



CHINESE TRANSLATION

EFSUMB 教科书，第二版

编辑： Christoph F. Dietrich

介入超声

Christian Pállson Nolsøe¹, Torben Lorentzen², Bjørn Ole Skjoldbye³, Michael Bachmann Nielsen⁴, Anders Nilsson⁵, Luigi Solbiati⁶

中文翻译与校对：董怡⁷，徐新量⁷

¹Center for Surgical Ultrasound, Department of Surgery, Zealand University Hospital, Denmark. ²Department of Gastroenterological Surgery, Herlev Hospital, Denmark ³Department of Radiology, Aleris-Hamlet Hospital, Denmark ⁴Department of Radiology, Rigshospitalet, Copenhagen, Denmark. ⁵Department of Radiology, Lund University Hospital, Lund, Sweden. ⁶Department of Diagnostic Imaging and Interventional Oncologic Radiology, General Hospital of Busto Arsizio, Italy ⁷上海交通大学医学院附属新华医院超声科，上海，中国

通讯作者：

Christian Nolsøe MD PhD

Centre for Surgical Ultrasound, Dep of Surgery, Zealand University Hospital, Køge

A/Prof, Copenhagen Academy for Medical Education and Simulation (CAMES)

University of Copenhagen, Denmark

Email: cnolsoe@cnolsoe.dk

Mobile +45 20860880

介绍

超声成像具有许多突出的优势，被广泛的专业领域的医疗专业人员认可。然而，它最实用的功能之一仍然是能够实时可视化，操作者可以借助超声引导，以手持针穿过层层肌肉、脂肪和器官，最终到达你预定的身体深部的目标。介入超声在上世纪 60 年代末和 70 年代初被引入临床，其应用数量不断增加^[1,2,3]。就穿刺路径的自由度而言，没有任何其他成像模式可以与之比拟，从而可以大幅提高将针正确置入目标的可能性，同时最大限度地减少并发症的风险^[3-7]。

介入超声的临床应用不胜枚举，但可分为两大类：介入诊断和介入治疗。介入诊断包括实体组织活检、液体抽吸和注入协助诊断的物质，如通过导管注入造影剂。介入治疗包括引流腹水、胸水和心包积液、淋巴囊肿和脓肿，引流一些空腔脏器，如肾积水造瘘、胃造瘘和胆囊造瘘等，以及进行组织消融，包括热消融、冷冻消融和局部照射。

无论介入的目的如何，超声引导的原则是相同的，可以描述为“有导针器”或“无导针器”技术。本文介绍了其基本原理。

超声引导技术

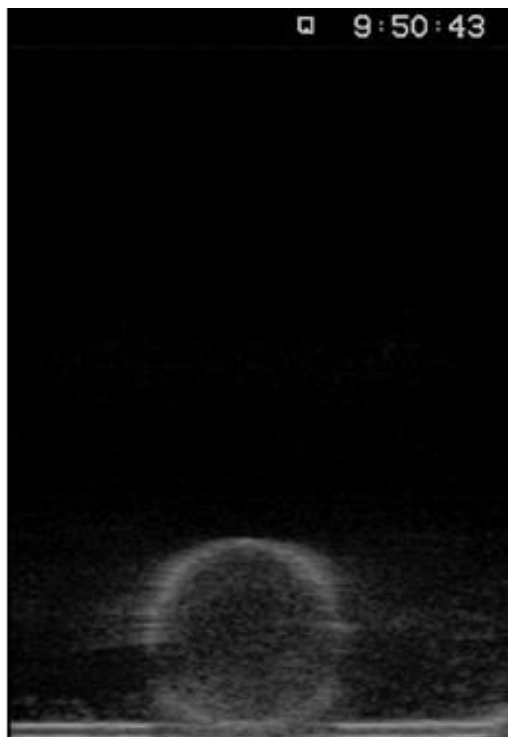
对于经验不足的术者，建议在对患者进行介入手术之前在活检模具上练习该技术，即使第一次手术是在有经验的同事的指导下进行^[8]。活检模具可以从超声设备制造商那里获得，也可以简单地将明胶悬液填满一个装有“活检目标”（如葡萄或其他小型有机物品）的小容器中制成（图 1）。

图 11 活检模具：（a）带有明胶和葡萄的盒子。超声探头的二维扫描平面用灰色表示。（b）当探头被移动以观察葡萄时，它成为一个完美的活检目标。

a



b



为了更好地理解基本原理，建议开始使用导针器进行介入操作，以熟悉用一只手持针，同时用另一只手控制探头，从而控制扫描平面^[9]。两只手不应该独立工作，相反应该协同工作，就像他们是同一件设备一样。导针器是一种专用设备，可以适配特定的一个或一组超声换能器，穿刺针或导管将通过导针器上的通道进入，实际的穿刺路径与显示器上出现的电子引导线可以完全对应（图 2）。

导针器通常是一次性用具。使用导针器可以在穿刺过程中对针道进行更安全的控制，但操作穿刺针的灵活性较差，并且在穿刺方向上的自由度有限。探头可以产生被扫描物体的二维图像，因为导针器将把针保持在扫描平面内，故无需考虑第三维度的问题，即（与穿刺平面垂直的）正交平面。将探头移动到感兴趣的区域，直到扫描扇区穿过目标，然后在显示器上显示该目标（图 2）。

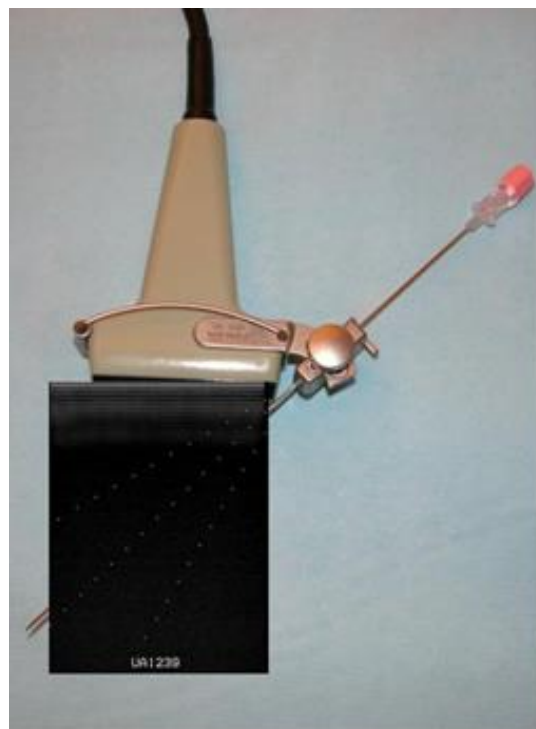
按下扫查仪上的导针按钮，就会在显示器上显示出穿刺线。然后移动探头，直到穿刺线穿过目标，这意味着通过附加的导针器插入的针最终也能够命中目标。标记针头穿过皮肤的点，必要时进行局部麻醉。导针器安装在探头上，根据要插入的装置的大小，可能需要一个小的皮肤切口。接下来可以进行计划中的介入操作，如有必要，可以通过同一切口进行多次穿刺。

