉穿刺可显著缩短血管再通时间。此外,急诊取栓前,应强调术前行头颈部 CTA,这有助于预先评估主动脉弓及弓上血管情况,便于术者提前做好颈动脉穿刺预案,以节约操作时间^[90]。

1.5.2 穿刺操作

1.5.2.1 经皮颈动脉直接穿刺:患者取仰卧位,同侧肩膀下垫高,头稍后仰,以尽量暴露颈部利于穿刺。头略偏向对侧 10°~15°,常规皮肤消毒铺巾。为了避免术后潜在血肿压迫气道,颈动脉穿刺建议在全身麻醉气管插管后进行。选取锁骨的胸骨端上方 2~3 cm 水平(约颈 5~6 水平),颈动脉三角区内颈总动脉搏动最明显处,以胸锁乳突肌前缘为参照,指腹触及动脉搏动并判断管腔走行,确定穿刺点和进针角度。务必采取透前壁穿刺技术,左手轻微按压固定颈动脉,右手执穿刺针,以 45°~60°缓慢进针,见动脉回血后,建议沿动脉走行继续送入穿刺针套管,撤出针芯后,建议透视下经穿刺针套管推注对比剂确认管腔或直接做路图,以确认颈动脉分叉处及颈内动脉走行。路图下送入导引导丝至颈内动脉岩段,随后置入血管鞘(置入深度需考虑到颈内动脉的走行和迂曲程度)。推荐将血管鞘缝合固定于颈部皮肤上,以避免操作过程中血管鞘发生移位,甚至脱出^[11]。

血管内操作完成后,建议使用鱼精蛋白中和肝素,或待肝素代谢完成后延迟拔鞘(注意:等待肝素代谢延迟拔鞘过程中,血管鞘自身有致栓风险),有条件的中心可监测活化凝血时间 <130 s 后,再拔除血管鞘。拔除动脉鞘后,建议手动压迫彻底止血后局部加压包扎。

1.5.2.2 外科切开显露颈动脉后穿刺:理论上,外科切开显露颈动脉后穿刺,可有效避免穿刺后颈部血肿的发生,但会显著延长手术操作时间,目前临床上已较少采用。此外,使用抗凝或抗血小板聚集药物患者行外科手术操作时,皮下或软组织出血(渗血)不可避免,建议谨慎选择该操作或术中严密止血。

操作时,沿胸锁乳突肌前缘行 3~4 cm 纵行或横行切口,然后切开颈阔肌,识别颈内静脉并将其推向外侧,妥善固定。继续向内显露颈动脉鞘。以拟定的穿刺点为中心,分别向近心端和远心端游离颈总动脉,建议用橡皮胶条环绕动脉,便于操作中控制出血。穿刺进针前,可以穿刺点为中心,预置“荷包缝合”线。最后近水平角度穿刺进针,后续操作与经皮穿刺相同。操作完成后,撤除动脉鞘时,利用预置的“荷包缝合线”闭合穿刺点,也可以临时阻断颈动脉后,直接缝合穿刺点。

1.5.3 穿刺操作注意事项:颈动脉穿刺点过低时,血管鞘因与颈动脉走行接近直角,易扭折受损,可能导致后续操作受限,机械取栓时抽吸导管回抽困难;穿刺点过高时(接近颈动脉分叉处),穿刺针可能损伤颈动脉分叉处血管及其感受器。

此外,超声引导下穿刺有助于提高穿刺成功率,并减少穿刺并发症发生。

手动压迫和加压包扎是经皮颈动脉直接穿刺后止血的主要方式,但需注意,压迫和包扎时不能中断颈动脉血流,确保通畅性压迫,以免继发脑组织缺血。近年来,血管闭合装置也被用于经皮颈动脉直接穿刺后止血,但研究报道有限,且在适应证和安全性方面存在争议。确定需使用血管闭合装置时,推荐使用前例行颈动脉造影明确穿刺点与颈动脉分叉处的位置关系,以免损伤颈动脉感受器或累及颈外动脉。

颈动脉穿刺术后建议留置气管插管,保护气道,并密切观察,确保穿刺点严密止血后,再酌情拔除气管插管。此外,目前尚无专用的颈动脉穿刺材料,理想的颈动脉穿刺血管鞘长度应该更短且材质更软,以适应颈动脉的解剖走行^[91]。

1.5.4 并发症

1.5.4.1 颈部血肿:颈动脉穿刺后颈部血肿的发生率为 4%~7%^[89]。术后穿刺点出血或渗血时,颈部血肿可迅速或逐渐增大,从而压迫邻近气道,造成致命性的呼吸困难和窒息。此外,颈部血肿会压迫并刺激局部颅神经,从而造成声音嘶哑、饮水呛咳等颅神经症状。处置时,应紧急气管插管保持气道通畅,并尽快手术清除血肿,解除压迫。

1.5.4.2 颈动脉夹层:颈动脉夹层多由导丝、导管或血管鞘损伤颈动脉内膜引起,一般预后良好。发生颈动脉夹层时,如果颈动脉管腔和正向血流不受明显影响,建议首先保守治疗;若颈动脉管腔严重狭窄(狭窄率 $\geq 70\%$),甚至闭塞,或正向血流明显受限,则推荐置入支架,以修复血管内膜^[92]。

