

超声引导下血管穿刺置管指南：美国超声心动图学会及心血管麻醉医师学会的建议

中文版翻译: 郑敏娟 第四军医大学西京医院超声科

中文版审核: 眭子健 美国加州沙克拉曼托市萨特医学中心

关键词: 解剖, 动脉, 置管, 股骨, 指南, 颈内静脉, 儿科, 外周, 锁骨下动脉, 超声, 血管, 静脉

目录:

- 缩略词 1292
- 1. 简介 1291
- 2. 方法和文献回顾 1292
- 3. 超声引导下血管穿刺置管 1292
- 4. 超声引导下穿刺置管原则 1292
- 5. 实时动态与静态成像 1294
- 6. 血管识别 1297
- 7. 颈内静脉置管 1297
 - 7.1. 解剖注意事项 1297
 - 7.2. 置管技术 1298
 - 7.3. 并发症 1298
 - 7.4. 颈内静脉置管的建议 1300
- 8. 锁骨下静脉置管 1300
 - 8.1. 解剖注意事项 1300
 - 8.2. 置管技术 1300
 - 8.3. 并发症 1301
 - 8.4. 锁骨下静脉置管的建议 1302
- 9. 股静脉置管 1302
 - 9.1. 解剖注意事项 1302
 - 9.2. 置管技术 1302
 - 9.3. 并发症 1303
 - 9.4. 股静脉置管的建议 1303
- 10. 小儿超声引导下置管指南 1303
 - 10.1. 儿科患者置管技巧 1304
 - 10.1.1. 颈内静脉 1304
 - 10.1.2. 股血管 1304
 - 10.2. 关于儿童患者的建议 1305
- 11. 超声引导下动脉插管 1305
 - 11.1. 插管技术 1306
 - 11.2. 超声引导下动脉插管与盲穿比较 1307
 - 11.3. 建立动脉血管通路的建议 1307
- 12. 超声引导下外周静脉置管 1307

12.1.建立外周静脉通路的建议 1308

13.血管的选择 1308

14.确定血管通路 1308

14.1.确定血管通路的建议 1308

15.培训 1308

16.总结 1309

通告与免责声明 1309

参考文献 1309

附录 A1312

附录 B1313

作者单位来自匹兹堡，宾夕法尼亚，西宾夕法尼亚阿勒格尼卫生系统麻醉科（C.A.T）；新罕布什尔州，黎巴嫩，达特茅斯 - 希契科克医疗中心麻醉科（G.S.H）；美国佐治亚州，亚特兰大，埃默里大学麻醉科（K.E.G）；纽约，威尔 - 康奈尔大学医学院麻醉科（N.J.S.）；马萨诸塞州波士顿，波士顿大学医学院医学系麻醉科（R.T.E.）；波士顿，马萨诸塞州马萨诸塞州总医院的心胸外科（J.D.W）；南卡罗莱纳州查尔斯顿，南卡罗来纳大学医学院麻醉科（S.T.R.）；

作者的研究与文件无任何实际或潜在的利益冲突。

美国超声心动图学会的术中超声心动图理事会及血管超声理事会成员列在附录 A。

ASE 会员注意：

通过登陆 www.aseuniversity.org 参与本文相关的在线活动可领取免费的继续医学教育学分，完成后即可获得证书，非 ASE 会员需要加入 ASE 方可获此权益。

简称索引：

ASE=美国超声心动图学会

CA=颈动脉

CI=置信区间

FV=股静脉

IJ=颈内静脉

LAX=长轴

PICC=经皮中心静脉置管

SAX=短轴

SC=锁骨下

3D=三维

2D=二维

1.简介：

卫生保健研究与质量管控机构在 2001 年度的报告《让治疗更安全：一份重要的操作安全性分析》中提出 11 条促进病人安全的建议，其中一条是建议中心静脉导管置管时使用超声引导^{1,2}。本文章的目的是提供全面的超声血管置管指南，以过去多项应用研究为基础科学依据（表格 1），主要包括怎样在超声引导下建立中心静脉通路：包括颈内静脉（IJ）、锁骨下静脉（SC）和股静脉（FV），并专门对儿童应用的特殊性作了说明，还包括超声引导在动脉插管及建立外周静脉通路中的应用。本指南可用于培训及模拟操作。

2.方法和文献回顾

编写委员会通过 pubmed 和 MEDLINE 搜索医学主题词术语“超声检查”，“中心静脉置

管的副作用及方法”，“周围静脉置管”，“颈内静脉”，“锁骨下静脉”，“股静脉”，“动脉”“成人”，“小儿科”“随机对照试验”和“荟萃分析”对超声引导下血管置管进行医疗和科学文献的全面搜索，从1990年至2011年发表的与超声引导下血管置管有关的科学期刊当中进行筛选，委员会对科学研究证据的强度（即风险/收益比）进行了审议和分类，列为支持性证据（A类），提示性证据（B类），模棱两可的证据（C类），或证据不足（类别D），并对每个类别证据的重要性进行分级（表1）。对于应用超声的建议是基于支持性证据（A类）中的第1等级科学证据提出的（多个随机对照试验与荟萃分析得出的共同结果），本文献是由美国超声心动图学会（ASE）和心血管麻醉医师学会提名的10位审稿者审阅后经上述组织管理机构批准发布的。

3. 超声引导下血管穿刺置管

超声被用来指导临床操作始于20世纪70年代初期，到目前已用于多种临床适应证。随着仪器小型化和计算机技术的进步，便携式超声设备发展迅速，能够同时对组织和血管进行高分辨率成像。静脉和动脉插管是给药和监测生理指标的重要手段。体表标记穿刺技术是根据体表标志和触诊确定目标血管解剖位置进行盲穿，直到血液流出。确认穿刺是否成功依赖于抽出血液的特征和颜色（当插入静脉时缺乏脉动或血液为暗红色，当插入动脉时搏动明显或血液为鲜红色），液柱或压力传感器可测血管压力，或者通监视器观察血管内压力波形变化。通常鞘管是通过金属导丝或引导针进入血管的，也有一些临床医生在大口径穿刺针进入前，先用较细探针找到血管，再用大口径穿刺针插入（这种技术适用于缺乏超声监测时，因为细针对周围组织结构造成意外伤害机会小），之后将具有较大孔径的16G或18G导管导入血管内，送入导丝，更大号的导管随之进入血管建立通路。这种通过导丝将导管引入靶血管内的方法被称为塞尔丁格技术³。

该技术是在影像设备引导下采用，即使经过充分的医学培训和操作练习，仍可能出现并发症。根据不同部位和不同患者群体的临床研究，体表标记技术在不同的穿刺部位及不同患者群体中的成功率达60%至95%。一项2003年的研究估计仅美国一年就有>500万例的中心静脉置管（颈内、锁骨下和股静脉），其中机械性损伤发生率为5%至19%⁴。这些并发症多发的原因包括操作者经验不足，患者解剖结构不理想（肥胖、恶病质、血管扭曲、血栓、先天性发育异常如永存左上腔静脉），操作条件受限（机械通气或紧急情况），存在合并症（凝血功能障碍、肺气肿）。中心静脉置管机械性损伤并发症包括动脉损伤、血肿、血胸、气胸、动静脉瘘、静脉空气栓塞、神经损伤、胸导管损伤（仅出现在左侧）、腔内夹层和主动脉的穿刺损伤。最常见的颈内静脉插管的并发症是动脉损伤和血肿。锁骨下静脉置管最常见的并发症是气胸⁴。当同一个操作者对血管置管尝试操作超过三次以上时，其机械性损伤并发症的发生率增加六倍⁴。在血管置管术前或术中使用超声将大大提高一次性成功率，减少并发症。美国的许多专科和政府卫生部门如NIH和Clinical Excellence等健康研究机构⁵均推荐临床在血管置管时使用超声引导²。

4. 超声引导下置管原则

超声血管结构成像和周围组织解剖结构成像模式包括二维（2D）超声，多普勒彩色血流和频谱多普勒技术。操作者必须懂得探头方向和图像显示，对超声的物理及图像和伪像产成的机制和原理有一定了解，并能分辨感兴趣血管管腔的二维图像和周围结构。该技术还需要必要的手眼协调能力来根据图像调节探头以显示血管的穿刺针。使用彩色多普勒技术以确认血管内血流的存在和血液流动的方向需要对彩色多普勒技术的机理和局限性有所了解。这种技能必须能在2D图像引导下灵巧的将导管放置进入目标血管的实际三维

结构中。二维图像无论是短轴（SAX）或长轴（LAX）显示靶血管，在指导穿刺针以正确的角度和深度进入血管各有其优势和劣势。三维超声与二维成像相比，可以在有限的空间内同时提供短轴和长轴及立体的实时图像且不受探头位置的限制，可在颈部显示三个交互平面的解剖结构⁶。对血管解剖区域的详细了解，对于获得成功的血管插管并避免插管失败所带来的并发症同样至关重要。

表 1 科学证据支持分类

支持性证据（A 类）

临床结果在随机对照试验中存在统计学显著性差异（ $P < 0.01$ ）。

等级 1：研究中包含多个随机对照试验并且汇总调查由荟萃分析得出同样结果。

等级 2：研究中包含多个随机对照试验，但荟萃分析研究的数量不足以支持这些准则。

等级 3：研究中包含一个单一的随机对照试验。

提示性证据（B 类）

观察性研究资料能够允许对临床干预和临床结果进行利弊的推断。

等级 1：研究中观察两个或两个以上的临床干预比较（例如，队列和病例对照研究设计）或条件，并且提示不同临床干预中存在统计学显著差异。

等级 2：研究中包含有关联（比如，相对风险，相关性）或描述性统计而非比较观察研究。

等级 3：研究为病例报告。

C 类：模棱两可的证据（C 类）

研究中不能确定是否有临床干预和临床结果之间的有益或有害的关系。

等级 1：荟萃分析未发现群体或条件中存在显著差异。

等级 2：进行荟萃分析的研究所数量不足，以及（1）随机对照试验没有发现显著组间差异，或（2）随机对照试验中差异性报告不一致。

等级 3：观察性研究报告推断结果不一致或不确定的有益或有害的关系。

D 类：证据不足

对下列条件缺乏科学证据的研究：

1. 没有确定的研究证明干预措施和结果之间的因果关系。

2. 现有的研究不能被用来评估临床干预和临床结果之间的关系。研究的内容不符合指南对核心问题的定义或对结果没有明确的解释，对方法学的问题不能用来清楚解释原因。（例如，研究设计或实施不合理）。

来源：美国麻醉医师协会和心血管麻醉医师学会经食道心动图学组，围手术期经食道超声心动图指南，《美国麻醉医师协会和心血管麻醉医师学会经食道心动图学组更新报告》，麻醉学，2010,112: 1084-96。

引导血管置管通路的超声探头大小和形状各异。小型的探头更适合儿童患者。高频率的探头（ $\geq 7\text{MHz}$ ）优于较低频率探头（ $< 5\text{MHz}$ ），因为浅表结构接近皮肤表面，高频探头能提供更好的分辨率。频率高的探头通常不具备较好的穿透力，但这并不妨碍用于引导血管穿刺，因为置管位置通常是在在距离体表 8 至 10 厘米以内。

理解探头方向放置对图像显示很重要。ASE 规定经胸心动图操作中探头标示应朝向患者的左侧或头侧，超声图像中显示标示的一侧为患者的右侧⁷。在此种设置下，超声操作者最好在患者左侧，面向患者右肩。相比之下，在超声引导下血管穿刺操作者的位置因目标血管位置而变化。例如，在对颈内静脉插管过程中，术者通常在患者的头侧上方，屏幕左侧显示病人的左侧结构（图 1）。与此相反，在对股静脉插管时，术者通常位于患