图 22 有导针器技术。(a) 连接到探头上的导针器，穿刺针已插入导针器。这个特殊的导针器有 3 个不同的穿刺角度：“水平”、“垂直”和“中间”。图片显示“水平”的角度。(b) 将显示所有 3 条穿刺线的超声图像叠加在换能器的图像上，以显示针头如何遵循预定的角度。在本例中，导针器被设置为“中间”角度。(c) 带葡萄的活检模具超声图像。3 种可能的穿刺路径都没有穿过目标。(d) 超声图像显示，探头已移动以允许针通过穿刺线“垂直”插入以击中目标。

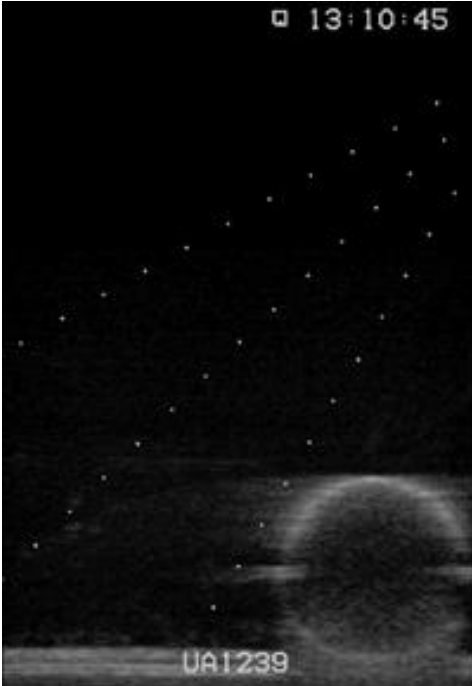
a



b



c



d

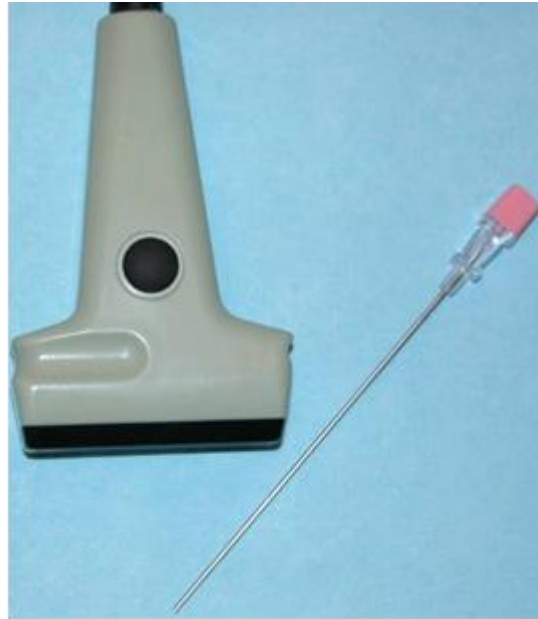


在“无导针器”技术中，穿刺针和探头之间没有物理连接，因此在针尖刺入点或穿刺角度方面没有限制。显示器上没有穿刺线，穿刺针可以从平行或垂直于扫描平面的任何方向刺入，根据当前的情况选择最合适的方案（图 3）。然而，只有穿刺针位于扫描平面内的特定部分才能显示在屏幕上。这意味着通常情况下，整个穿刺针只有从探头末端进入平行于扫描平面的情况下（平面内穿刺）才能在超声图像上得以完整的显示，而穿刺针从探头的一侧进入垂直于扫描平面的情况下（平面外穿刺），只能被显示为单点或双点。这使得垂直的“无导针器”操作在技术上更加精细——有时也很困难。如果整个进针路径不能完整可见，应注意针不要穿过任何可能导致并发症的结构。

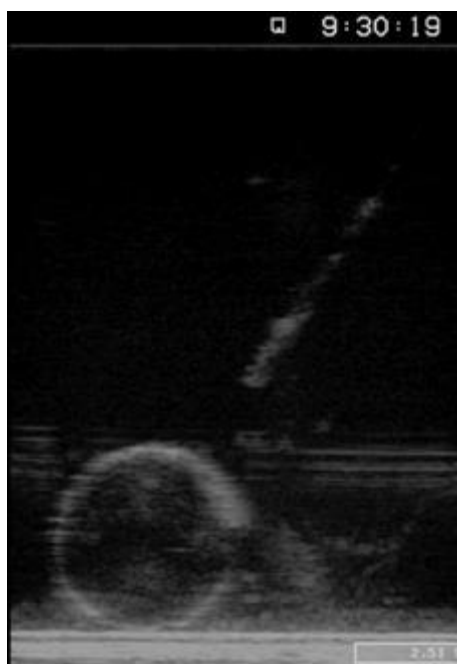
一些介入专业人士会强烈支持“无导针器”或“有导针器”技术，而无视另一种技术。我们认为这是一种错误的态度。“有导针器”和“无导针器”技术都是很好的工具，但就像生活中的其他任何事情一样，它们也有各自的优缺点。当对位于肝脏深处的小病变进行活检时，有导针器是较好的选择，但如果目标是一个大的浅表病变，“无导针器”技术可能同样安全，而且使用速度更快。如果病变不仅表浅，而且很小，并且位于探头和皮肤之间难以完全接触的区域（例如锁骨上区域的淋巴结），无导针器技术可能是唯一的选择（物理上可能没有空间放置导针器，或者可能无法使穿刺线穿过病变）。另一方面，使用 Seldinger 技术的肾造瘘术是一个例子，在导丝插入过程中，导针器也可以用于支撑穿刺针。因此，一般来说，这两种技术不应被视为相互冲突，而应视情况而定。