1.5.4.3 血管鞘扭折:颈动脉穿刺点过低时,因其与锁骨距离过近,血管鞘置入颈动脉的角度接近于直角,极易造成血管鞘扭折,进而影响血管内操作时的导管操作^[11]。因此,应谨慎选择颈动脉穿刺点位置。

推荐意见: (1)颈动脉穿刺应严格把握适应证,仅在排除其他动脉穿刺路径可行性时,才作为一种备选的穿刺方案,困难路径的急诊机械取栓患者可能因操作时间缩短而获益。(2)经皮颈动脉直接穿刺时,超声引导有助于提高穿刺成功率;外科切开显露颈动脉后穿刺可有效避免穿刺后颈部血肿的发生,但会延长操作时间。(3)颈部穿刺点严密止血、气管插管以保持气道通畅至关重要。(4)颈动脉穿刺导致的颈动脉夹层多预后良好,必要时需置入支架修复血管内膜。

1.6 儿童动脉穿刺

与成人相比,儿童依从性差且血管管径更为细小,因此儿童动脉穿刺置管成功率更低且并发症发生率高^[93]。股动脉是患儿首选的穿刺位置。对于股动脉入路困难的患儿,经皮颈动脉穿刺行神经介入诊疗也是一个合理的选择^[94]。

1.6.1 穿刺及注意事项:术前行血管超声检查有利于判断局部血管条件,需要注意的是股动脉直径 $< 3\text{ mm}$ 是患儿动脉搏动消失的独立预测因素,在股动脉直径小于 3 mm 和大于 3 mm 的患儿中,穿刺后动脉搏动消失的比率分别为 25% 和 1.8% ($P < 0.01$)^[95]。超声引导下穿刺和低角度前壁穿刺技

术能够明显减少穿刺并发症^[93]。鉴于儿童股动脉的直径较小,因此选择与之匹配的血管鞘非常重要。对于体质量小于 3 kg 的新生儿,经脐动脉入路也是可以考虑的方式;对于体质量为 $4\sim 10\text{ kg}$ 的患儿,适用 4 Fr 血管鞘;5 Fr 血管鞘则适用于体质量为 $10\sim 15\text{ kg}$ 的患儿^[93]。考虑到体质量并不能完全准确地反应股动脉的真实直径,术前行超声检查明确血管管径,选择匹配的血管鞘组是可行的^[96]。

新生儿脐动脉入路可能较其他动脉入路创伤更小,需行脐动脉入路的患儿可先应用脐动脉导管建立动脉入路,再使用 0.025 或 0.035 英寸的导丝通过脐动脉导管交换 4 Fr 血管鞘。

1.6.2 常见并发症:动脉搏动消失是患儿最为常见的并发症。小体质量、较大的血管鞘管径、术中交换动脉导管及活化凝血时间值小于 250 s 是患儿急性股动脉搏动消失的 4 个高危因素,术后 5 年随访中,患儿的动脉闭塞率为 4.3% ($167/3\ 859$);在体质量小于 4 kg 的患儿中,急性动脉搏动消失的比率甚至高达 23.4%^[97]。其他并发症包括穿刺位点血管痉挛、局部血肿、假性动脉瘤、动静脉瘘及动脉夹层,但整体发生率较低^[95,97]。

导管置入术后股动脉搏动消失最常用的保守治疗方案为静脉内持续应用普通肝素抗凝治疗 $12\sim 48\text{ h}$ 。若肢体缺血症状持续存在,考虑将 $0.5\text{ mg}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ 的阿替普酶纤溶治疗持续至 6 h 。对于存在保守治疗禁忌证、抗凝治疗后肢体持续缺血或即将发生肢体缺血的患儿,可考虑应用外科手术或血管内治疗^[98]。

此外,穿刺成功通路建立后,一般应用普通肝素($100\text{ U}/\text{kg}$)进行全身抗凝。在患儿中,使用肝素化盐水持续冲洗动脉鞘的获益尚不明确。

推荐意见: (1)针对患儿,动脉穿刺前使用超声明确血管管径及引导穿刺操作是合理的;(2)股动脉是患儿最常使用的穿刺部位;(3)根据患儿的体质量及血管管径选择适合的血管鞘规格,可降低穿刺并发症的发生率。

2 静脉穿刺

以股静脉穿刺置管为代表的静脉穿刺是临床补液的重要操作,随着神经介入技术的发展,对于累及脑静脉和(或)静脉窦系统的脑血管疾病,经静脉穿刺建立通路是神经介入诊疗操作的重要组成部分。临床多应用于脑静脉窦狭窄或血栓形成、脑动静脉畸形、颈内动脉海绵窦瘘以及硬脑膜动静脉瘘等疾病。神经介入经静脉穿刺建立通路进行疾病治疗,因应用场景相对较少,部分穿刺通路仅为个人经验或个案报道,不适合纳入专家共识,因此,本部分内容仅做简要介绍,仅供了解。