者下方并朝向头侧，从而使屏幕的左侧显示患者的右侧结构。（“见第 9 节，股静脉插管”）。对于锁骨下静脉插管，一般屏幕左侧和右侧根据病人的偏侧性分别显示患者头侧和足侧结构。经胸心动图和食道超声图像的分别从心外膜方向可以辨认。在超声引导下血管插管，探头和切面需要交互显示来选择最佳入路。因此，屏幕左、右结构显示并非完全不变，而是随部位和进针方向改变。所有血管通路建立的共同点是操作者探头方向的放置，使得左侧结构显示在屏幕左侧。虽然探头通常有侧面标记，但为确定图像的方向，操作者必须确定屏幕的哪侧对应于探头上的标记方向。这些标记可能是模糊的，建议将探头朝一个方向移动同时观察屏幕，或向探头一侧的体表轻微施压以显示方向使其与探头左右侧对准，来方便图像的显示。

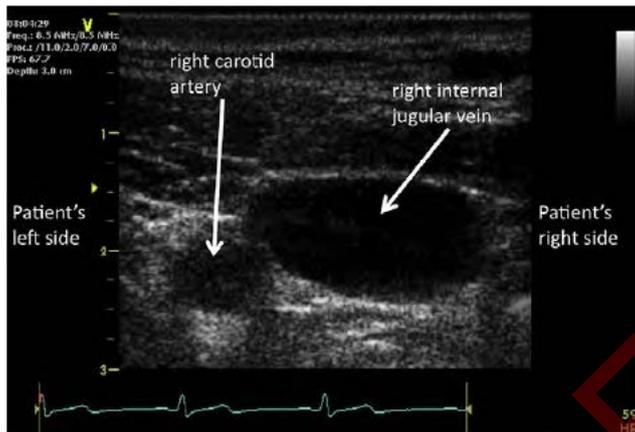


图 1：右颈部中央静脉插管。超声探头的放置应使屏幕的每一侧显示同侧结构。探头标记出现在图像左上角时，显示的图像结构将与探头同向移动。

选择探头应考虑应用范围、操作者经验、是否便于使用和病人的特点（例如，体形较小的患者选择更小的探头）。有些探头可以使用穿刺针，能引导穿刺针进入成像平面和深度并显示于屏幕（图 2）。并非所有探头都具有穿刺针引导功能，但对尚未熟练的初学者来说，探头引导穿刺针十分重要，可协助他们在 2D 图像下完成立体的实际操作。一项评估研究发现，在对颈内静脉插管使用和不使用穿刺针引导探头情况大不相同。使用穿刺针引导显著增强插管一次成功率（68.9%-80.9%， $P=0.0054$ ）和二次插管成功率（80.0%-93.1%， $P=0.0001$ ）⁸。无论操作者技术如何，累计七次插管成功率为 100%，超声引导穿刺针特别能提高初学者的首次穿刺成功率（65.6%-79.8%， $P=0.0144$ ），而穿刺动脉平均提高 4.2%（ $P>0.05$ ），无论操作技术和操作者经验如何。穿刺针引导探头的局限性是：穿刺针走向是限制在短轴图像的垂直切面。尽管针路径在长轴方向应该减少偏移，但有时倾斜成角穿刺可能有利于靶血管置管。此外，使用专用的超声引导针穿刺血管会加大成本。根据不同的制造商增加的花费最少几美元，多则 1 百美元。另外一些研究提示，尽管超声引导提高了初学者的穿刺成功率，但对误穿动脉并没有提供额外的防护⁸。然而有些体外模拟研究驳斥了这些在体研究结果⁹。

超声引导下静脉插管误穿动脉的原因通常是穿刺针平面与图像平面产生错位，有时也因为针穿透静脉刺入后方伴行动脉引起。前者是由于穿刺针的定位不当，后者则因为对穿刺针的深度缺乏掌控。进针深度控制十分重要，因为对更深部血管进针时周围解剖结构可能会发生变化。理想的探头操作不仅引导穿刺针向探头中轴移行，还会指引针体在探头下方形成适当角度（图 2）。这样可弥补使用二维图像指导三维实际操作的限制性。有经验的操作者如对这些准则有很好的理解并有灵敏的操作技巧，可能反而会因繁琐而选择“徒手”操作。虽然临床穿刺血管常规性使用穿刺针引导探头还需要进一步研究证实，但的确

可以提高初学者第一次穿刺的成功率。

血管结构可以在短轴、长轴或斜方向成像（图 3A, 3B 和 3C）。短轴切面可以更好的观察周围结构与针的相对位置。在解剖上通常有动脉与中央静脉伴行，对两者的鉴别至关重要，应避免对动脉的意外穿刺伤。此外，当短轴成像清晰时，它更容易避开周围结构，引导穿刺针朝向所述目标血管。长轴切面的优点是可完整观察穿刺入路和进针深度，因为进针过程中大部分针体和针尖会显示在超声图像平面内，从而避免穿刺针透过靶血管。一项急诊住院医师参与的前瞻性随机研究比较了超声初学者在超声长轴和短轴成像引导下进行血管插管¹⁰。两者相比，短轴成像指导插管成功时间更快，且初学者对短轴成像更容易理解。操作者探头和穿刺针配合的手眼协调程度是影响针和靶血管显示的最重要因素。短轴切面便于同时显示针体和邻近结构，但该切面不能显示整个穿刺进针路径或进针深度。虽然对新手而言超声引导在短轴切面更容易使用，但更推荐在长轴切面使用超声引导，因为长轴容易显示完整进针入路和进针深度，进针时也更容易发现针道周围的解剖变异。选择斜轴可以在同一切面上兼顾针体针尖的显示和周围结构的安全性，故斜轴切面结合了短轴和长轴的各自优势。

5.实时动态与静态成像

无菌技术（包括消毒凝胶和无菌探头套）下，实时动态超声引导血管介入是最有效率的（尤其在进针时）。该技术可实时显示穿刺针和接近目标血管过程，观察进针到适当深度并避免损伤周围结构。静态超声图像可确定进针点到皮肤距离，并免除了探头无菌隔离、无菌超声凝胶的使用。如果仅使用静态超声图像做体表标记而非引导插管，那么超声只能起到血管定位作用而不是引导穿刺。无论动态还是静态超声引导血管介入，都要优于传统的体表标记定位法，虽然动态图像引导优于静态图像引导，并发症几率两者相当¹²。

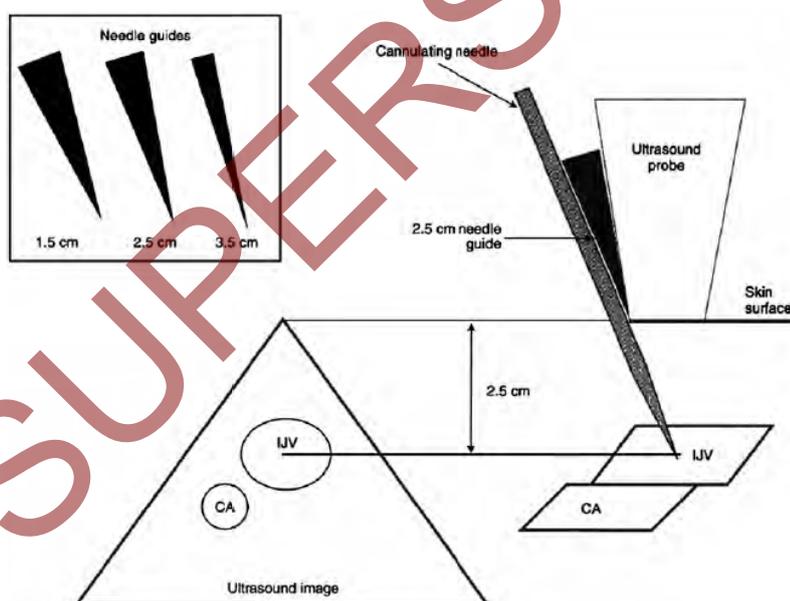


图 2 各种穿刺引导装置，以合适的角度和深度将穿刺针引导至探头（图像）的中心。IJV：颈内静脉。摘自 Troianos CA 《术中监测：心脏患者的麻醉》，纽约，莫斯比，2002。

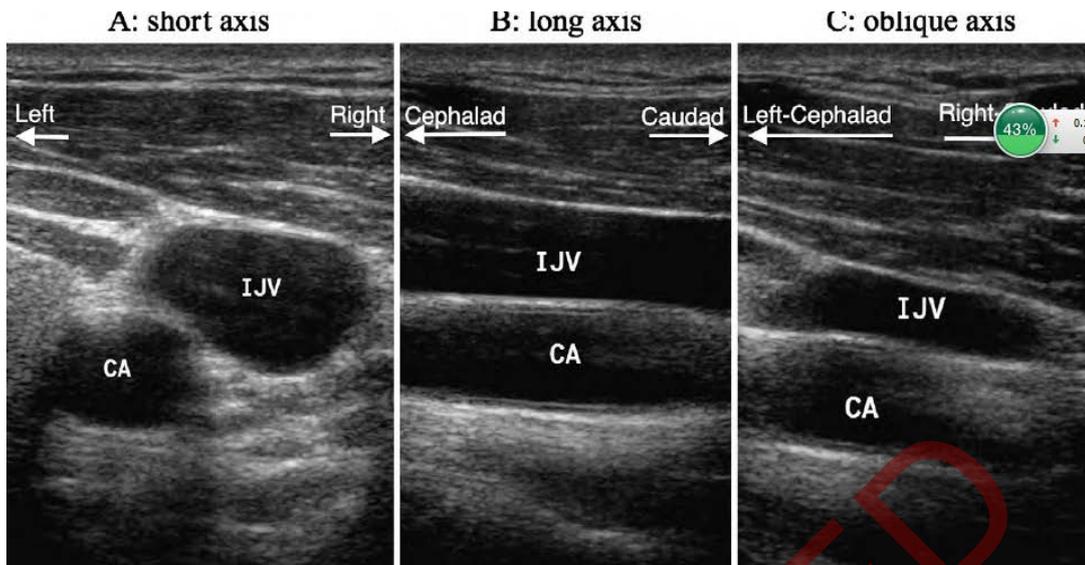


图3 从右颈肩部显示的右颈内静脉和颈动脉二维图像。(A)短轴，(B)长轴，(C)斜轴，短轴切面图像右侧为患者右侧，长轴切面图像左侧为头侧右侧为足侧，将探头逆时针方向转30—40度得到斜切面，此时图像左侧为患者左上，右侧为患者右下方