图 33 无导针器技术。(a) 斜针插入正确的扫描平面（平面内穿刺）。(b) 活检模具中进针朝向葡萄的的超声图像，整个针轴均可显示。(c) 垂直于扫描平面的斜进针（平面外穿刺）(d) 穿刺体模中，针尖进入葡萄的超声图像。请注意，当穿刺针穿过扫描平面时只表现为一个白点，在活检前必须确保这个白点确实代表针尖。

a



b



c



d



患者准备和信息

介入超声的文献相对明确地区分了细针和粗针介入手术患者的准备和随访。我们对介入超声引起的并发症的认识是建立在这一区别之上的。造成这种情况的原因可能不是基于循证医学实践，但由于迄今为止积累的大多数数据都与这一有点武断的定义有关，至少在大量新证据发表之前是这样。

细针被定义为外径小于 1 mm 的针，因此，任何直径等于或大于 1 mm 的针都被定义为粗针。

患者在介入手术前获得的信息以及准备和随访取决于针的大小和手术的性质，即究竟是简单的细针穿刺还是射频消融。虽然不能对每个病例给出具体的指导，但下面我们将给出我们多年来一直使用的一些建议。同一地区的医院之间可能会有微小的差异，实际上不同国家的指南可能有很大的差异，因此也会与文中提到的指南有很大差异。应始终遵循用人单位或国家社会所采用的指南，或者在操作之前更改指南^[10]。关于介入超声的建议（包括患者准备和凝血状态）的国际指南和建议最近已经在^[10]上发表，也可以在一些学会的网页上找到，比如 [<http://www.efsumb.org> 和 www.sirweb.org]。

在斯堪的纳维亚的大多数机构中，作为一项常规，细针活检——无论是用于细胞学评估的细针穿刺活检（fine needle aspiration biopsy, FNAB）还是用于组织学评估的细针芯活检（fine needle core biopsy, FNCB）——都不需要任何生化学测试或备血。患者不需要禁食，也不需要术后观察，这意味着手术可以在门诊进行。术前无需用药，活检可以在局部麻醉下进行，如果是仅穿刺一到两针简单 FNAB 的情况下，甚至可能不需要麻醉。根据医疗法规，以口头或书面形式告知患者手术的性质和与可能的不适，即针尖穿过皮肤插入病变，这可能会或不会引起轻微疼痛。重要的是，患者还被告知并发症的潜在风险，以及在出现意外症状时如何应对。

对于已知有凝血功能障碍的患者、怀疑有较高出血风险或易出现并发症的其他情况的患者，需要遵循更严格的指导意见。除凝血性疾病外，还包括接受抗凝药物和化疗、有大范围肝转移或胆汁淤积的患者以及其他导致肝功能障碍的患者。我们的机构长期以来此类病例的指南：住院患者，禁食 6 小时，INR<1.5 且血小板计数为>40,000/ μ l 的 3 天以内的凝血系统实验室检查，以及术后 6 小时观察，但我们知道这些规则和建议的变化似乎没有任何证据依据。

如果不满足这些实验室标准，并且认为该介入操作对患者的治疗至关重要，那么我们建议给予 2 单位血小板或新鲜冷冻的血浆，以纠正相关凝血参数。这两单位应在术前和术中各用一次。为简便起见，这些建议也适用于接受粗针活检（core needle biopsy, CNB）或需要使用大导管或其他器具操作的患者。

在肝活检指南中（无论是否图像引导），建议在活检前（最好在 24 小时内）检查凝血酶原时间（或 INR）和血小板计数，但对于不应进行活检的实验室数据的确切值，目前的数据未达成明确共识^[11]。现在越来越多的弥漫性肝病的肝脏活检似乎是在超声引导下进行的^[12,13]。活检是在门诊还是住院进行，以及应该使用哪种类型的针，这在文献中一直存在争论^[14-16]。在门诊患者中使用 18G 粗针对肝脏和其他腹部器官进行活检目前是被报道是安全的^[17]，这意味着活检后 1 小时让患者在门诊观察，然后进行 FAST 扫描以排除出血。如果没有并发症的迹象，患者将得到书面通知离开，并获得随叫随到的外科医生的联系方式。

大多数手术可以在局部麻醉下进行，无需镇静。有些病人可能非常紧张，需要镇静甚至全身麻醉。长时间或复杂的病例，如大多数射频消融最好在某种全身麻醉或清醒镇静下进行，因为患者必须长时间保持体位不变。

并发症

根据现有的大型调查和机构研究文献，主要并发症的总体风险在 0.05%至 0.4%之间^[18-20]，主要并发症被定义为导致临床状况显著恶化和/或需要大量护理（如输血、复苏、手术）、延迟出院或重新住院的并发症。

在大型调查中，腹部活检的死亡率在 0.001%至 0.038%之间^[18, 19]，一项针对 8172 例患者的大型前瞻性多中心研究报告的死亡率为 0.05%^[20]。对所有腹部器官进行活检后均有死亡病例报告，但肝或胰腺活检后并发症发生率和死亡率最高^[18]。在一项脾脏活检的多中心研究中，主要并发症发生率低于 1%^[21]。

肿瘤种植转移是一个有争议的话题^[22, 23]。已经发表了一些模糊的报告，可能给读者留下相当频繁和潜在危险的并发症的印象。由于难以获得完整的随访资料，实际数量难以确定。在一篇包含 8 项大型研究的综述中，发病率在 0.003%-0.036%之间^[19]。

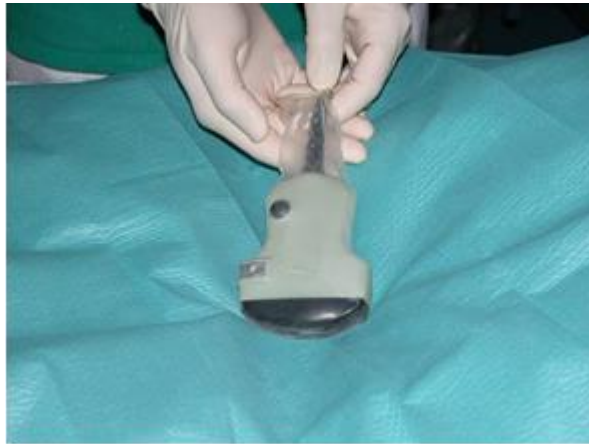
因此，肿瘤种植转移似乎是罕见的，其发生率与其他主要并发症相当，这种最小的风险显然必须与患者通过活检获得的主要收益进行权衡。为了避免种植转移，一些中心接受 CT、PET-CT、MRI 和/或 CEUS 等两种不同的影像学检查一致发现的肝脏和/或胰腺可疑但可切除的肿瘤，而不接受活检证实。另一方面，如果诊断仍然不明确，多学科团队可能会要求进行活检。在胰腺肿瘤中，与经皮活检相比，EUS 引导的活检与较少的种植转移有关^[24]。可能出现长期疼痛或不适、血肿形成或轻微感染等轻微并发症，应根据症状的严重程度处理。