2.1 股静脉穿刺

适用于绝大多数经静脉路径治疗的脑血管疾病,也是首选的静脉穿刺部位。股静脉穿刺与股动脉穿刺操作基本相同,区别及注意事项如下:(1)左手触诊并固定股静脉,在动脉内侧 $3\sim 5\text{ mm}$ 处进针,尽量行前壁穿刺,如穿刺困难,可嘱

患者 Valsalva 呼吸动作配合操作;(2)因静脉压力较低,较细的穿刺针进入股静脉后,可能自发回血不畅或无自发回血,可借助注射器回抽确认;(3)静脉穿刺成功后,可见静脉血缓慢溢出,如见搏动性喷出的动脉血,则表明误入股动脉,应撤出穿刺针并压迫止血后重新穿刺;(4)因为静脉瓣的存在,导引导丝送入遇阻时,应在透视下观察并调整导丝行进方向(行向内上且位于脊柱右侧),切忌暴力操作;(5)左侧髂静脉因发育和髂动脉解剖压迫,其黏连、狭窄甚至闭塞较右侧多见,如无特殊情况,优先选择行右侧股静脉穿刺。股静脉穿刺后血栓形成,多由血管鞘留置过久或抗凝不足引起,规范化抗凝和静脉溶栓可有效预防和治疗该并发症。

2.2 颈静脉穿刺

传统的颈静脉穿刺是临床快速补液和行中心静脉压监测的重要途径,但在下述情况,颈静脉穿刺可以作为备选的静脉路径:(1)股静脉、下腔静脉血栓形成;(2)下腔静脉滤器置入通路受阻;(3)脑静脉(窦)内操作需要提供更强支撑;(3)经静脉入路注胶,预计拔管困难,需减少体内微导管留置长度。

2.3 眼上静脉穿刺

仅有极少数海绵窦区血管病变,在采取其他静脉穿刺路径微导管无法到时,眼上静脉穿刺应该是行神经介入诊疗最后的选项。眼上静脉穿刺分为眼睑切开后直视下穿刺和经皮直接穿刺,建议由训练有素的外科医师和眼科医师配合操作,以减少穿刺操作并发症。

3 结语

血管穿刺是神经介入操作的第一步,本共识旨在为广大神经介入医师,尤其是初学者,提供指导建议和参考依据,助其安全有效完成穿刺操作,避免或减少穿刺相关并发症。此外,不同穿刺部位的选择,既取决于具体病变和血管走行特点,也取决于术者的个人偏好和经验,熟悉并掌握不同穿刺部位的优缺点、适应证、技术要点、注意事项、并发症及处置措施,有助于提高神经介入手术的安全性和有效性。

执笔 张涛(空军军医大学第二附属医院神经外科);于嘉(西安交通大学第一附属医院神经内科);方伟(空军军医大学第二附属医院神经外科);邓剑平(空军军医大学第二附属医院神经外科);赵振伟(空军军医大学第二附属医院神经外科)

共识专家组(按姓氏拼音顺序排名) 蔡艺灵(战略支援部队特色医学中心);曹毅(昆明医科大学第二附属医院);陈左权(上海市第十人民医院);邓剑平(空军军医大学第二附属医院);段传志(南方医科大学珠江医院);方伟(空军军医大学第二附属医院);高连波(中国医科大学附属第四医院);韩建峰(西安交通大学第一附属医院);洪波(上海市第一人民医院);焦力群(首都医科大学宣武医院);李聪慧(河北医科大学第一医院);梁国标(北部战区总医院);刘建民(海军军医大学第一附属医院);缪中荣(首都医科大学附属北京天坛医院);彭亚(常州市第一人民医院);任军(兰州大

学第二医院);石忠松(中山大学孙逸仙纪念医院);史怀璋(哈尔滨医科大学附属第一医院);王东海(山东大学齐鲁医院);王子亮(河南省人民医院);温昌明(南阳市中心医院);杨铭(中部战区总医院);于嘉(西安交通大学第一附属医院);于加省(华中科技大学同济医学院附属同济医院);喻孟强(中南大学湘雅二医院);张鸿祺(首都医科大学宣武医院);张涛(空军军医大学第二附属医院);张天(四川省人民医院);张云峰(南通大学附属医院);赵振伟(空军军医大学第二附属医院);郑洪波(四川大学华西医院);周振华(陆军军医大学第一附属医院)