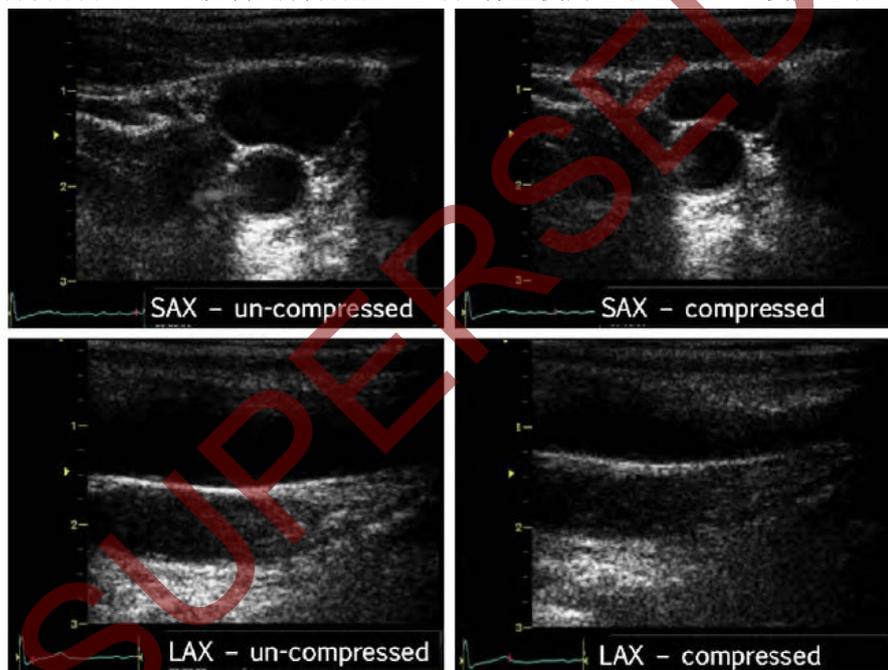


图4 动静脉判断。右颈内静脉（上）和颈动脉（下）的长、短轴交互切面。稍作施压后静脉横断面受压呈卵圆形而动脉仍为圆形

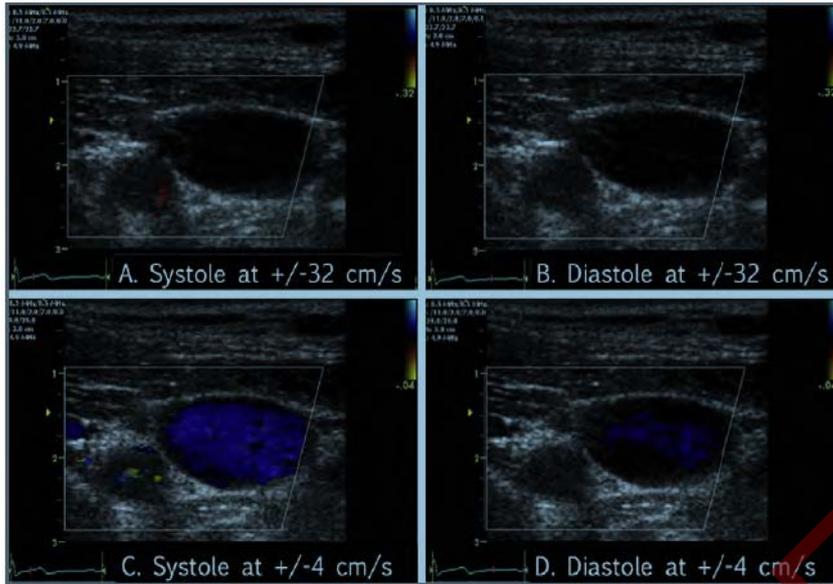


图 5 彩色多普勒协助血管判断。不管标尺如何设定动脉血流只在收缩期显示，在标尺足够低的情况下，静脉血流收缩期和舒张期均可显示。

对婴幼儿患者而言，与超声体表标记下的颈内静脉置管比较，实时超声引导下的静脉穿刺操作更快，所需穿刺次数更少¹³。实时超声组中 100% 的患者在三次操作内完成，而体表标记组中仅 74% 患者能在三次内完成 ($P < .01$)。此研究中，体表标记组有一名患者出现血肿、另一名发生动脉穿刺损伤¹³。

通常只需一名术者即可完成实时超声引导下血管穿刺置管操作。术者用平时主要使用一只手控制进针，另一手控制探头。超声监测看到针体进入血管，随负压注射器内有血液进入即证实穿刺成功。探头置于无菌区，移除注射器，将导丝从套管针中进入。超声在血管腔中看到导丝即可进一步确认穿刺成功。如果置管困难，可由第二术者戴好无菌手套协助第一术者把持探头或输送导丝。

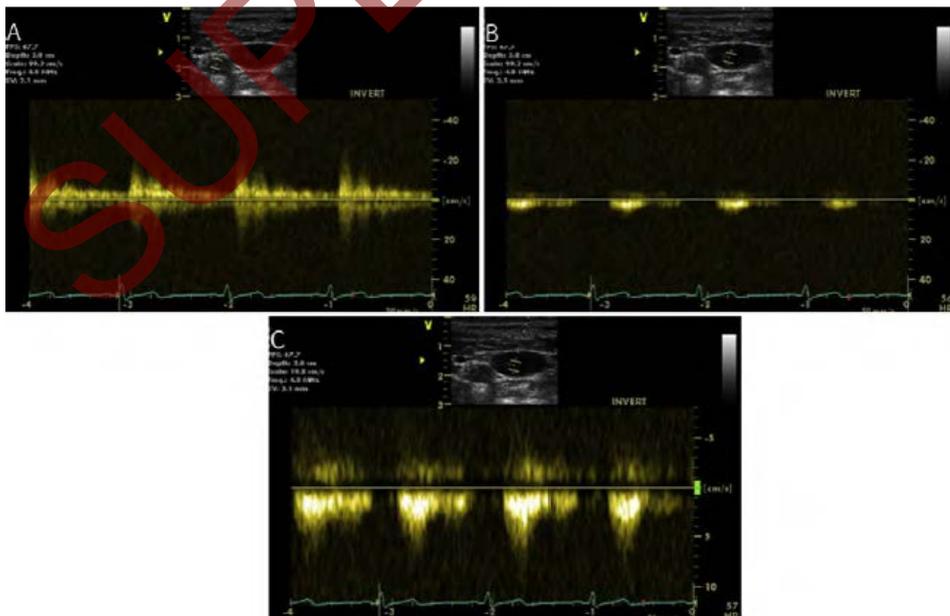


图 6 脉冲多普勒帮助判断血管是动脉(A)还是静脉(B)，图中标尺速度设定为 $\pm 50\text{cm/s}$ 。动脉血流以收缩期为主且速度更高(A)，静脉血流持续整个收缩期与舒张期且速度

较低，适合低速度标尺（ $\pm 9\text{cm/s}$ ）（C）。

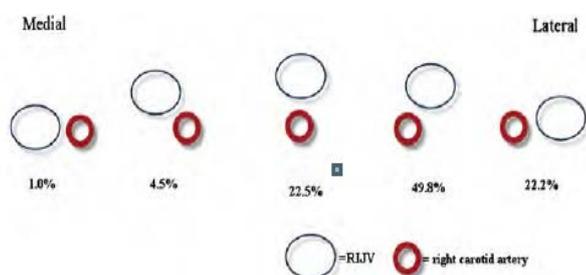


图 7 颈内静脉和颈动脉位置变异，RIJV，右颈内静脉。摘自 J Vasc Interv Radiol²⁴。

6. 血管识别

应用二维超声可通过形态和解剖特点来区分动静脉。例如，颈内静脉断面呈椭圆形，面积更大，比动脉更易受压变形；而颈动脉断面形态更圆，壁更厚，直径更小（图 4）。颈内静脉内径随患者体位和体液容量状态而不同，患者采特伦德伦伯氏卧位（头低脚高位）可充盈颈静脉^{14,15}，并可减少锁骨下静脉置管发生空气栓塞的风险。瓦氏动作可进一步扩张静脉内径¹⁵，对低血容量患者尤其有用。如必要，多普勒技术可进一步协助区分动静脉。彩色多普勒血流在长短轴上均可显示脉冲血流信号。设定低速度标尺适合低速静脉血流。在这种设定下，舒张期和收缩期静脉管腔内都有血流信号充填且彩色均匀一致，而单向性动脉血流的患者（无主动脉反流）动脉血流只在收缩期探及（图 5）。使用脉冲多普勒技术，置于管腔内的取样容积在动脉内将录得特征性的收缩期血流，在静脉内则录得持续收缩期和舒张期两个时相的低速血流。设置较低的脉冲多普勒标尺速度会使这种区别更明显（图 6）。

超声判断动静脉失误是误穿动脉的常见原因。对穿刺部位动静脉相对解剖位置的了解是置管成功的关键因素，这些会在随后章节详细讨论。动静脉的超声图像表现有所不同：静脉壁薄、受压易变形、内径随呼吸变化；动脉壁厚、探头压迫不易变形，心动周期正常时随之搏动。显然，在患者有体外循环、非搏动性心室循环支持、心跳骤停等特殊情况下，不能以搏动来确定是否为动脉。如何确认置管正确将在后续文中介绍。

7. 颈内静脉置管

7.1 解剖注意事项

颈内静脉通常经颅底颈静脉孔，伴行于颈内动脉后方，朝着足底向前外侧走行。但书本上的解剖并非符合所有的成人和儿童。研究显示¹⁶，92%患者的颈内静脉走行于颈总动脉前外侧，1%在超过颈动脉外侧 1cm，2%相对颈动脉居中，还有 5.5%在体表标记指示部位之外。颈内静脉位置变异之大使得依据体表解剖标记“盲穿”的血管入路更加复杂化（图 7）。因此，对那些按照体表解剖标志穿刺有困难的患者来说，通过静态超声图像来进行体表标记的方法是很有益处的。

7.2 置管技术

传统的颈内静脉穿刺是依据体表解剖标志来确定静脉位置，常用的标志是胸锁乳突肌的两个肌腹和锁骨组成的三角区（图 8）。穿刺针置于该三角区顶端，朝向同侧乳头进针，应在皮下 1.0—1.5cm 处抵达颈内静脉。对于富有经验的操作者，根据体表解剖穿刺中心静脉系统是安全的，该穿刺失败率在 7%—19.4%之间，主要是静脉实际位置与体表解剖标志不相符引起的¹⁸。此外，如初次置管操作失败，第二次操作成功率还不到 25%¹⁹。再者，尝试操作次数与并发症发生率明显相关，增加患者焦虑和不适，延长监测时间和

增加药物液体入量。这些对医疗质量非常重要，必须在优选静脉穿刺方法时加以考虑。

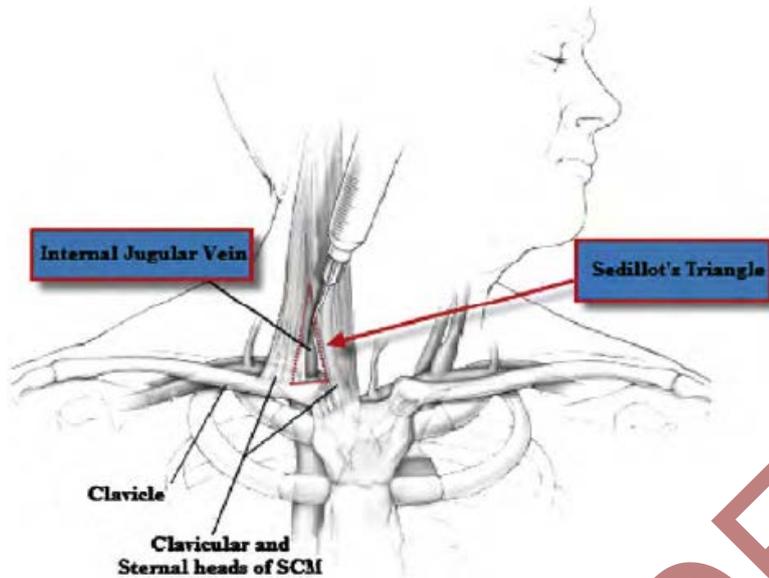


图 8 颈内静脉置管的体表标志。SCM：胸锁乳突肌。摘自 N Engl J Med 并修改⁴

许多研究证实颈内静脉穿刺置管时超声引导明显优于体表解剖标志引导穿刺^{8,12,13,19-22}。Troianos 等认为使用超声可使中央静脉置管的整体成功率从 96% 提高到 100%¹⁹。这个结果似乎并未充分显示出超声引导的优越性，但考虑到提高初次操作成功率（从 54% 提高到 73%）、减少进针次数（平均 2.8 次降至 1.4 次）、减少置管时间（从 117 秒到 61 秒），降低动脉穿刺伤风险（8.43% 降至 1.39%），超声引导就显得很有意义了。