无菌性

所有介入手术都应遵循无菌规则，但并非所有病例都需要完全覆盖探头以符合这一原则。一个简单的 FNAB 或诊断性液体抽吸使用“无导针器”技术完成，而无需探头接触穿刺针。将探头放置在感兴趣的区域后，在选定的皮肤穿刺部位清除多余的凝胶，并用酒精消毒。穿刺针即可在不接触探头的情况下直接指向目标，但仍然处在完全的超声引导下。涉及多次进针穿刺或导管放置的病例，或其他更“复杂”的病例，以及在许多机构使用“有导针器”技术进行的所有病例都需要覆盖患者，以及使用无菌超声凝胶和使用无菌套来覆盖探头表面。应注意不要直接通过凝胶进行 FNAC，以避免和显微镜载玻片上混入凝胶点。对于涉及使用多种器械的操作中，需要有无菌铺巾的工作台（图 4）。

图 44 无菌。有无菌薄膜覆盖的探头 (a)；浸泡在酒精溶液中的探头 (b)；有无菌铺巾的工作台和器具 (c)；皮肤消毒和一块无菌铺巾足以进行无导针器 FNAB (d)。对于涉及多种器具的操作，如 Seldinger 肾造瘘术，建议进行全面铺巾。

a



b



c



d



诊断应用

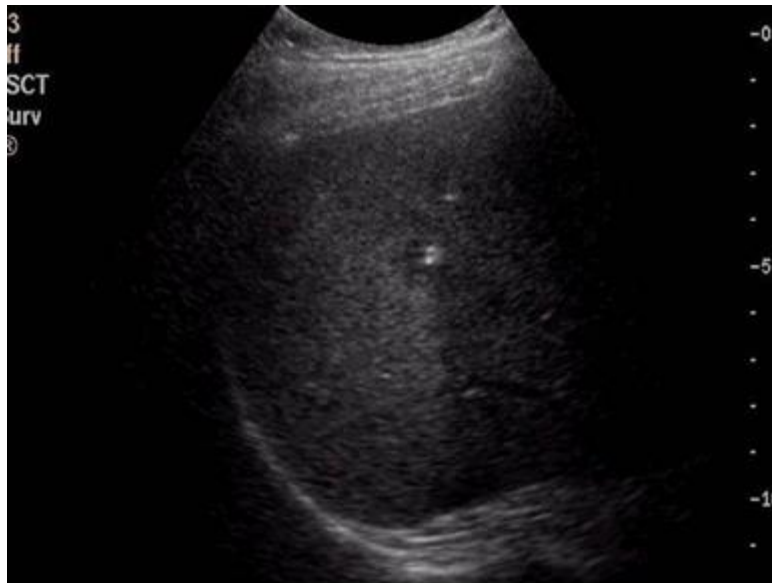
当发现不明原因的实性病变时，通常需要进行**细针活检**。如果病人有癌症病史，FNAB 通常足以证明转移癌的存在。这可以用一根简单的 0.8 毫米针头进行肌肉内注射。穿刺针有不同的长度，使用“无导针器”技术和一根 10 厘米的穿刺针可以到达上腹部的大多数病变内（图 5），并通过一到两次进针获得用于细胞学评估的诊断性抽吸物。肌肉注射针安装在 10ml 注射器上，一旦看到针尖进入病变内，就轻轻地前后移动针头，同时用拇指或食指拉回注射器上的活塞进行抽吸。然而，有人建议来回移动针头可能会增加样本中的血液量，在最初抽吸出过多血液的情况下，可以尝试保持针头不动但反复抽吸 3 或 4 次的技术。组织取样后，将注射器从针上松开，抽几毫升空气，再安装回针上，并将空气推入针内，使针头内的抽吸物沉积在玻片上，以便病理学家进一步处理之前进行空气干燥或固定。

图 55 肌肉注射针进行 FNAB。（a）肝转移灶较大。良好的针道显示。（b）1cm 肝转移病灶中心可见针尖。除非患者非常配合，否则当目标小且深时，建议采用“针道引导”技术。

a



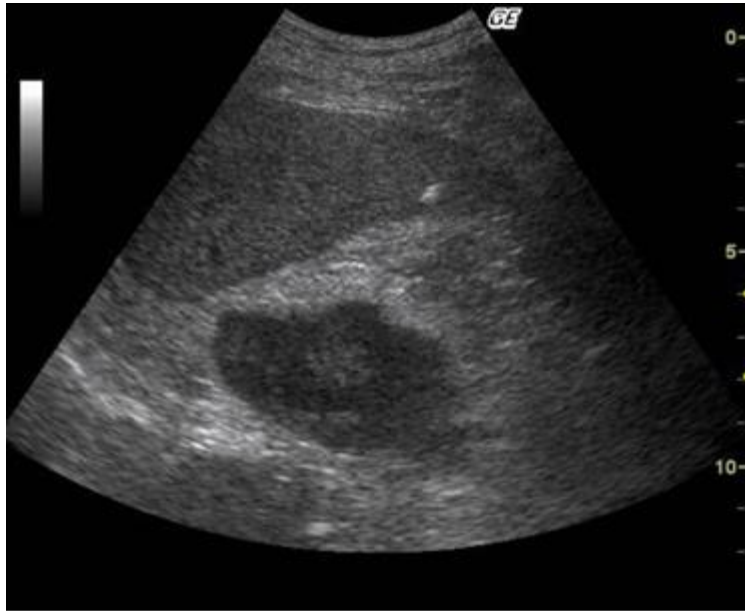
b



如果需要更长的穿刺针，在组织取样时可能需要使用同轴针（例如，1.2 mm）来固定较细的活检针，因此，使用“有导针器”技术也是最方便的。将导针器安装在探头上，一根带针芯的 1.2 mm 的腰穿针（针鞘）穿过皮肤、皮下和腹壁肌肉层，但通常不会进入靶器官。取出针芯，将细针通过露在体外的 1.2 mm 的针鞘来进入病灶。使用这种同轴技术，包括 FNCB 在内的多次进针穿刺可以通过一次皮肤穿刺即可完成。虽然细针可以安全地穿过目标器官，如肝脏、脾脏^[19]或肠道（图 6），但建议在实际进行活检之前使用彩色多普勒检查所选择的针道，以避免损伤较大的血管结构（图 7）。此外，在操作过程中，为了避免因患者的呼吸而导致的器官移动，针头不能过于靠近肝脏或脾脏的边缘，从而造成意外的撕裂。