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参考文献

- [1] Artico M, Spoleitini M, Fumagalli L, et al. Egas Moniz: 90 years (1927—2017) from cerebral angiography [J]. *Front Neuroanat*, 2017, 11: 81. DOI: 10.3389/fnana.2017.00081.
- [2] Loman J, Myerson A. Circulation of the brain and face; determinations of oxygen and sugar in arterial and in internal and external jugular venous blood [J]. *Arch Neurol Psychiatry*, 1947, 57(1): 94-97.
- [3] Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography. A new technique [J]. *Acta Radiol Suppl (Stockholm)*, 2008, 434: 47-52. DOI: 10.1080/02841850802133386.
- [4] Seldinger SI. The Seldinger technique. Reprint from *Acta Radiologica* 1953 [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 1984, 142(1): 5-7. DOI: 10.2214/ajr.142.1.5.
- [5] Driscoll SH, Grollman JH, Ellestedt MH, et al. Single-wall arterial puncture with a disposable needle [J]. *Radiology*, 1974, 113(2): 470. DOI: 10.1148/113.2.470a.
- [6] Seto AH, Abu-Fadel MS, Sparling JM, et al. Real-time ultrasound guidance facilitates femoral arterial access and reduces vascular complications; FAUST (femoral arterial access with ultrasound trial) [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2010, 3(7): 751-758. DOI: 10.1016/j.jcin.2010.04.015.
- [7] Cragg AH, Nakagawa N, Smith TP, et al. Hematoma formation after diagnostic angiography: effect of catheter size [J]. *J Vasc Interv Radiol*, 1991, 2(2): 231-233. DOI: 10.1016/s1051-0443(91)72287-2.
- [8] Hessel SJ, Adams DF, Abrams HL. Complications of angiography [J]. *Radiology*, 1981, 138(2): 273-281. DOI: 10.1148/radiology.138.2.7455105.
- [9] Rapoport S, Sniderman KW, Morse SS, et al. Pseudoaneurysm: a complication of faulty technique in femoral arterial puncture [J]. *Radiology*, 1985, 154(2): 529-530. DOI: 10.1148/radiology.154.2.3966139.
- [10] Dariushnia SR, Gill AE, Martin LG, et al. Quality improvement guidelines for diagnostic arteriography [J]. *J Vasc Interv*

- Radiol, 2014, 25 (12) : 1873-1881. DOI: 10. 1016/j. jvir. 2014. 07. 020.
- [11] Colombo E, Rinaldo L, Lanzino G. Direct carotid puncture in acute ischaemic stroke intervention [J]. Stroke Vasc Neurol, 2020, 5 (1) : 71-79. DOI: 10. 1136/svn-2019-000260.
- [12] Doyle BJ, Ting HH, Bell MR, et al. Major femoral bleeding complications after percutaneous coronary intervention: incidence, predictors, and impact on long-term survival among 17,901 patients treated at the Mayo Clinic from 1994 to 2005 [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2008, 1 (2) : 202-209. DOI: 10. 1016/j. jcin. 2007. 12. 006.
- [13] Pitta SR, Prasad A, Kumar G, et al. Location of femoral artery access and correlation with vascular complications [J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2011, 78 (2) : 294-299. DOI: 10. 1002/ccd. 22827.
- [14] Sherev DA, Shaw RE, Brent BN. Angiographic predictors of femoral access site complications: implication for planned percutaneous coronary intervention [J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2005, 65 (2) : 196-202. DOI: 10. 1002/ccd. 20354.
- [15] Farouque HM, Tremmel JA, Raissi Shabari F, et al. Risk factors for the development of retroperitoneal hematoma after percutaneous coronary intervention in the era of glycoprotein II b/III a inhibitors and vascular closure devices [J]. J Am Coll Cardiol, 2005, 45 (3) : 363-368. DOI: 10. 1016/j. jacc. 2004. 10. 042.
- [16] Kent KC, Moscucci M, Mansour KA, et al. Retroperitoneal hematoma after cardiac catheterization: prevalence, risk factors, and optimal management [J]. J Vasc Surg, 1994, 20 (6) : 905-910; discussion 910-903. DOI: 10. 1016/0741-5214(94)90227-5.