几项超声研究已经阐明颈内静脉与颈动脉的关系，特别是血管位置的重叠²³⁻²⁷。Sulek 等前瞻性的分析研究了头部位置变化对颈动脉与颈内静脉的相对位置的影响²⁵。当头部从中位向对侧偏斜 40°-80°，颈动脉和颈内静脉体表投影的重叠部分会增加。Troianos 等²³发现将患者头部转向对侧时，54% 的患者的动静脉重叠部分超过 75%（图像平面与进针方向一致，图 9）。此外，三分之二的老年患者（≥60 岁）颈部动静脉重叠超过 75%。年龄是与动静脉体表投影重叠唯一相关的人口统计学因素。之所以关注这个问题，是因为重叠部分会增大穿透静脉意外损伤动脉的可能性。用短轴切面超声引导时，仍有可能损伤血管后壁²⁶。通常情况下，当穿刺针抵达静脉前壁时，静脉会受压变形（图 10）。这种压迫效果随着针体进入静脉而消失（血液进入注射器可确认）且静脉恢复原形。颈内静脉低压力时，进针时可能会部分或完全受压¹⁴，导致针穿过静脉前后壁，注射器则不会有血液流入²⁶⁻²⁸。颈部动静脉血管在体表投影的重叠，减少了穿刺的“安全区”，增大了意外损伤动脉的几率。有的作者将“安全区”描述为颈内静脉中点到颈动脉侧缘的距离。这个区域代表了动静脉未重叠的部分。当患者头部由 0° 向对侧转 45° 到 90°，安全区会减小，血管重叠率由原来的 29% 分别增至 42% 和 72%²⁹。头部转动引起的血管重叠增加在体表面积大（>1.87 m²）、体重指数高（>25kg/m²）的患者中最为明显²⁷。超声可以指导改变进针角度，使针远离动脉避免误伤（图 11）³⁰。颈内静脉和周围组织的解剖变异发生率在患者中最高达到 36%³¹。超声可明确静脉血管内径、位置、解剖变异、血流是否通畅，对静脉缺如、血栓、永存左上腔等解剖异常避免无意义的操作。Denys 等²⁰观察到 3% 患者颈内静脉发育细小，超声测量内径 <7mm（截面积 <0.4cm²）时置管成功率低^{32,33}。这时应使用其他穿刺入路，以减少置管时间和患者不适²⁴。超声可

预先评估左右颈内静脉的不一致性、通畅性（右颈内静脉通常比左侧粗大）³³⁻³⁶。指导性扩张颈静脉（瓦氏动作和垂头仰卧位）能增加置管成功率（图 12）^{14,15,34}。

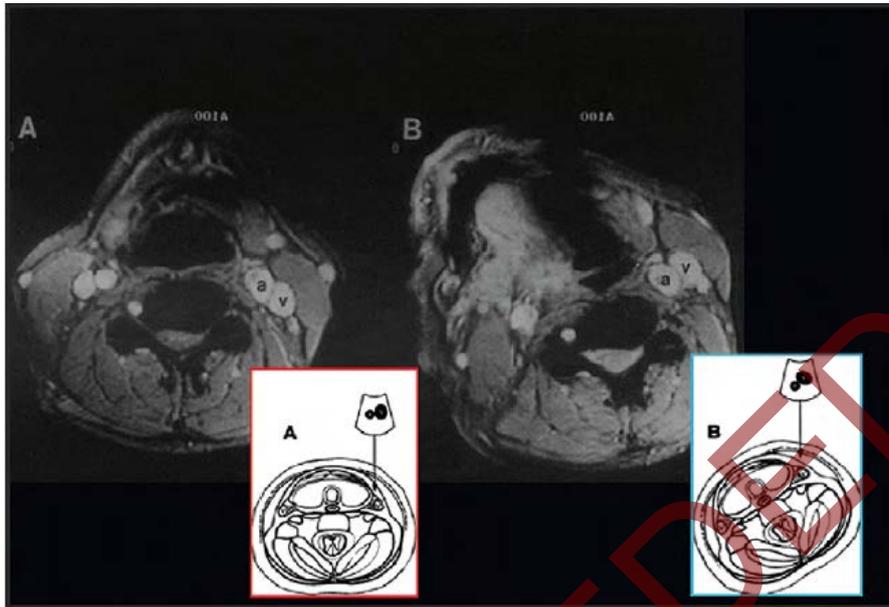


图 9 颈部核磁共振成像。向对侧转动颈部增加颈内静脉（v）与颈动脉（a）的重叠部分。摘自 Anesthesiology。

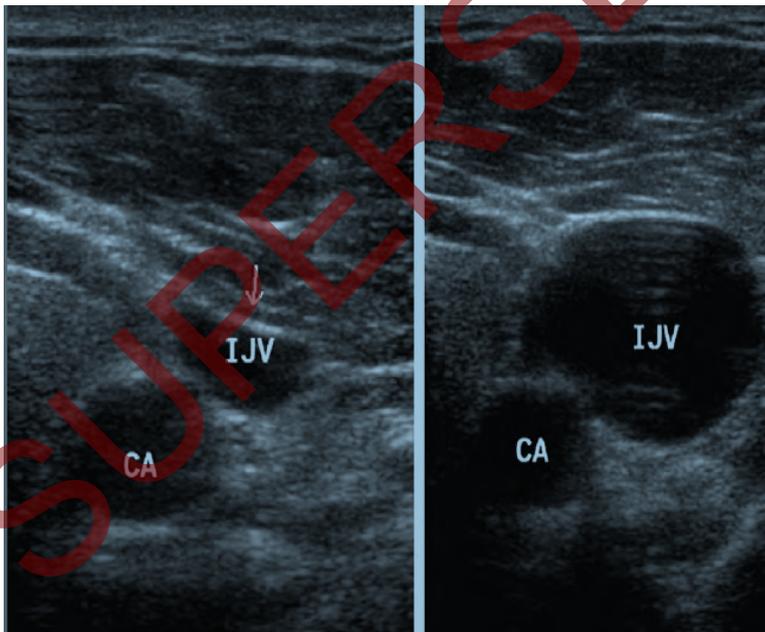


图 10 穿刺针抵达时颈内静脉前壁凹陷（左）。当针刺入静脉壁后静脉恢复正常形状（右）。

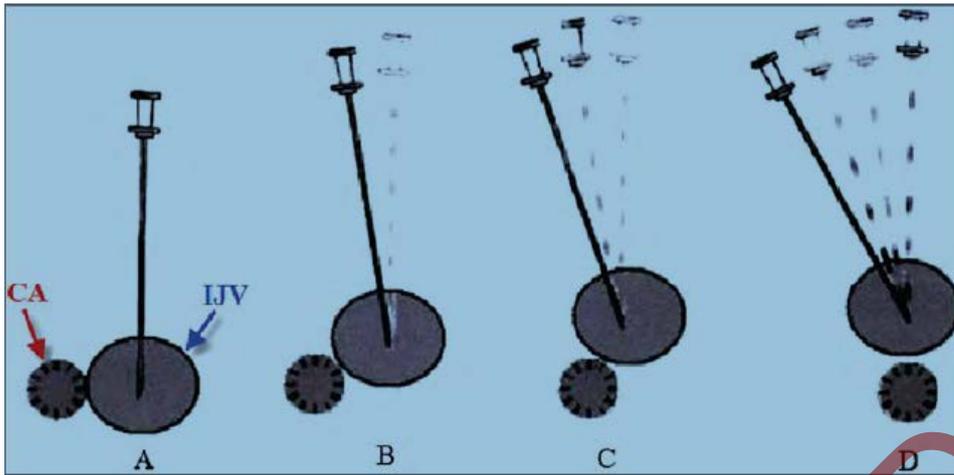


图 11 超声引导下，穿刺静脉过程中可变换穿刺针方向以避免损伤静脉。摘自 Cardiovasc Intervent Radiol³⁰。

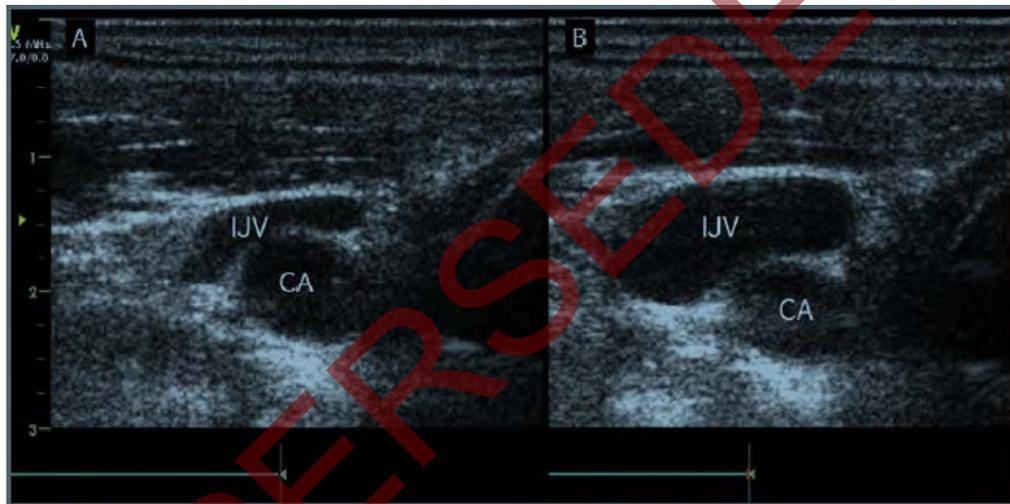


图 12 与呼吸暂停时 (A) 比较，瓦氏动作可增大颈内静脉内径 (B)

7.3 并发症

影响中央静脉穿刺置管成功率、风险、并发症的主要因素有：患者条件、合并症和穿刺部位。体表标志引导误伤动脉的几率分别为 6.3%—9.4%（颈内静脉）、3.1%—4.9%（锁骨下静脉）、9.0%—15%（股静脉）^{4、19、34}，Ruesch 等³⁷报道颈内静脉穿刺误伤动脉的几率高于锁骨下静脉穿刺。肥胖患者颈部短而厚，体表标志不清晰，尤其适合使用超声引导³⁸，可避免误伤动脉、血肿、气胸³⁹。在进针点靠近锁骨时超声引导可识别并避免损伤胸膜，降低血气胸发生风险。高风险因素包括凝血功能障碍⁴⁰、患者不配合或无意识、低血容量重症患者^{21,34}、已有多处穿刺置管等。Oguzkurt 等⁴¹回顾了放射科介入医师对 171 例高风险患者进行的 220 次超声引导颈内静脉临时性血透置管操作(27.7% 出血倾向、10% 不配合、2% 肥胖、37% 已有其他置管、21.3% 无法离开病房只能在床边进行)，其操作成功率达 100%，171 例中只有 7 例出现并发症。颈动脉误伤发生率为 1.8%，导管周围渗漏、小血肿形成、无气胸的胸膜刺伤的发生率分别为 1.4%、0.4% 和 0.4%。

综上所述，在中央静脉置管时用超声图像监测血管和周围结构有助于识别静脉、提高一次性成功率并减低周围动脉的损伤几率。

7.4 颈内静脉置管的建议

建议经培训的临床工作者在颈内静脉穿刺置管时尽量使用实时超声引导，可提高置管成功率，减少大口径导管穿刺引起的并发症。该建议根据 A 类第一等级证据提出。

写作委员会认为静态超声（非实时）在帮助确认血管解剖、在体表确定理想的进针穿刺点、发现血栓方面优于传统的体表标志引导技术。

8. 锁骨下静脉置管

8.1 解剖注意事项

锁骨下静脉使用的解剖定位标志是锁骨中点，即锁骨侧缘的中间位置的可触及突起结节。最常用方法是取锁骨中点内侧（或锁骨中点与内 1/3 之间）锁骨下缘 1cm，三角肌胸大肌间沟进针。进针向侧方倾斜的程度根据病史和解剖而定。

8.2. 置管技术

锁骨下静脉是临床公认的、依解剖标志进行中心静脉置管操作中最易实施的血管。美国每年的锁骨下静脉置管达数百万例。除了医生经验不足，其他并发症和失败的危险因素尚不明确。采用锁骨下静脉作为中心静脉置管路径的主要优点在于体表解剖标志和静脉位置比较恒定，患者痛苦小，感染机会少⁴²。与颈内静脉置管相比（该操作如误伤颈动脉可影响脑血供），误伤锁骨下动脉的后遗症轻微。当患者方面不存在导致并发症因素时，医师经验和操作舒适程度是影响锁骨下静脉置管成功率的主要原因。

锁骨下静脉置管可以从锁骨上方或者下方进入。经锁骨下是最常见的途径，也是本节将讨论的重点。锁骨上置管（无超声引导）因为气胸的高发生率已经在很大程度上被弃用了。随着在超声引导下上肢神经阻滞开展，临床医生具有了超声识别锁骨上神经与血管的经验，对锁骨上途径经超声引导进行锁骨下静脉插管也越来越熟悉。这种方法是否可以继续得到普及还有待继续观察。