图 66 穿刺路径。细针活检可以安全地通过上面的器官获得，如本例来自肾上腺肿块的“无导针器”经脾 FNAB。（a）针穿过脾脏，与边缘保持安全距离，针尖刚好在肿瘤外。（b）针尖在肿瘤内可见，准备抽吸

a



b

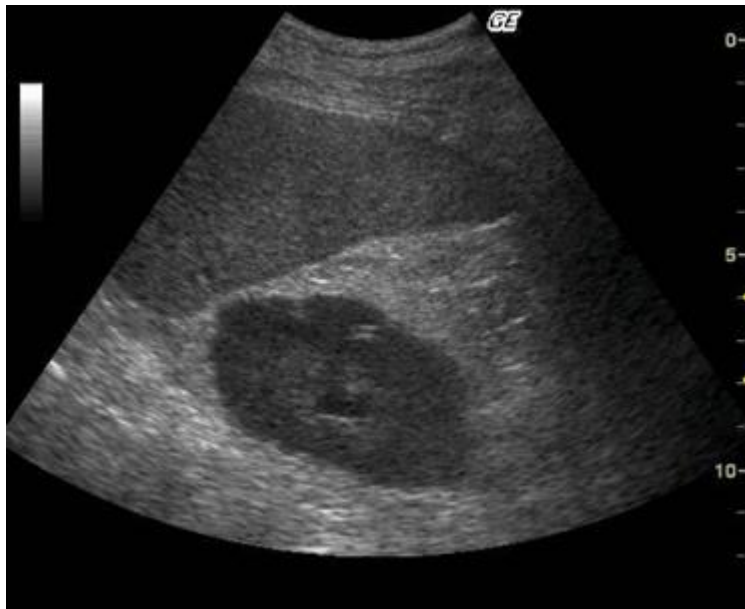
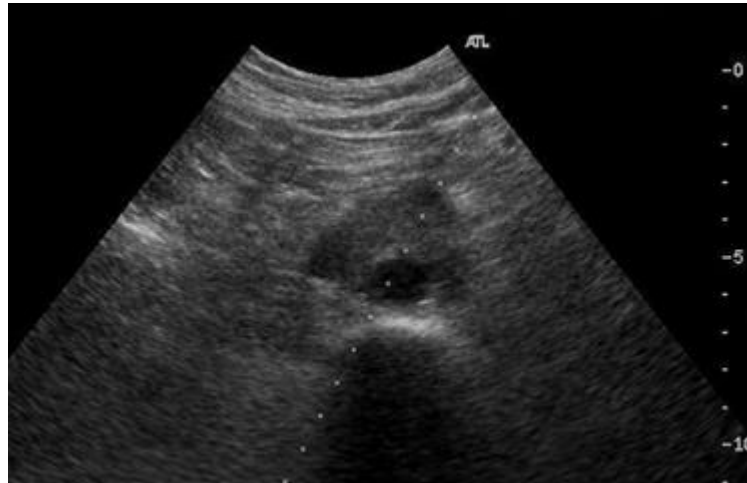
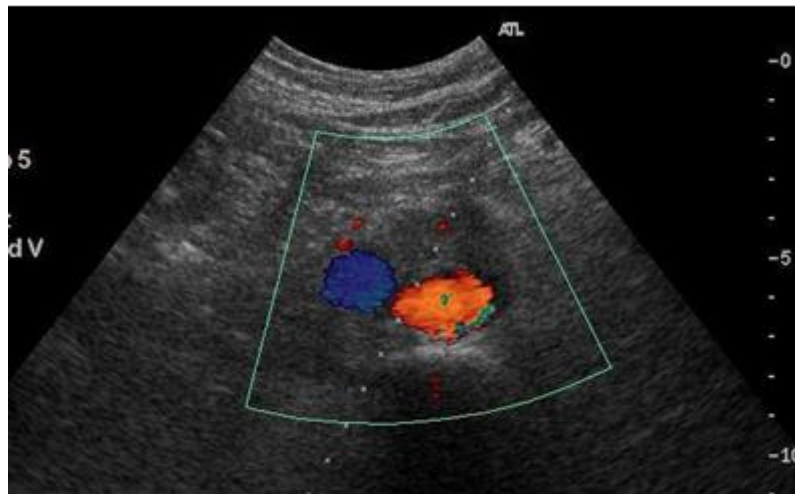


图 77 彩色多普勒可以有助于鉴别实性肿块和邻近血管结构。（a）腹膜后淋巴结。（b）主动脉和 IVC 很容易用彩色多普勒识别。可在彩色多普勒模式下采用“有导针器”技术和穿刺线进行活检。

a



b



如果病变非常深，0.6 mm 的针可能不够长，因为同轴针会“占用”10cm 的细针长度，可能被迫将同轴针穿入目标器官。在这种情况下，必须将针芯放回外腰穿针（针鞘），并将现在“置入”的腰穿针（针鞘）继续穿入器官几厘米，以避免划伤器官的包膜，从而引起大出血的风险。然而，一些机构更喜欢使用细针和活检引导装置，而不考虑目标的深度，通过快速进针，针弯曲的问题可以忽略不计。

如果患者无恶性肿瘤病史，建议同时进行 FNCB（fine needle core biopsy）和 FNAC（fine needle aspiration cytology）检查。FNCB 的取材是一个规则的组织条，可以用特殊