- [17] Frank JJ, Kamalakannan D, Kodenchery M, et al. Retroperitoneal hematoma in patients undergoing cardiac catheterization [J]. J Interv Cardiol, 2010, 23 (6) : 569-574. DOI: 10. 1111/j. 1540-8183. 2010. 00583. x.
- [18] Ellis SG, Bhatt D, Kapadia S, et al. Correlates and outcomes of retroperitoneal hemorrhage complicating percutaneous coronary intervention [J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2006, 67 (4) : 541-545. DOI: 10. 1002/ccd. 20671.
- [19] Mlekusch W, Haumer M, Mlekusch I, et al. Prediction of iatrogenic pseudoaneurysm after percutaneous endovascular procedures [J]. Radiology, 2006, 240 (2) : 597-602. DOI: 10. 1148/radiol. 2402050907.
- [20] Ates M, Sahin S, Konuralp C, et al. Evaluation of risk factors associated with femoral pseudoaneurysms after cardiac catheterization [J]. J Vasc Surg, 2006, 43 (3) : 520-524. DOI: 10. 1016/j. jvs. 2005. 11. 009.
- [21] Popovic B, Freysz L, Chometon F, et al. Femoral pseudoaneurysms and current cardiac catheterization: evaluation of risk factors and treatment [J]. Int J Cardiol, 2010, 141 (1) : 75-80. DOI: 10. 1016/j. ijcard. 2008. 11. 111.
- [22] Paschalidis M, Theiss W, Kölling K, et al. Randomised comparison of manual compression repair versus ultrasound guided compression repair of postcatheterisation femoral pseudoaneurysms [J]. Heart, 2006, 92 (2) : 251-252. DOI: 10. 1136/hrt. 2004. 053793.
- [23] Kang SS, Labropoulos N, Mansour MA, et al. Percutaneous ultrasound guided thrombin injection; a new method for treating postcatheterization femoral pseudoaneurysms [J]. J Vasc Surg, 1998, 27 (6) : 1032-1038. DOI: 10. 1016/s0741-5214(98)70006-0.
- [24] Schneider C, Malisius R, Küchler R, et al. A prospective study on ultrasound-guided percutaneous thrombin injection for treatment of iatrogenic post-catheterisation femoral pseudoaneurysms [J]. Int J Cardiol, 2009, 131 (3) : 356-361. DOI: 10. 1016/j. ijcard. 2007. 10. 052.
- [25] Perings SM, Kelm M, Jax T, et al. A prospective study on incidence and risk factors of arteriovenous fistulae following transfemoral cardiac catheterization [J]. Int J Cardiol, 2003, 88 (2/3) : 223-228. DOI: 10. 1016/s0167-5273 (02) 00400-x.
- [26] Wagner SC, Gonsalves CF, Eschelmann DJ, et al. Complications of a percutaneous suture-mediated closure device versus manual compression for arteriotomy closure: a case-controlled study [J]. J Vasc Interv Radiol, 2003, 14 (6) : 735-741. DOI: 10. 1097/01. rvi. 0000079982. 80153. d9.
- [27] Mccann RL, Schwartz LB, Pieper KS. Vascular complications of cardiac catheterization [J]. J Vasc Surg, 1991, 14 (3) : 375-381.
- [28] Tsetis DK, Kochiadakis GE, Hatzidakis AA, et al. Transcatheter thrombolysis with high-dose bolus tissue plasminogen activator in iatrogenic arterial occlusion after femoral arterial catheterization [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2002, 25 (1) : 36-41. DOI: 10. 1007/s00270-001-0061-3.
- [29] Belli AM. Thrombolysis in the peripheral vascular system [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 1998, 21 (2) : 95-101. DOI: 10. 1007/s002709900223.
- [30] Thrombolysis in the management of limb arterial occlusion. Towards a consensus interim report. Working party on thrombolysis in the management of limb ischaemia [J]. J Intern Med, 1996, 240 (6) : 343-355. DOI: 10. 1046/j. 1365-2796. 1996. 82882000. x.
- [31] Braithwaite BD, Buckenham TM, Galland RB, et al. Prospective randomized trial of high-dose bolus versus low-dose tissue plasminogen activator infusion in the management of acute limb ischaemia. Thrombolysis study group [J]. Br J Surg, 1997, 84 (5) : 646-650.
- [32] Noori VJ, Eldrup-Jørgensen J. A systematic review of