Tau 等人⁴³分析了锁骨和锁骨下静脉的解剖切面，认为盲穿时，患者仰卧位、正常肩位并两侧肩轻微内收是一种对准静脉最有效的方法。尽管许多临床医生让患者呈特伦伯氏位（头低仰卧位），使中心静脉循环扩张，但由于锁骨下静脉被周围组织固定，锁骨下静脉比颈内静脉血管扩张更少，所以面积相对变化与颈内静脉相比较而言程度不同。因此，选取特伦伯氏位的主要原因是减少自主呼吸患者发生空气栓塞的风险。

缺乏经验的操作者进行超声引导下血管置管时，可能因为进针角度问题导致并发症的风险增加。重要的是超声引导时不应摒弃传统方法技术，尤其是锁骨下静脉置管，陡峭的进针角度可能会刺破胸膜。穿刺针应在冠状面指向胸骨上切迹方向，针尖在胸壁上以一个非常小（接近平行）的角度进入皮肤，针斜面朝前，边进针边用注射器缓慢回抽。较大的角度会增加气胸的可能性。静脉穿刺时针的斜面可转向尾部，以调整导丝朝向右心房。进导丝时应注意在体外留下足够长的导丝（即导丝长度应超出皮肤以外的导管）。心电图应密切监测导丝进入右心房或右心室时可能出现心律失常。胸部 X 线检查是必需的，不仅要确认路径是否正确，也要排除气胸。

超声引导下穿刺置管术前准备与经体表解剖标志穿刺的准备相似，包括定位、备皮和准备置管穿刺包。建议使用小探头，便于建立锁骨下静脉通路时进行实时超声成像，因为大探头成像困难，在锁骨和肋骨之间定位时难以获得锁骨下静脉完整图像。尽管体积小的相控阵探头在远场会出现一些分辨率的损失，但小探头在锁骨下成像操作更方便。与传统的体表标志穿刺技术相似，锁骨中点与内 1/3 之间被选为用于超声成像和随后进针的部位。操作时探头为冠状切面，锁骨下静脉为短轴成像，静脉表现为锁骨下的无回声结构（图 13）。区分

静脉呼吸变化与动脉搏动十分重要。可通过在同侧上肢（如需要）静脉中注射振动后产生超声微泡的生理盐水作为“造影增强”，随后出现微泡的血管即可确认为静脉。另外也可通过超声彩色血流辨识静脉。当探头标记朝向左肩时（右锁骨下静脉置管时），动脉血流颜色将显示为远离探头，而静脉血流颜色将显示为朝向探头。在使用彩色多普勒时必须确认探头方向正确，这对确定动脉或静脉非常重要。为获得足够的成像平面（声窗），需要对皮肤适当加压，可能会引起一些患者的不适。

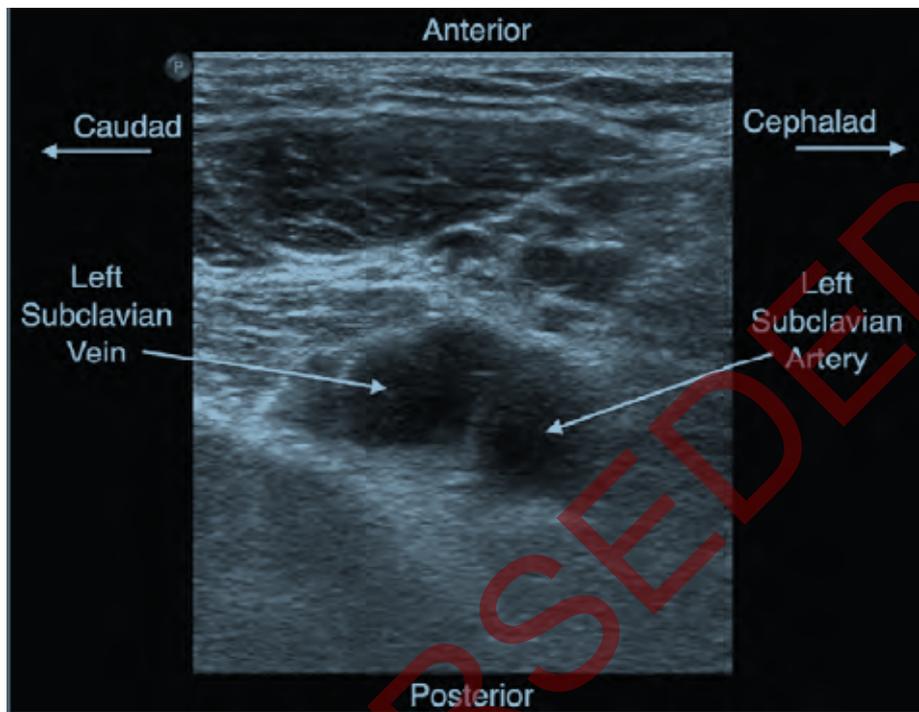


图 13 超声引导下左锁骨下静脉置管时获得的左锁骨下静脉和动脉的二维超声图像

一项关于锁骨下静脉置管的前瞻性随机研究表明，超声引导比盲穿成功率更高（92%比44%）、轻微并发症更少（1比11）、静脉穿刺次数更少（1.4比2.5），并减少穿刺包使用量（1比1.4）⁴⁴。一项近期研究表明，1250次中心静脉置管操作有354次选取了锁骨下静脉。超声引导在中心静脉置管中的应用率和成功率得到许多临床医生的支持肯定，不过认为超声引导对锁骨下静脉置管不如颈内静脉置管受益大。虽然超声引导不是锁骨下静脉置管的常规方法，但无论在常规应用或在体表定位穿刺不成功时应用都有较高的成功率，故可作为该操作的重要技术或在急救时使用⁴⁵。

8.3 并发症

锁骨下静脉盲穿并发症的发生率为0.3%到12%，包括气胸、血肿、动脉穿刺、血胸、空气栓塞、心律失常、心房壁刺伤、导丝脱离、过敏患者对抗生素处理的导管过敏、导管错位、导管进入错误血管和胸导管损伤（只发生在左侧）⁴⁶。

Kilbourne等⁴⁷报道了在锁骨下静脉置管操作中住院医师最常见的失败原因，包括体表标志识别不充分、进针位置不正确、针穿入骨膜、进针角度较浅或者偏向头侧，或者在尝试放置导丝时鞘管脱位。置管失败的相关因素是前期重大手术、放疗、术前插管、之前插管失败、高体重指数、进针超过2次、培训不足（仅1年）、解剖知识不够，以及之前有第一肋骨或锁骨骨折。如果只穿刺1针，随后的置管失败率是1.6%，而2针与3针以上的失败率

增加到 10.2% 和 43.2%。有 8.7% 的患者发生初次置管失败，随后第二名内科医生的成功率是 92%，并发症的发生率为 8%⁴⁷。有研究表明有超声引导和没有引导的锁骨下静脉置管总体成功率相近⁴⁸，但超声组进针次数少，患者容易配合，无气胸发生，而盲穿组的气胸发生率为 4.8%。

置管前预估危险因素并在高危患者中使用超声引导可减少并发症。此外，当患者体重指数 $>30 \text{ kg/m}^2$ 或 $<20 \text{ kg/m}^2$ 、经历过其他置管或手术、有靶静脉放疗史，应让有经验的医师而非尚在培训的医生操作。

对肥胖患者来说由于颈部短、体表标志不易识别，比较适宜超声引导下置管³⁸，可降低动脉穿刺血肿形成及气胸的发生率³⁹。Mansfield 等⁴⁶指出，尝试锁骨下静脉置管时，体重指数 $>30 \text{ kg/m}^2$ 会导致 20.1% 的失败率。虽然这项研究提示超声引导下锁骨下静脉置管获益并未明显增加，Hind 等²² 的荟萃分析表明盲穿法置管失败风险更高、完成置管的平均时间更久。随着操作者在超声引导置管和诊断过程中获得更多经验，超声引导下锁骨下静脉置管的受益未来可能会有所体现。Orihashi 等⁴⁹ 通过对 18 例患者的小样本研究，认为超声引导对锁骨下静脉穿刺有益。尽管 Gualtieri 等⁴⁴ 发现锁骨下静脉穿刺时使用超声引导成功率更高、并发症更少，但两组均未出现严重并发症。已有文献中有明确证据支持超声引导应常规用于颈内静脉置管，但对于锁骨下静脉穿刺而言，解剖标志和锁骨容易干扰实时超声的应用，现有数据需要进一步考量。

8.4 锁骨下静脉置管的建议

目前的文献不支持对无并发症的患者进行锁骨下静脉穿刺时常规使用超声。由于额外的尝试会显著增加并发症，尤其是气胸的发生率，同一操作者不应尝试两次以上置管。术前超声筛查锁骨下静脉置的血管位置、是否通畅、明确是否有血栓可使高风险患者在置管前获益。超声引导锁骨下静脉置管的建议是基于 A 类（支持的），3 级证据提出的。

9. 股静脉置管

9.1 解剖注意事项

股静脉经常被用作心脏介入的左侧或者右侧通路。此外，由于其相对安全、解剖标志明显容易进针（腹股沟区的股三角内），在紧急情况下股静脉常被用作中心静脉置管通路⁵⁰。对局部解剖的详细了解对于盲穿下的股静脉置管来说至关重要。

股总动脉及股静脉位于腹股沟区域的股三角区内。这个三角的上缘为腹股沟韧带，内侧缘为长收肌，外侧缘为缝匠肌。另一重要标志为股动脉搏动，因为通常来说股静脉在股鞘中位于股总动脉的内侧。股动脉位于腹股沟韧带中点，腹股沟韧带连接了髂前上棘和耻骨联合，而股静脉常位于股总动脉的内侧。这种股静脉和股总动脉的并列关系常出现在腹股沟韧带附近，但值得注意的是，血管可能会发生重叠，尤其是在儿童^{51,52}。此外，必须了解腹股沟界线和腹股沟韧带的关系的经常变异，所以腹股沟界线并不总是一个可靠的体表标志⁵³。

无论是在常规血管通路的选择还是对危重患者来说，股部都有很多优势。由于操作时间短、并发症更少，大腿区域仍是心脏手术最常见的血管通路选择。对于危重患者来说，它远离其他监测装置与气道通路设备，不妨碍手臂和颈部的活动。股部的通路避免了血胸和气胸的风险，这对有严重凝血功能障碍或者呼吸衰竭的患者来说尤为重要。此外，股部区域置管操作在心脏骤停时不影响心肺复苏。但是，股部血管通路依然存在相关并发症，包括出血和血管损伤，如假性动脉瘤、动静脉瘘和腹膜后出血（见 9.3 节 并发症）。

9.2 置管技术

与其它中心静脉置管类似，改良 Seldinger 穿刺法是建立股静脉通路的最常用方法。操作过程要求患者体位为髋部中位或者轻微的髋关节外展、外旋位。外展与外旋位将成年人的股静脉可达性从 70% 增加到 83%，尤其对儿童来说，直腿体位能增加儿童血管直径^{54,55}。反

特伦德伦伯氏卧位（头高足低位）通常能将股静脉血管横截面积增加 50%⁵⁶。

定位股静脉的方法是通过触诊腹股沟韧带中点下方 1 到 2cm、股动脉搏动最明显处（作为重要的体表标志）^{50,57}，在该搏动点内侧约 1cm 处，向头侧和内侧与皮肤呈 45° 为股静脉的进针部位。

许多临床医生提倡先使用细针（25G）进行试探性穿刺以确定是静脉。之后用相对较粗的 20G—22G 针紧贴细针沿平行方向进入股静脉。对大多数成年人来说，静脉通常位于皮下 2 到 4cm 处。