的染色方法或免疫组织学技术进行处理，这可能对寻找原发肿瘤有很大的帮助，或提供准确的病理诊断。当穿刺针来回移动时，FNAC 的样本体积较大，因此可能比粗针组织活检有更高的取样率。因此，两者的结合是一个强有力的匹配。当地有关细胞学/组织病理学的专业知识也可能影响方法的选择。

市面上有许多不同种类的组织活检设备。大多数都是 Tru-Cut 原理的改进，即用外针切割组织，并在内针的一个槽中取样，或者是 Menghini 原理，即通过旋转操作将组织切割，并通过抽吸取样到针中。两种穿刺针均可用于同一病变的多次穿刺，将组织条转移到无菌纸上，然后浸泡在含有固定液的容器中（图 8）。

图 88 **Tru-Cut** 原理和活检枪。上：从左到右显示 (a) 带有组织取样槽的内针向前放置，而外切针仍处于“搁置”状态。在活检过程中，两根针在瞬间移动，(b) 针装入枪，(c) 针尖刺入皮肤切口。图片显示了在探头上带有无菌套的“无导针器”操作。下：从左到右显示 (a) 食指在扳机上。“有导针器”操作，探头浸泡在酒精中消毒 (b) 组织条在无菌纸上 (c) 将带有组织条的无菌纸放入福尔马林。准备再次活检。

a



b



c



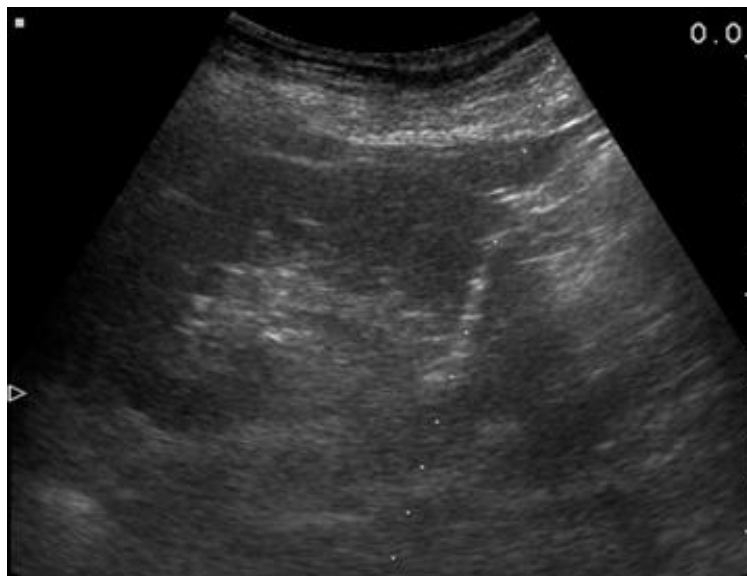
市面上大多数组织活检设备都是自动或半自动的，这些设备通常被称为“活检枪”，因为它们在对组织采样时会产生噪音。在超声引导下，将针头刺入器官包膜外的一个点，同时针尖穿过包膜进入实质几厘米，嘱患者屏住呼吸，然后按下装置上的扳机“发射”“活检枪”（图 8）。当激发时，内针快速向前移动，在不到一秒的时间内，外针会切割组织并将其存放于内针的采样槽中。在一些型号上，通过调节设备上的控制按钮，采样槽的大小可设置为不同的长度，通常在 1 到 2cm 之间。改变取样槽的长度与针尖在发射时前进长度的变化相对应，从而使操作者能够避免无意中刺破附近不应该被刺中的结构。可以通过选择具有固定的不同尺寸采样槽的针来预先确定击发长度，这样的需要已经被其他制造商实现了。活检枪有可重复使用的和一次性使用的，而且成本可能差别很大。可重复使用的活检枪，针头显然是用后即弃的，但枪本身可以匹配不同的尺寸、从细到粗的针头，因此该设备可以被认为具有高度的通用性。

粗针活检 (CNB) 可以获得组织学样本，例如，用于诊断肝肾实质疾病和淋巴瘤（图 9）。通常首选 1.4 到 2.0 毫米的针。中间尺寸的针是一个术语，有时用来描述日益流行的 1.2 毫米 Tru-Cut 型针。在许多机构中，它已经取代了 FNAB 和 FNCB 的使用，但根据定义，它是一根粗针，因此必须相应地按照粗针活检的方式来使用。粗针

活检通常是肿瘤治疗中心的首选，因为这种类型的针获取的组织学样本可用于基因谱和肿瘤突变等先进技术。

图 99 粗针活检。（a）采用“导针”技术进行 **2.0 mm** 肾粗针活检。在肾下极附近正确进行活检，以最大限度地减少出血风险，并增加可用于显微镜检查的肾皮质数量。（b）脾脏局灶性病变，疑似淋巴瘤。采用“无导针器”技术进行 **1.2 mm** 的粗针穿刺活检，针道显示良好。

a



b



超声引导下的关节内介入治疗

CT 和 MRI 关节造影要求在 CT 或 MRI 扫描前在关节内注射造影剂。与透视引导下的技术相比，超声引导下的手术速度更快、更精确，成功率更高，疼痛评分更低^[25]。超声引导下关节腔穿刺术的基本原理与其他介入技术相同。最常用的方法是使用无导针器穿刺技术——在关节内放置针尖时，在穿刺部位和目标之间相对较短的距离内，提供最大的调整自由度。不同的入路和穿刺针的选择可能有个人或局部的偏好，特别是关于盂肱关节，但最重要的是确保造影剂用于关节内，而不会明显渗漏到周围组织。建议在髋关节和盂-肱关节上采用斜角入路，避开盂唇。在超声引导下，在盂肱关节后路注射 MR 造影剂如（图 10）所示。超声引导下在关节内注射类固醇的操作过程类似于注射造影剂。总体而言，超声引导下注射比体表标记引导的注射更准确^[26]。所有关节的介入手术均可在超声引导下进行，包括手指的小关节^[27]。一种高频线阵探头（7-12 MHz），甚至是一种用于小关节的曲棍球棒形的探头，被推荐用于关节内介入，同时使用适当长度和直径的千叶型针。长 6 厘米的 23 G 千叶针或长 8 厘米的 21 G 千叶针是常用的标准针，适用于超声引导的髋关节和肩关节介入。在较小的关节，应采用较短和较细的针。