- vascular closure devices for femoral artery puncture sites [J]. *J Vasc Surg*, 2018, 68 (3): 887-899. DOI: 10.1016/j.jvs.2018.05.019.
- [33] Gonze MD, Sternbergh WC 3rd, Salartash K, et al. Complications associated with percutaneous closure devices [J]. *Am J Surg*, 1999, 178 (3): 209-211. DOI: 10.1016/s0002-9610(99)00143-9.
- [34] Campeau L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography [J]. *Cathet Cardiovasc Diagn*, 1989, 16(1): 3-7. DOI: 10.1002/ccd.1810160103.
- [35] Kiemeneij F, Laarman GJ, De Melker E. Transradial artery coronary angioplasty [J]. *Am Heart J*, 1995, 129(1): 1-7. DOI: 10.1016/0002-8703(95)90034-9.
- [36] Jolly SS, Yusuf S, Cairns J, et al. Radial versus femoral access for coronary angiography and intervention in patients with acute coronary syndromes (RIVAL): a randomised, parallel group, multicentre trial [J]. *Lancet*, 2011, 377 (9775): 1409-1420. DOI: 10.1016/s0140-6736(11)60404-2.
- [37] Matsumoto Y, Hokama M, Nagashima H, et al. Transradial approach for selective cerebral angiography: technical note [J]. *Neurol Res*, 2000, 22 (6): 605-608. DOI: 10.1080/01616412.2000.11740727.
- [38] Matsumoto Y, Hongo K, Toriyama T, et al. Transradial approach for diagnostic selective cerebral angiography: results of a consecutive series of 166 cases [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2001, 22(4): 704-708.
- [39] Castriota F, Cremonesi A, Manetti R, et al. Carotid stenting using radial artery access [J]. *J Endovasc Surg*, 1999, 6(4): 385-386. DOI: 10.1583/1074-6218(1999)006<0385:Csuraa>2.0.Co;2.
- [40] Nohara AM, Kallmes DF. Transradial cerebral angiography: technique and outcomes [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2003, 24(6): 1247-1250.
- [41] Schönholz C, Nanda A, Rodríguez J, et al. Transradial approach to coil embolization of an intracranial aneurysm [J]. *J Endovasc Ther*, 2004, 11 (4): 411-413. DOI: 10.1583/03-1192.1.
- [42] Haussen DC, Nogueira RG, Desousa KG, et al. Transradial access in acute ischemic stroke intervention [J]. *J Neurointerv Surg*, 2016, 8 (3): 247-250. DOI: 10.1136/neurintsurg-2014-011519.
- [43] Barbeau GR, Arseneault F, Dugas L, et al. Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulse oximetry and plethysmography: comparison with the Allen's test in 1 010 patients [J]. *Am Heart J*, 2004, 147(3): 489-493. DOI: 10.1016/j.ahj.2003.10.038.
- [44] Beyer AT, Ng R, Singh A, et al. Topical nitroglycerin and lidocaine to dilate the radial artery prior to transradial cardiac catheterization: a randomized, placebo-controlled, double-blind clinical trial: the PRE-DILATE study [J]. *Int J Cardiol*, 2013, 168 (3): 2575-2578. DOI: 10.1016/j.ijcard.2013.03.048.
- [45] Seto AH, Roberts JS, Abu-Fadel MS, et al. Real-time ultrasound guidance facilitates transradial access: RAUST (radial artery access with ultrasound trial) [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2015, 8 (2): 283-291. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.05.036.
- [46] Peters C, Schwarz SK, Yarnold CH, et al. Ultrasound guidance versus direct palpation for radial artery catheterization by expert operators: a randomized trial among Canadian cardiac anesthesiologists [J]. *Can J Anaesth*, 2015, 62 (11): 1161-1168. DOI: 10.1007/s12630-015-0426-8.
- [47] Dangoisse V, Guédès A, Chenu P, et al. Usefulness of a gentle and short hemostasis using the transradial band device after transradial access for percutaneous coronary angiography and interventions to reduce the radial artery occlusion rate (from the prospective and randomized CRASOC I, II, and III studies) [J]. *Am J Cardiol*, 2017, 120(3): 374-379. DOI: 10.1016/j.amjcard.2017.04.037.
- [48] Cubero JM, Lombardo J, Pedrosa C, et al. Radial compression guided by mean artery pressure versus standard compression with a pneumatic device (RACOMAP) [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2009, 73(4): 467-472. DOI: 10.1002/ccd.21900.
- [49] Pancholy S, Coppola J, Patel T, et al. Prevention of radial artery occlusion-patent hemostasis evaluation trial (PROPHET study): a randomized comparison of traditional versus patency documented hemostasis after transradial catheterization [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2008, 72(3): 335-340. DOI: 10.1002/ccd.21639.
- [50] Snelling BM, Sur S, Shah SS, et al. Transradial cerebral angiography: techniques and outcomes [J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10 (9): 874-881. DOI: 10.1136/neurintsurg-2017-013584.
- [51] Eskioglu E, Burry MV, Mericle RA. Transradial approach for neuroendovascular surgery of intracranial vascular lesions [J]. *J Neurosurg*, 2004, 101 (5): 767-769. DOI: 10.3171/jns.2004.101.5.0767.
- [52] Peitz GW, Kura B, Johnson JN, et al. Transradial approach for deployment of a flow diverter for an intracranial aneurysm in a patient with a type-3 aortic arch [J]. *J Vasc Interv Neurol*, 2017, 9(5): 42-44.
- [53] Chen SH, Snelling BM, Shah SS, et al. Transradial approach for flow diversion treatment of cerebral aneurysms: a multicenter study [J]. *J Neurointerv Surg*, 2019, 11(8): 796-800. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-014620.
- [54] Archbold RA, Robinson NM, Schilling RJ. Radial artery access for coronary angiography and percutaneous coronary