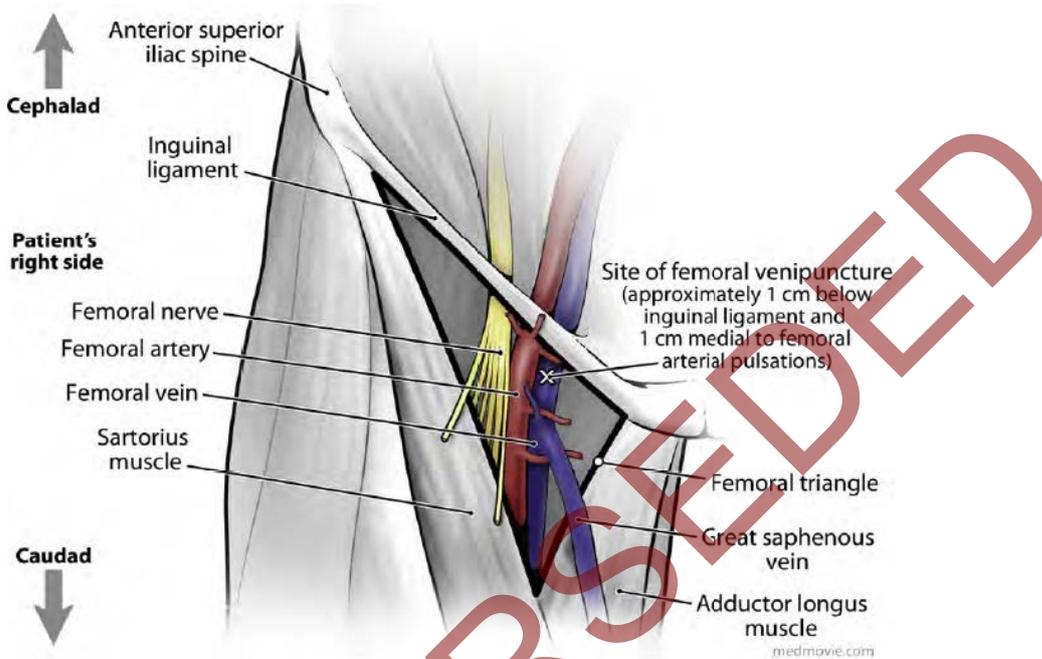


图 14 股血管解剖示意图：股神经位于股动脉外侧，而股静脉位于股动脉内侧。图上方为头侧。

9.3 并发症

股静脉置管并发症种类较多^{58,59}。因为部位靠近会阴区，感染是最常见的并发症之一，这也是此部位不推荐长期置管的原因。也有研究者认为股部置管引起的血源感染发病率与锁骨下静脉置管相比来说并无显著差异，质疑上述说法^{60,61}。尝试穿刺时次数过多可能会增加感染风险，但似乎感染风险与置管在该部位的使用时间更有关系。股静脉置管时直接与置管技术相关的并发症中，最常见的是股动脉意外损伤。由于穿刺位置靠近股总动脉，如果针头过于侧偏可能会导致误伤动脉，会导致血肿、腹膜后出血、假性动脉瘤以及动静脉瘘。此外，由于导管的存在或者在拔管时加压，在股静脉或髂静脉血管内可能会形成血栓。如果穿刺针过于侧偏，患者可能会由于潜在的股神经损伤而出现感觉异常。其他罕见但严重的并发症包括肠穿孔和膀胱损伤。

尽管可以合理使用体表标志指导操作（图 14），并发症仍可能发生。对股部的超声成像分析已经表明，体表解剖标志并不一定完全符合深层解剖，尽管当置管部位邻近腹股沟韧带时，通常认为体表解剖标志更加可靠²¹。超声引导下的股动脉和股静脉置管由于在解剖学上更加明确，很可能会降低并发症的发病率⁶²。Iwashima 等人⁶³和 Seto 等人⁶⁴证实超声引导下股血管置管减少了由于意外股动脉或股静脉穿刺而出现的血管相关性并发症。

9.4 股静脉置管建议

实时超声引导下股静脉置管相关建议的科学依据是 C 类，2 级（支持作为常规使用的科学依据不充分）。此外，股静脉置管并发症的严重程度低于锁骨下静脉和颈内静脉置管。因此，本文的写作委员会建议实时超声仅用于检查股静脉以判定操作时血管是否重叠和通畅。

10. 小儿超声引导下置管指南

英国国家卫生临床研究所在指南中推荐所有患者（包括儿童和成年人）进行中心静脉置管时使用实时超声⁵。支持在儿科方面应用的资料有限。在一项包括儿科研究的荟萃分析中，Hind 等证实与盲穿法相比，婴儿颈内静脉置管二维超声引导成功率更高²²。Hosokawa 等报道在 60 名体重<7.5Kg 的新生儿随机对照试验中，与盲穿法相比，实时超声减少了置管时间与必要的右颈内静脉进针次数¹³。Grebenik 等证明在儿童颈内静脉置管中，超声的应用增加了成功率，并降低了颈动脉损伤的发生率⁶⁵。但也有人认为，对经验丰富的操作者来说，儿童中心静脉置管时推荐使用超声，超声图像的学习和应用最初可能会有困难^{13,65}。在实时超声中避免探头过于压迫细小的静脉需要一定经验。正如被 Hosokawa 等人指出的那样，大部分研究表明在培训阶段的医生会更多使用超声，而“经验丰富”的麻醉医师更少使用超声（即“积习难改”的现象）。

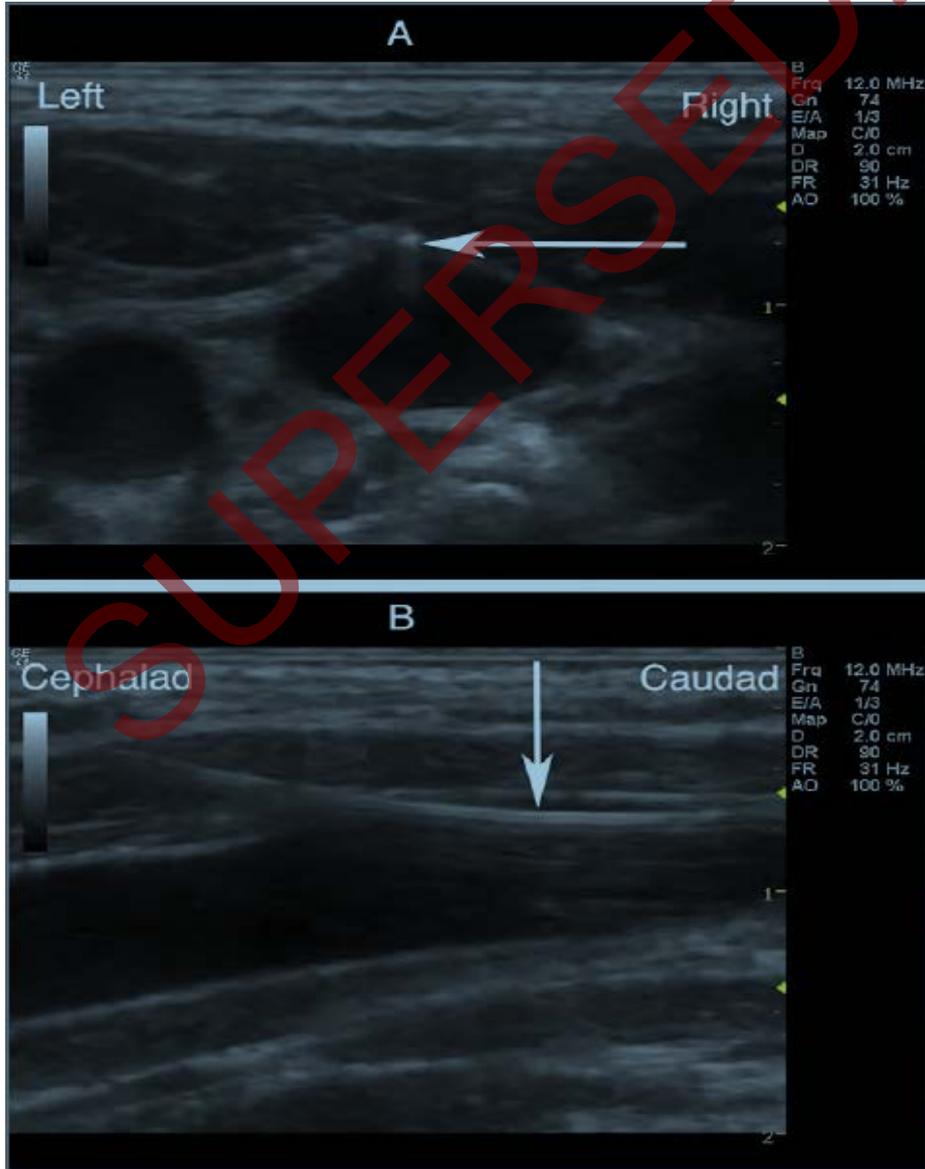


图 15 显示导丝（箭头）进入右颈内静脉，横切面图（A）和纵切面图（B）。

尽管政府在确保患者安全方面提出很多建议、做了很多改善，采用超声引导中心静脉置管仍开展缓慢。Tovey 和 Stokes 的调查显示只有 25% 的儿科患者在择期手术中应用了超声⁶⁶。此外，四分之三的受访者并未特别接受过该项技术的训练。这与国家卫生临床研究所关于第 49 项指南应用的随访调查结果一致，只有 28% 受调查的麻醉医师根据指南进行操作⁶⁷。在指南建立的 2 年后，仍有近一半受访者不具备超声技术，三分之二缺乏必要的操作培训。

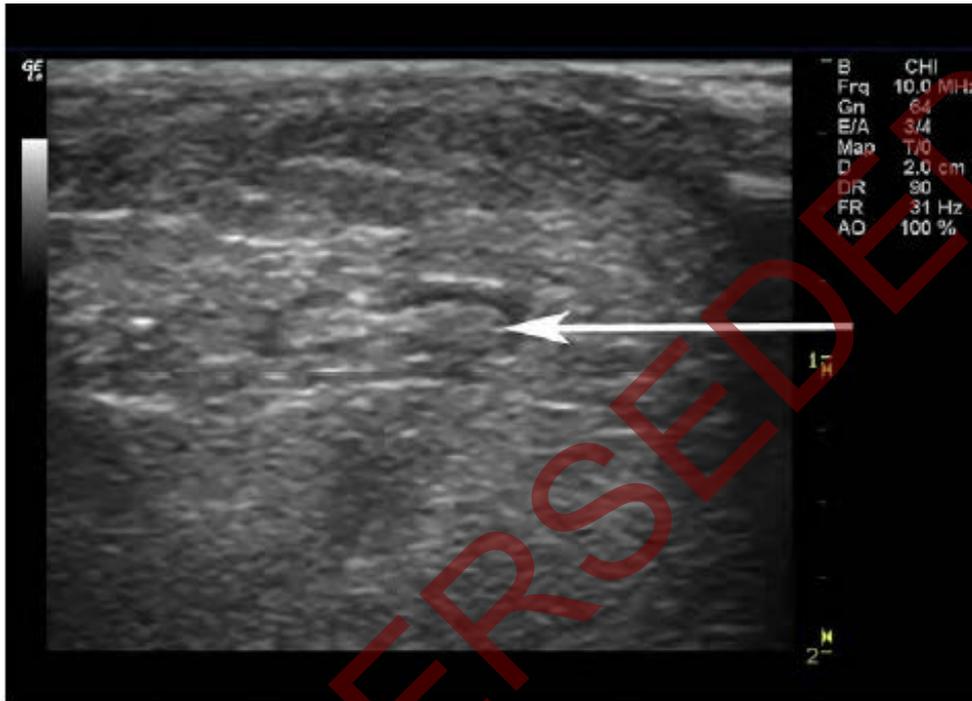


图 16 左侧股静脉血栓致管腔完全闭塞（箭头）。

10.1 儿科患者置管技巧

10.1.1 颈内静脉。最常用的儿童患者超声引导下中央静脉通路是右颈内静脉。超声使血管可视化，确定血管位置、通畅性及是否有血栓⁶⁸。Hanslik 等报道在短期的中心静脉置管儿童中，深静脉血栓发生率为 28%⁶⁹。这在经常需要中央静脉置管的儿童（如小儿心脏手术）中是个值得注意的问题。

虽然一项涉及 5 组仅在婴儿和儿童的荟萃分析并未显示失败率的影响，也没有颈动脉损伤率，血肿，血胸或者气胸的发生率的差别，该研究包括了使用超声作“预定位”和/或指导⁷⁰，并非所有患者都采用超声实时成像。委员会建议超声引导下实时成像，以使患者最大获益。