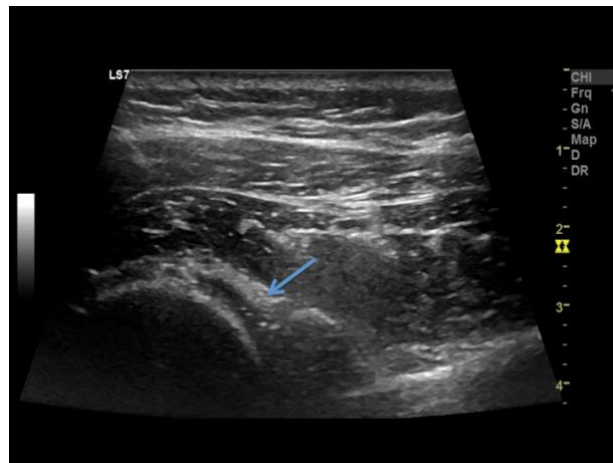
操作者应知道任何造影剂、类固醇、局麻药或其他物质的治疗效果、副作用和可能的并发症，应向患者解释并被接受。操作者应具备必要的临床技能、使用标准的应急装备和拮抗剂来处理最终的血管-迷走神经反应、急性过敏反应或心血管急症。

图 1010 超声引导下的孟肱关节穿刺。后入路。超声引导的关节穿刺术中针尖（箭头）穿透关节囊（a）。超声引导下关节穿刺时，关节内液体（MR 造影剂）填充左孟肱关节。孟唇（箭头）（b）。在针（箭头）退回前，孟肱关节有膨胀的滑膜囊，其中包含无回声的 MR 造影剂。后入路（c）。

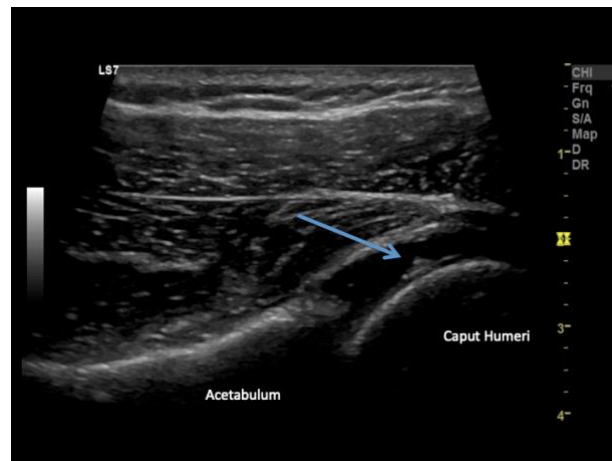
a



b



C



超声造影和活检引导

肝脏的病变通常在增强后能更好地勾勒出来，增强超声也可能显示造影前不可见的病变。即使造影剂增强的效果只是暂时的（在几分钟内测量），也可以利用造影剂增强检查作为指导^[28]。

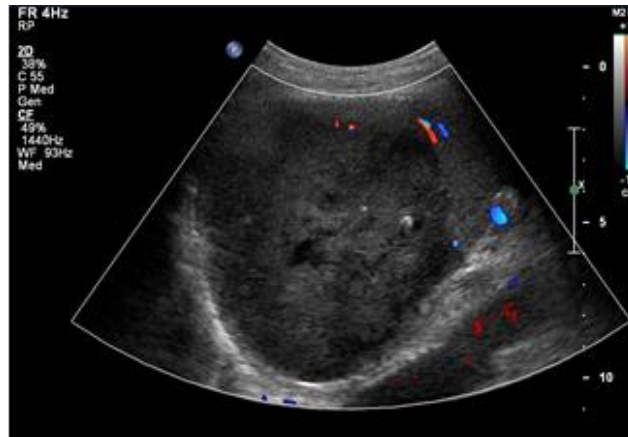
整个操作过程中可能需要多次注射造影剂。第一次造影剂注射用来识别和初步分类病变，在此期间，可以标记出局部麻醉的部位。当活检一切准备就绪，包括无菌覆盖，连接活检导引装置和做好皮肤切口后，再进行第二次注射，通常会有足够的时间进行多次穿刺。

另一种有用的方法是使用增强造影剂来避开肿瘤中的坏死区域，并将活检引导到肿瘤的活性（灌注）部分（图 11）。

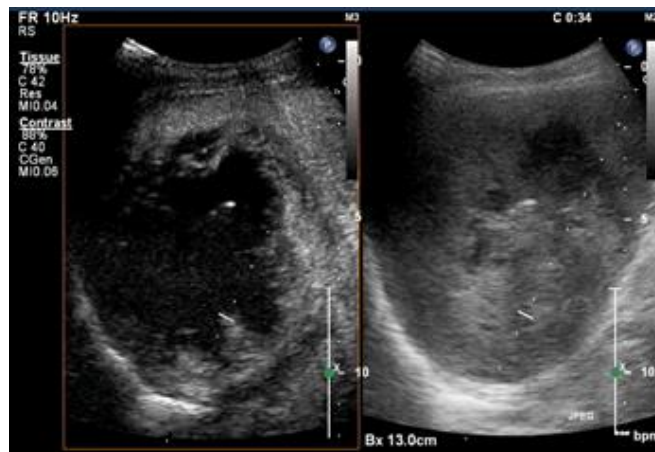
插入引流管时，可通过导管注射造影剂来确定位置。一个例子是确认肾造瘘导管位置，另一个例子是在复杂的脓肿中注射造影剂，以显示未引流的部分和可能的瘘管。这种应用只需少量的造影剂，并且可以很容易地用生理盐水稀释。最近的出版物，包括迄今为止对 CEUS 引导下的介入操作的唯一系统综述，通过大量的图像证明了这些技术的许多益处^[29, 30]。

图 11 巨大的脾脏转移。既往多次活检均为阴性。CEUS 引导下 bx 诊断为间皮瘤。（a）彩色多普勒显示乏血供。（b）左侧图像 CEUS 显示大的坏死中心与周围脾组织之间有一个小边缘增强的活组织。（c）CEUS 引导下从增强肿瘤组织的小边缘进行活检，诊断为间皮瘤转移。