- intervention[J]. *BMJ*, 2004, 329 (7463) : 443-446. DOI: 10. 1136/bmj. 329. 7463. 443.
- [55] Uhlemann M, Möbius-Winkler S, Mende M, et al. The Leipzig prospective vascular ultrasound registry in radial artery catheterization: impact of sheath size on vascular complications[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2012, 5 (1) : 36-43. DOI:10. 1016/j. jcin. 2011. 08. 011.
- [56] Stella PR, Kiemeneij F, Laarman GJ, et al. Incidence and outcome of radial artery occlusion following transradial artery coronary angioplasty[J]. *Cathet Cardiovasc Diagn*, 1997, 40 (2) : 156-158. DOI: 10. 1002/(sici) 1097-0304 (199702) 40:2 < 156::aid-ccd7 > 3. 0. co;2-a.
- [57] Sandoval Y, Bell MR, Gulati R. Transradial artery access complications[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2019, 12 (11) : e007386. DOI:10. 1161/circinterventions. 119. 007386.
- [58] Pancholy SB. Comparison of the effect of intra-arterial versus intravenous heparin on radial artery occlusion after transradial catheterization[J]. *Am J Cardiol*, 2009, 104 (8) : 1083-1085. DOI:10. 1016/j. amjcard. 2009. 05. 057.
- [59] Hahalis GN, Leopoloulou M, Tsigkas G, et al. Multicenter randomized evaluation of high versus standard heparin dose on incident radial arterial occlusion after transradial coronary angiography: the SPIRIT of ARTEMIS study[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2018, 11 (22) : 2241-2250. DOI: 10. 1016/j. jcin. 2018. 08. 009.
- [60] Jia DA, Zhou YJ, Shi DM, et al. Incidence and predictors of radial artery spasm during transradial coronary angiography and intervention[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2010, 123 (7) : 843-847.
- [61] Dehghani P, Mohammad A, Bajaj R, et al. Mechanism and predictors of failed transradial approach for percutaneous coronary interventions[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2009, 2 (11) : 1057-1064. DOI:10. 1016/j. jcin. 2009. 07. 014.
- [62] Deftereos S, Giannopoulos G, Raisakis K, et al. Moderate procedural sedation and opioid analgesia during transradial coronary interventions to prevent spasm: a prospective randomized study[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2013, 6 (3) : 267-273. DOI:10. 1016/j. jcin. 2012. 11. 005.
- [63] Kwok CS, Rashid M, Fraser D, et al. Intra-arterial vasodilators to prevent radial artery spasm: a systematic review and pooled analysis of clinical studies [J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2015, 16 (8) : 484-490. DOI: 10. 1016/j. carrev. 2015. 08. 008.
- [64] Tizón-Marcos H, Barbeau GR. Incidence of compartment syndrome of the arm in a large series of transradial approach for coronary procedures [J]. *J Interv Cardiol*, 2008, 21 (5) : 380-384. DOI: 10. 1111/j. 1540-8183. 2008. 00361. x.
- [65] Araki T, Itaya H, Yamamoto M. Acute compartment syndrome of the forearm that occurred after transradial intervention and was not caused by bleeding or hematoma formation[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2010, 75 (3) : 362-365. DOI:10. 1002/ccd. 22282.
- [66] Cauley R, Wu WW, Doval A, et al. Identifying complications and optimizing consultations following transradial arterial access for cardiac procedures [J]. *Ann Vasc Surg*, 2019, 56:87-96. DOI:10. 1016/j. avsg. 2018. 07. 064.
- [67] Ayyaz Ul Haq M, Rashid M, Gilchrist IC, et al. Incidence and clinical course of limb dysfunction post cardiac catheterization—a systematic review [J]. *Circ J*, 2018, 82 (11) : 2736-2744. DOI: 10. 1253/circj. CJ-18-0389.
- [68] Saririan M, Pyne CT. Sterile granuloma formation following radial artery catheterization: too many cooks? [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2010, 76 (6) : 907-908; author reply 909-910. DOI:10. 1002/ccd. 22357.
- [69] Amato JJ, Solod E, Cleveland RJ. A “second” radial artery for monitoring the perioperative pediatric cardiac patient[J]. *J Pediatr Surg*, 1977, 12 (5) : 715-717. DOI: 10. 1016/0022-3468(77)90399-2.
- [70] Pyles ST, Scher KS, Vega ET, et al. Cannulation of the dorsal radial artery: a new technique[J]. *Anesth Analg*, 1982, 61 (10) : 876-878.
- [71] Babunashvili A, Dundua D. Recanalization and reuse of early occluded radial artery within 6 days after previous transradial diagnostic procedure [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2011, 77 (4) : 530-536. DOI:10. 1002/ccd. 22846.
- [72] Sgueglia GA, Santoliquido A, Gaspardone A, et al. First results of the distal radial access doppler study [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2021, 14 (6) : 1281-1283. DOI: 10. 1016/j. jcmg. 2020. 11. 023.
- [73] 郭丹, 高跃, 柳暗明, 等. 经远端桡动脉路径行全脑血管造影及神经介入治疗: 系统评价和 Meta 分析[J]. *国际脑血管病杂志*, 2022, 30 (3) : 194-200. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1673-4165. 2022. 03. 007.
- [74] Mueller RL, Sanborn TA. The history of interventional cardiology: cardiac catheterization, angioplasty, and related interventions[J]. *Am Heart J*, 1995, 129 (1) : 146-172. DOI:10. 1016/0002-8703(95)90055-1.
- [75] Reznik ME, Espinosa-Morales AD, Jumaa MA, et al. Endovascular thrombectomy in the setting of aortic dissection [J]. *J Neurointerv Surg*, 2017, 9 (1) : 17-20. DOI:10. 1136/neurintsurg-2016-012397.
- [76] Shibata T, Oomura M, Nishikawa Y, et al. Direct brachial approach for acute basilar artery occlusion: technical note and preliminary clinical experience [J]. *Neurointervention*, 2020, 15 (1) : 31-36. DOI:10. 5469/neuroint. 2019. 00290.
- [77] Lu CJ, Lin YH, Chu HJ, et al. Safety and efficacy of the transbrachial approach for endovascular thrombectomy in patients with acute large vessel occlusion stroke[J]. *J Formos*