在儿童患者中，可以压迫肝脏或者采用特伦德伦伯氏卧位（垂头仰卧位）来扩张颈内静脉³⁴。患者在头低脚高位时，无菌探头置于颈部的横截面，生成一个血管横断面的图像。右颈内静脉应该位于右颈总动脉的外侧，并易被超声探头压闭（图 4）。应用超声扫查颈部以确认静脉置管的最佳进针点，同时避免误伤动脉。该定位点与根据体表标志判断出的穿刺点可能相符也可能不符。探头也应位置适当，确保穿刺针以远离颈动脉的角度进针。较短的穿

刺针及更靠头侧的进针点可以减少胸膜或大血管损伤的风险，这对儿童患者尤为重要。

应观察鞘管或导管进入血管的过程。实时成像观察血管的技术是避免与盲穿有关的并发症的关键。导丝插入时采用 Seldinger 法，在扩张及放置中心静脉鞘管前，超声需明确导丝仅在静脉内显示、在动脉内无显示（如图 15 所示）。

10.1.2 股血管。新生儿心脏手术中经常使用股静脉与股动脉插管。

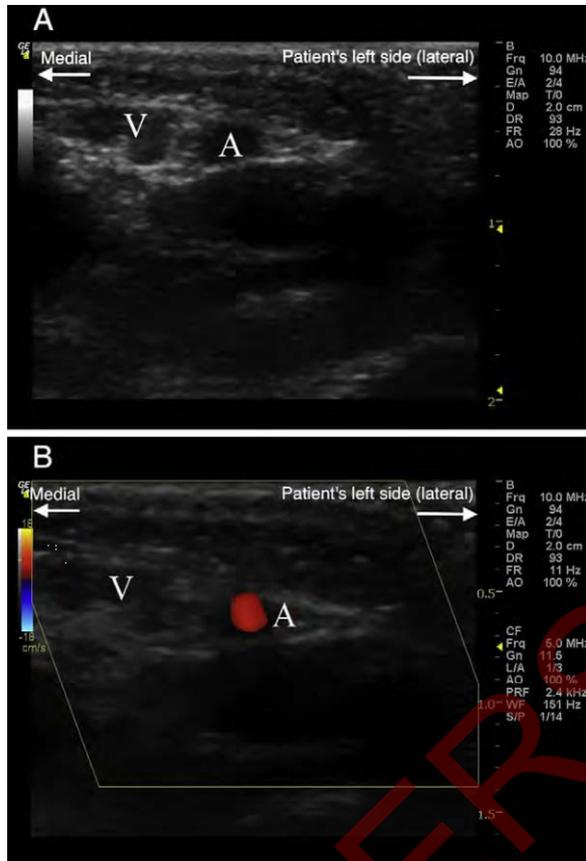


图 17 (A) 所示为体重三公斤的新生儿细小的左侧股动脉 (A)、静脉 (V)；(B) 所示为彩色多普勒显示股动脉 (A)、股静脉 (V) 的血流信号。超声检查者位于患儿下肢处并面向头侧。注意：图像的深度范围为：二维超声为 2cm，彩色多普勒为 1.5cm。

Hopkins 等人⁵⁵最近研究了儿童股动静脉穿刺置管采用“蛙腿位”和“直腿位”时的动静脉解剖关系。经证实，在腹股沟韧带水平，体位呈“直腿位”时有 36% 患儿股动静脉位置重叠，呈“蛙腿位”时则有 45%。越到血管远端图像显示重叠几率越高。距腹股沟韧带 3cm 处，“直腿位”及“蛙腿位”股动静脉重叠的几率分别为 93% 和 86%。这种明显的重叠关系为常规应用超声引导提供了必要性依据，因为血管重叠可能会增加并发症风险且单纯通过体表解剖标志无法预测。儿童和婴儿腿外展 60° 并外旋髋关节都能减低腹股沟皱褶水平股动静脉重叠几率。因此，小儿股静脉插管的最佳位置应该是在腹股沟皱褶的水平，并将腿外展 60° 并外旋髋关节。⁷¹ 另一个常见问题是多次的心导管操作后新生儿容易高发动静脉血栓（图 16）。

多种方法可以改善新生儿股静脉的超声显示。首先，于小儿臀部下放置一块小毛巾或床单；其次，小儿体位为头高脚低位；最后，如有必要，可使用腹部加压以进一步扩张静脉。高分辨率的线阵探头是最常用的最佳成像选择。图 17 所示为新生儿常见的解剖和小血管。由于儿童的静脉较表浅，小儿患者尝试置管时进针与皮肤夹角小于 30° 是非常重要的。

许多研究已经表明超声引导下股静脉置管与盲穿比较存在明显的优势。Aouad 等人⁷²进行了 48 名患者接受体表定位与实时超声引导下穿刺置管的前瞻性随机对照研究, 结果表明超声引导下置管术耗时更短(155 [46–690] vs 370 [45–1620] sec, $P=0.02$)。与体表定位组相比, 超声组穿刺成功需要的进针次数更少(1 [1–8] vs 3 [1–21], $P=0.001$), 一次成功率更高(18 [75%] vs 6 [25%], $P=0.001$)。两组总体成功率较接近 (95.8%), 误入股动脉的几率也相近⁷²。

在另一项前瞻性随机对照研究中, Iwashima⁶³ 等人证实小儿体表定位及超声引导下心导管插管术整体成功率没有差异。成功率定义为开始两次尝试就成功, 且未误入股动脉, 两组成功率相仿 (超声引导组为 67.4%, 体表定位组为 59.1%), 手术时间无显著差异。超声组有 2 例患儿检查时发现股静脉血管因之前的介入操作发生血栓闭塞。此外, 超声引导的使用显著减少了并发症。超声组 43 例患儿出现 3 例误入股动脉 (7%), 体表定位组 44 例中有 14 例 (31.8%), 盲穿组并发症发生率更高($P < 0.01$)。⁶³

10.2. 关于儿童患者的建议

本指南写作委员会建议, 经过培训的医生尽可能使用实时超声引导颈内静脉插管以提高成功率、减少儿科患者大口径置管相关并发症的发生率。该推荐基于 A 类、1 级文献支持。该委员会也建议, 经过培训的医生尽可能使用实时超声进行股静脉置管以提高成功率, 减少儿科患者大口径导管置管相关并发症的发生率。该推荐基于 C 类、2 级文献支持。

11. 超声引导下动脉插管

动脉插管是建立血管通路的一个重要内容, 并包括桡、肱、腋、股动脉和足背动脉。首选部位取决于操作者经验、操作部位可行性以及预期的通路持续时间。桡动脉的优势是易触及, 位置走行容易预测, 穿刺及使用后并发症发生几率低。在大多数患者中, 桡动脉搏动通常是可触及的。以桡动脉为穿刺部位的另一个优势是这条动脉不像肱、腋、股动脉等是远端末梢血管的唯一血供⁷³。一项超声引导下动脉置管和盲穿的前瞻性对照研究显示, 超声引导下动脉插管较盲穿成功率高, 耗时少⁷⁴。

超声使穿刺进入动脉变得容易, 在肥胖、解剖异常、低灌注、无搏动性血流以及之前尝试体表定位盲穿失败等情况下尤为明显⁷⁵。超声引导下动脉穿刺位点与体表定位穿刺常用位置一致, 还具备在体表标志无用时指导非传统位置进针的附加优势。超声引导下股动脉置管比股静脉置管更具挑战性, 因为动脉更细且不易通过体位或容量负荷改变来扩张血管。

低血压、低心排血量、无脉或动脉搏动难以触及、动脉痉挛或存在水肿、肢体过粗是体表标志法盲穿失败或导致不同部位 (桡、肱、腋、股和足背动脉) 多次进针的常见原因⁷⁶。需要指出的是, 超声引导下上述插管条件可能同样具有挑战性, 因为探头可能压迫静脉导致低血容量的病人血管显示困难。

11.1. 置管技术

正如静脉穿刺置管章节细节所述, 动脉在二维超声图像中可搏动, 且不能被探头的外部压力充分压闭 (Figures 18A 和 18D)。在长轴 (Figure 18E) 或短轴 (Figure 18B) 上叠加彩色取样框能显示时相性血流。管腔内放置一个小的取样容积 (<0.5 厘米) 可以得到一个典型的动脉血流收缩舒张频谱 (图 18C 和 18F)。穿刺前超声扫描两侧动脉并确定动脉的最大直径。实时超声引导插管 (有或没有导丝) 比静态成像指导体表标记更有优势。操作时以无菌罩包裹探头, 操作者应在消毒或无菌条件下操作。操作者的非惯用手持超声探头, 而惯用手持动脉导管。套管针与皮肤呈 45° 角进针, 在超声引导下前进直到在长轴或短轴切面观察到进入血管。导管沿针或导丝进入血管。

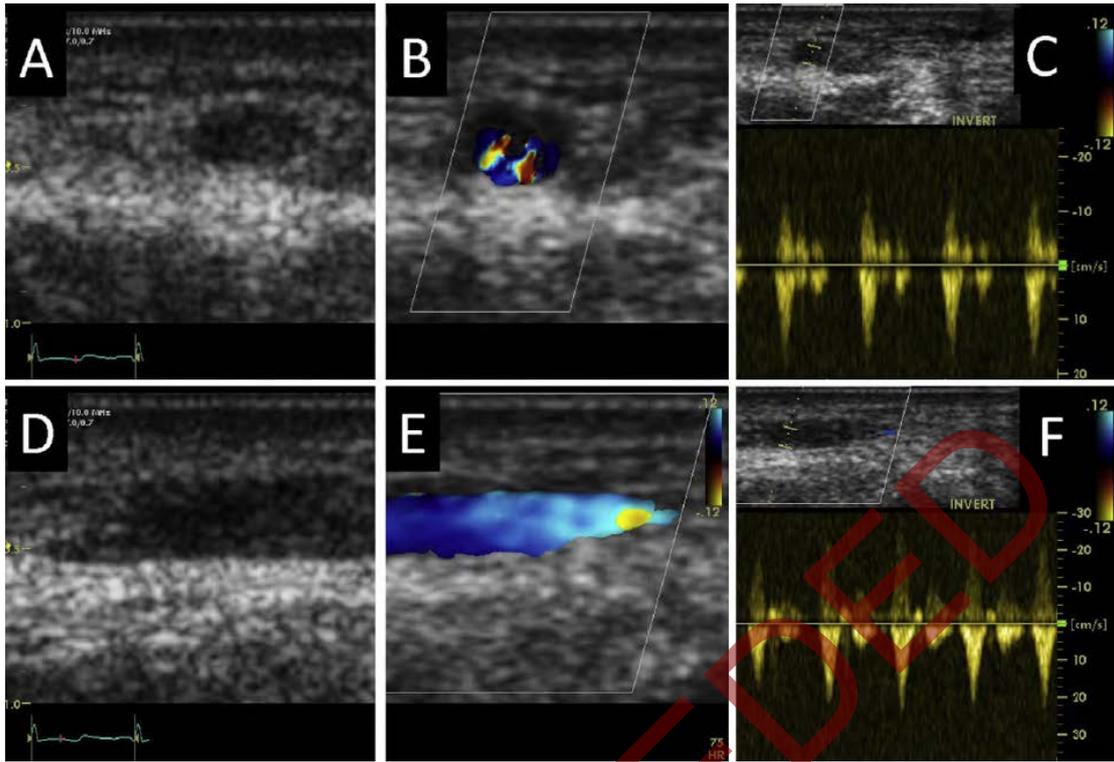


图18为小探头桡动脉浅表超声成像。二维图像短轴(A)与长轴(D)。多普勒超声分别显示收缩期血流彩色多普勒(B, E), 以及脉冲多普勒短轴(C)与长轴(F)图像。