- Med Assoc, 2021, 120(1 Pt 3): 705-712. DOI: 10. 1016/ j. jfma. 2020. 08. 002.
- [78] Parviz Y, Rowe R, Vijayan S, et al. Percutaneous brachial artery access for coronary artery procedures: feasible and safe in the current era[J]. Cardiovasc Revasc Med, 2015, 16(8): 447-449. DOI: 10. 1016/ j. carrev. 2015. 08. 004.
- [79] Petrov I, Stankov Z, Tasheva I, et al. Safety and efficacy of transbrachial access for endovascular procedures: a single-center retrospective analysis [J]. Cardiovasc Revasc Med, 2020, 21(10): 1269-1273. DOI: 10. 1016/ j. carrev. 2020. 02. 023.
- [80] Stavroulakis K, Usai MV, Torsello G, et al. Efficacy and safety of transbrachial access for iliac endovascular interventions[J]. J Endovasc Ther, 2016, 23(3): 454-460. DOI: 10. 1177/1526602816640522.
- [81] 吴丹明, 周玉斌, 张立魁. 经皮肱动脉穿刺技巧及其并发症的防治探讨[J]. 中国血管外科杂志(电子版), 2010, 2(2): 79-82. DOI: 10. 3969/ j. issn. 1674-7429. 2010. 02. 005.
- [82] Kennedy AM, Grocott M, Schwartz MS, et al. Median nerve injury: an underrecognised complication of brachial artery cardiac catheterisation? [J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 1997, 63(4): 542-546. DOI: 10. 1136/ jnnp. 63. 4. 542.
- [83] 佟铸, 谷涌泉, 郭连瑞, 等. 肱动脉入路在腔内治疗中的应用及穿刺并发症分析[J]. 2012, 12(6): 547-549. DOI: 10. 3969/ j. issn. 1009-6604. 2012. 06. 022.
- [84] Pillai AK, Bashir M, Ferral H, et al. Median nerve injury as a result of medial brachial fascial compartment syndrome[J]. J Vasc Interv Radiol, 2007, 18(11): 1434-1435. DOI: 10. 1016/ j. jvir. 2007. 07. 028.
- [85] 周睿, 冯毅. 肱动脉途径在经皮冠状动脉介入治疗中的应用[J]. 东南大学学报(医学版), 2013, 32(5): 640-643. DOI: 10. 3969/ j. issn. 1671-6264. 2013. 05. 026.
- [86] Wang A, Silberzweig JE. Brachial artery pseudoaneurysms caused by inadvertent hemodialysis access needle punctures[J]. Am J Kidney Dis, 2009, 53(2): 351-354. DOI: 10. 1053/ j. ajkd. 2008. 08. 008.
- [87] Alvarez-Tostado JA, Moise MA, Bena JF, et al. The brachial artery: a critical access for endovascular procedures[J]. J Vasc Surg, 2009, 49(2): 378-385. DOI: 10. 1016/ j. jvs. 2008. 09. 017.
- [88] Leeds NE, Kieffer SA. Evolution of diagnostic neuroradiology from 1904 to 1999 [J]. Radiology, 2000, 217(2): 309-318. DOI: 10. 1148/ radiology. 217. 2. r00nv45309.
- [89] Blanc R, Pötin M, Mounayer C, et al. Direct cervical arterial access for intracranial endovascular treatment [J]. Neuroradiology, 2006, 48(12): 925-929. DOI: 10. 1007/ s00234-006-0157-1.
- [90] Palombo G, Stella N, Faraglia V, et al. Cervical access for filter-protected carotid artery stenting: a useful tool to reduce cerebral embolisation[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2010, 39(3): 252-257. DOI: 10. 1016/ j. ejvs. 2009. 11. 011.
- [91] Mokin M, Snyder KV, Levy EI, et al. Direct carotid artery puncture access for endovascular treatment of acute ischemic stroke: technical aspects, advantages, and limitations [J]. J Neurointerv Surg, 2015, 7(2): 108-113. DOI: 10. 1136/ neurintsurg-2013-011007.
- [92] Benichi S, Consoli A, Coskun O, et al. Thrombectomy by direct cervical access in a case of common carotid occlusion with collateral supply to the internal carotid artery: an uncommon anatomical variant [J]. World Neurosurg, 2019, 124: 84-86. DOI: 10. 1016/ j. wneu. 2018. 12. 133.
- [93] Gross BA, Orbach DB. Addressing challenges in 4 F and 5 F arterial access for neurointerventional procedures in infants and young children[J]. J Neurointerv Surg, 2014, 6(4): 308-313. DOI: 10. 1136/ neurintsurg-2012-010610.
- [94] Burrows PF, Robertson RL, Barnes PD. Angiography and the evaluation of cerebrovascular disease in childhood[J]. Neuroimaging Clin N Am, 1996, 6(3): 561-588.
- [95] Alexander J, Yohannan T, Abuteneh I, et al. Ultrasound-guided femoral arterial access in pediatric cardiac catheterizations: a prospective evaluation of the prevalence, risk factors, and mechanism for acute loss of arterial pulse [J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2016, 88(7): 1098-1107. DOI: 10. 1002/ ccd. 26702.
- [96] Kim SH, Choi YH, Cheon JE, et al. Transient flow response after femoral artery catheterization for diagnostic neuroangiography in infants and children: Doppler US assessment of the ipsilateral femoral artery [J]. Pediatr Radiol, 2015, 45(1): 86-93. DOI: 10. 1007/ s00247-014-3071-4.
- [97] Glatz AC, Shah SS, McCarthy AL, et al. Prevalence of and risk factors for acute occlusive arterial injury following pediatric cardiac catheterization: a large single-center cohort study [J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2013, 82(3): 454-462. DOI: 10. 1002/ ccd. 24737.
- [98] Starke RM, Snelling B, Al-Mufti, 等. 经动脉和静脉入路行神经介入手术: 美国神经介入外科学会(SNIS)标准与指南委员会共识—美国神经介入外科学会发布[J]. 中华介入放射学电子杂志, 2020, 8(2): 97-107. DOI: 10. 3877/ cma. j. issn. 2095-5782. 2020. 02. 001.

(收稿日期: 2023-03-27)

(本文编辑: 肖倩倩)