11.2. 超声引导下动脉插管与盲穿比较

与盲穿相比, 超声引导下动脉穿刺一次成功率更高。在急诊室或手术室应用时, 成人超声引导下穿刺成功率约为62%-87%(盲穿约为34%-50%)^{74,77,78}, 幼儿成功率为14%-67%(盲穿约为14%-20%)^{79,80}。一项包含总共311个成人和儿科患者桡动脉穿刺置管的4个对照试验的数据分析表明一次成功率提升大约71%(相对风险, 1.71; 95% 置信区间CI为1.25 - 2.32)⁸¹。

Seto等⁶⁴随机对1004名患者在透视或超声引导下逆行股总动脉穿刺置管术。超声或透视引导下股总动脉穿刺置管的主要终点即成功率没有差异(86.4% vs 83.3%, $P=0.17$)。例外的是股总动脉分叉发生在股骨头的亚组(82.6%比69.8%, $P<0.01$)。超声引导提高了一次成功率(83%: 46%, $P<0.0001$), 减少尝试进针的次数(1.3 : 3.0, $P<0.0001$), 减少误穿静脉的风险(2.4%: 15.8%, $P<0.0001$), 并缩短了穿刺进入的时间(136 : 148秒, $P=0.003$)。超声组503病例中有7例发生血管并发症, 透视组501病例中有17例血管并发症(1.4%: 3.4%, $P=0.04$)。因此, 超声引导只提高了高分叉股总动脉穿刺置管成功率, 但是降低了股动脉穿刺血管并发症发生率。

11.3. 建立动脉血管通路的建议

虽然超声可以评估动脉的走行、位置、是否通畅以确定是否适合插管或建立血管通路, 但一般来说, 委员会并不推荐动脉插管时常规使用实时超声; 不过基于A类, 1级证据支持, 可应用超声来提高桡动脉穿刺置管的一次成功率⁸¹。

超声最适合在急救时指导建立动脉通路, 或在置管前评估、置管过程中确定动脉位置、通畅与否。长轴法成像对于确定血管迂曲、粥样硬化斑块、以及难度高的插管尤为有用。

12. 超声引导下外周静脉置管

外周静脉通路通常是在皮下组织内直接显示的浅表血管进行插管。对于肥胖、长期静脉用药、水肿和长期住院患者来说，建立静脉通路是非常困难的。超声有助于进入不能直视或体表不可见的解剖位置较深的静脉。在麻醉和急诊方面的医学文献中有关于在上述困难病例中应用超声辅助建立外周血管通路的报道^{82,83}。Keyes等⁸²使用短轴法成功穿刺但部分病例出现误穿动脉和导管移位导致插管失败。Sandhu和Sidhu⁸³主张采用长轴超声切面引导穿刺置管并将 $\geq 2.5\text{cm}$ 的管长置于静脉内。较短导管插管需要改用Seldinger技术减少意外移位。

在一项关于急诊科医生对困难患者行外周静脉置管的随访研究中，将使用实时超声引导和经传统触诊的体表标志定位盲穿法进行了比较⁸⁴。超声组的置管成功率（97%）高于对照组（33%）。和传统体表标志法相比，超声组总体耗时较少（13: 30分钟，差值17分钟[95% CI, 0.8-25.6分钟]），从首次穿刺到插管成功的耗时短（4: 15分钟，差值11分钟[95% CI, 8.2-19.4分钟]），经皮穿刺次数更少（1.7: 3.7，差值2.0[95% CI, 1.27-2.82]），病人满意度更高（8.7: 5.7，差值3.0[95% CI, 1.82-4.29]）。需要注意的是，在这个系列研究中的所有超声操作者都参加了15小时的超声相关讲座并在实践或练习中完成了100项超声检查⁸⁴。另一项急诊医学研究显示，使用超声组与非超声组相比，尝试次数或成功插管时间并没有减少，患者满意度也无明显改善⁸⁵。关于静态超声显像皮肤标记与实时超声引导下成人患者外周静脉置管的一项对比研究中，使用实时超声并没有提高成功率，但置管成功耗时减少⁸⁶。

经皮静脉中心静脉置管（PICC）是一个类似但过程和适用病人有区别的亚类。PICC主要用于使用抗生素或化疗药物、或长时间护理需要长期静脉通路的患者。在两份报道超声应引导置管的报告之前，静脉造影术是标准的引导穿刺进入方法。Sofocleous等⁸⁷报道了在355名患者中心静脉置管中使用超声而不是静脉造影来辅助，成功率达到99%。Parkinson等⁸⁸报道了超声引导与盲穿插管对比，超声引导穿刺插管成功率高达100%，盲穿成功率82%。

Robinson等⁸⁹报道一个专门的PICC小组应用超声引导，将置管成功率从73%提高到94%，减少了置管时间和整体置管成本，并通过排除不适合的患者减少了导管的消耗。

12.1. 建立外周静脉通路的建议

尽管超声可以分辨外周静脉的走行、位置和通畅与否，并且有B类，2级（有提示的观察性研究）证据支持PICC置管应用超声引导，委员会不推荐常规实时超声用于外周静脉插管。超声用于识别适合PICC的静脉的位置和通畅与否是非常有效的。

13. 血管的选择

对不同部位来说，超声引导对提高插管成功率、减少并发症的受益程度是不同的。不同部位血栓形成和感染的风险也不同，这也是置管位置选择的重要考虑因素。之前的置管操作和放射暴露对感染区域形成影响很大。股血管穿刺的感染和血栓发生率最高，分别为19.8%和21.5%⁴，通常用于急诊插管和建立第二通路。颈内静脉置管感染率为4%-8.6%，血栓发生率为7.6%。锁骨下静脉置管适用于需长期留置的导管，感染率（1.5% - 4%）和血栓发生率（1.2% - 1.9%）最低。颈内静脉皮下通道刺置管感染及血栓形成的风险与锁骨下皮下通静脉置管相仿⁶⁰。管径大和多管腔的导管感染风险更高⁹⁰。患者方面因素如血小板减少、肥胖、慢性阻塞性肺疾病、心肌梗死、脓毒症及营养不良等会增加感染的风险，所有部位均如此。高凝状态如肝素诱导性血小板减少症与血栓形成和凝血因子V Leiden、导管长度、抗凝失败、恶性肿瘤和长时间留置导管使血栓形成风险增加⁹¹。



图19为颈内静脉插管成功，导丝通过上腔静脉（SVC）进入右房（RA）（食管中段两腔切面）。LA，左房。

14. 确定血管通路

用大口径导管进行穿刺时，误入相邻的动脉引起的并发症有较高的发病率和死亡率。这对在颈内静脉插管时误入颈总动脉尤其严重，其他部位穿刺置管也会有类似情况发生。超声能够在目标血管扩张和导管插入之前明确检测到导丝⁹²，但不能代替X线验证导管的位置和路线，亦不能明确并发症如气胸或者血胸。其他基于Seldinger技术的中心静脉置管和导丝通道的确认方法主要有：静脉造影、经食道超声在上腔静脉或下腔静脉中看到导丝，导管连接流体柱测压、血气分析和直接压力传导测试。

14.1. 确定血管通路的建议

该委员会建议，实时超声可用于确认血管插管是否成功。超声必须确认导丝位于靶血管而不在周围组织中。用超声短轴切面观察导丝前端可能会模糊不清，当不能使用长轴成像来确认静脉导管位置，推荐使用连接到导管的流体柱测压⁹³。如果有条件，使用经食管超声心动图或透视得到导丝在上腔静脉或下腔静脉的图像可以明确其位置在中央静脉系统内（图19）。

15. 培训

多种关于超声辅助中心静脉插管的培训技术已经存在⁹⁴⁻⁹⁶。各种形式的培训必须强调熟练掌握理论和操作技能的重要性。培训必须包括图像采集图像、读图、血管穿刺插管时实时超声的使用，以及经验丰富的教员应向学员演示如何通过二维成像指导完成一个三维操作任务。

盲穿时用于提高操作安全性的技术不应该弃置不用，使用超声应该能提升盲穿技术的安全性。综合教育应该包括理论讲座、现场或模拟演示，并有一个熟练的超声医师的指导。规范化培训将降低超声引导下穿刺的失败率并最终增进患者的安全。

表2 超声引导下血管插管培训目标建议

理论知识

- 1.了解超声波的物理原理
- 2.掌握超声设备的操作，包括成像调节的相关知识
- 3.掌握进行超声引导血管穿刺的感控标准和无菌设备使用相关知识
- 4.掌握穿刺部位的解剖结构，靶血管的超声解剖学鉴别要点和需要避开的结构
- 5.能够识别靶血管的位置和通畅与否
- 6.能够识别靶血管的异常解剖位置并改变进针方向减少并发症
- 7.彩色血流和频谱多普勒模式动脉和静脉的血流特性的相关知识

操作技能

- 1.能够操作超声设备，获得优质图像明确靶血管
- 2.根据图像数据，灵活操作获得理想的进针方向和深度
- 3.当操作者技巧不足或临床状况限制的情况下，根据图像信息进针时引导方向
- 4.能够根据超声信息进行靶血管插管
- 5.能够确认导管插入靶血管并没有误入其他的血管和结构

临床医生学习知识和掌握技能的程度存在个体差异，目前缺乏实时超声引导下置管详细具体操作规程的科学文献，且掌握此技术需要完成多少操作例数并无相关规定。具有10年以上操作经验的专家意见是，培训要在一个经验丰富的医生指导下至少进行10次独立操作。委员会建议受训者需掌握必要的知识，熟练的技能，并在监督下进行10次超声引导下血管通路建立，以证明其具备了独立操作能力（表2）。该培训的部分内容也可以在模拟环境下进行，让学员练习同时灵活操控探头和进针。培训通常先从一个部位练起，应优先学习超声技术再练习多个部位穿刺。触类旁通，一旦掌握了超声技术，其他穿刺部位的超声引导也就不再需要额外的培训。

表二概括了超声引导下穿刺插管正确培训所教授的理论知识和技能。这种培训对于确保达到临床文献支持的效果是必须的。最重要的是，操作者必须掌握靶血管周围的超声解剖，拥有确定最佳穿刺点和进针角度的能力，并对超声引导技术的局限性有足够认识。

使用体表标志法穿刺的安全技巧比如水平方向进针，在超声引导时仍然适用，并且在超声图像辅助下更有效。例如，超声图像显示明显的血管重叠，此时应选取一个两条血管相对并行的进针点，以提高穿刺置管的安全性，减少并发症的可能性。

16. 总结

委员会基于1级科学证据的推荐：经过规范化培训的临床医生在颈内静脉穿刺置管时尽可能使用实时超声引导，以提高穿刺置管的成功率并减少大口径导管插入引起的相关并发症。

尽管缺乏科学研究支持，委员会仍推荐儿童患者颈内静脉及股静脉穿刺置管使用超声引导。成人股静脉穿刺置管并发症与颈内、锁骨下静脉置管相比较轻，因此，股静脉插管时只推荐超声引导用于确认血管重叠和通畅与否。肥胖和凝血功能障碍患者应在尝试穿刺前使用超声扫查锁骨下静脉确定血管位置和通畅与否。如果实时超声在锁骨下静脉插管时未被作为首选，那也应作为一项盲穿失败后的补救技术。作为动脉插管的补救措施也同样有效。

规范化培训对于获取文献所显示的临床效果，获得对超声解剖的理解，确定最佳的穿刺点和进针角度，以及明确认识超声引导技术的局限性都至关重要。穿刺置管前静态超声体表定位可有效确定血管解剖和是否有血栓形成，但可能无法像实时超声一样提高穿刺置管成功率或减少并发症。

通告与免责声明

本报告是美国超声心动图学会为其成员提供的参考资源。本报告仅包含建议，不应被用作医疗执业决定或对任何员工采取纪律处分的唯一依据。本报告所载的陈述和建议主要基于专家的意见，而不是科学验证数据。美国超声心动图学会关于本报告中的信息的完整性或准确性不做任何明示或暗示的保证，包括针对特定用途的适销性或适用性的保证。对于读者、读者的病人或任何第三方依据这些信息作出的任何决定或采取的任何行动，美国超声心动图学会不承担任何责任。此外，这些信息的使用并不构成由美国超声心动图学会提供医疗建议，或者在美国超声心动图学会和读者的病人或其他任何之间建立医患关系。

SUPERSSEDED