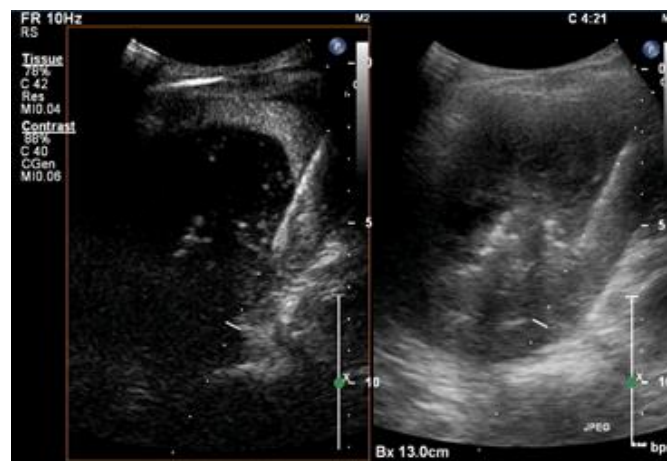
a



b



c



EFSUMB 指南和介入性超声

EFSUMB –欧洲医学和生物学超声学会联合会–已经发布了关于医学超声实践的最低培训建议。针对与不同医学专业相关的几个领域，描述了三个能力级别，第 3 级为专家级别。在关于胃肠病超声的附录中，1 级仅包含简单的活检（针对肝实质疾病），而 2 级则包含了局灶性肝脏病变的活检、积液引流和肿瘤消融^[31]。

最近，EFSUMB 发表了关于介入超声的各个方面的指南和建议：www.efsumb.org。我们强烈建议您去看看这些指南和建议，因为它们几乎涵盖了介入性超声的所有方面^[10, 32-46]。

治疗应用

积液引流如腹水和胸腔积液，在大多数情况下，在超声引导下使用一步法插入导管，可以轻松、安全地引流。导管可以是猪尾的，有内线固定，也可使用球囊内固定。尽管大多数欧洲国家已经采用了国际单位制，但仍通常用 french (Fr) 表示已经测量过的导管的外径。对于腹水和胸腔积液，使用 5Fr~ 7Fr 的细导管通常就足够了，作为对比参考，6Fr 导管的外径约为 2mm。一步法穿刺的导管套装由一个带有内针芯的非切割外针和包绕在外针上的导管组成。穿刺时一旦看到针尖在要引流的液体内，就拔出针芯，如果液体自由流出，则轻轻向前推进导管，同时保持外针固定。如果液体没有压力不能自动流出，可能需要使用注射器或吸引系统将其引流出来（图 12）。

一步式导管套装虽然便于引流，但不能像腰椎穿刺针那样容易穿透组织，如果组织是纤维性的或由于其他原因难以穿透，则导管可能难以进入。如果出现这一问题，就有可能将操作方式转化为 Seldinger 技术，使用腰椎穿刺针引入导丝，最后沿导丝将导管插入。一旦导管正确到位，应固定导管并留在原位数小时，以使液体通过重力排出。如果积液量非常少（深度小于 1.5cm），建议使用 1.2 mm 的腰椎穿刺针进行抽吸，而不是插入导管^[3]。

图 12 一步式猪尾导管-腹腔积液引流。（a）一步法装置由内针芯和非切割外针以及最外面的导管组成。穿刺时还需要切皮用的手术刀和抽吸用的注射器。（b）用“无导针器”技术操作。（c）超声图像显示针尖位于液体内部时，取出针芯，用注射器在外针上抽吸来确认位置正确。（d）一只手保持外针固定的同时，另一只手向前推猪尾导管进入积液区。

a



b



c



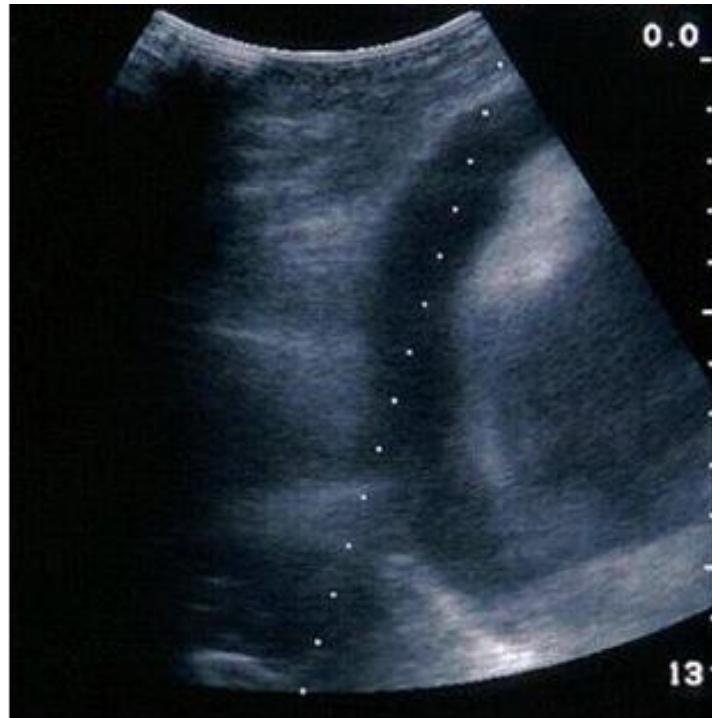
d



心包积液的引流比较微妙。尽管症状严重，但液体量通常有限，液体层厚度可能不超过 1-2cm，而心肌组织就在其下方。由于肋间软骨或钙化，穿刺路径上的组织可能非常坚硬，如果硬组织意外被突破，穿刺针无意中被推进到很深部的风险是不容忽视的。此外，病人可能因心脏收缩症状而不能完全躺下，并可能被迫以尴尬的姿势进行穿刺。由于这些原因，心包积液导管一般应采用 Seldinger 技术进行，且采用“有导针器”技术。可能的穿刺途径可以是剑突下或肋间。我们建议将针道倾斜，使针头能够平行于心肌插入，以防止表面覆盖的坚硬组织被突破时意外刺穿心肌（图 13）。在一项对 1127 例超声引导下陆续心包穿刺的研究中，手术成功率为 97%，总并发症发生率为 4.7%（主要 1.2%；次要 3.5%）^[47]。

- 图 13** 心包积液的引流术。（a）液体层较薄，选择平行于心肌的穿刺路径。（b）患者不能平躺。穿刺过程中可能发生心律失常或心脏骤停，因此需要连续心电图监测。（c）带导针器的探头“打开”，允许放置和/或释放针。（d）将针放置在导针器上，确保不会脱落，但仍允许针能自由地上下运动。（e）插入针，退出内针，引入导丝。

a



b



c



d



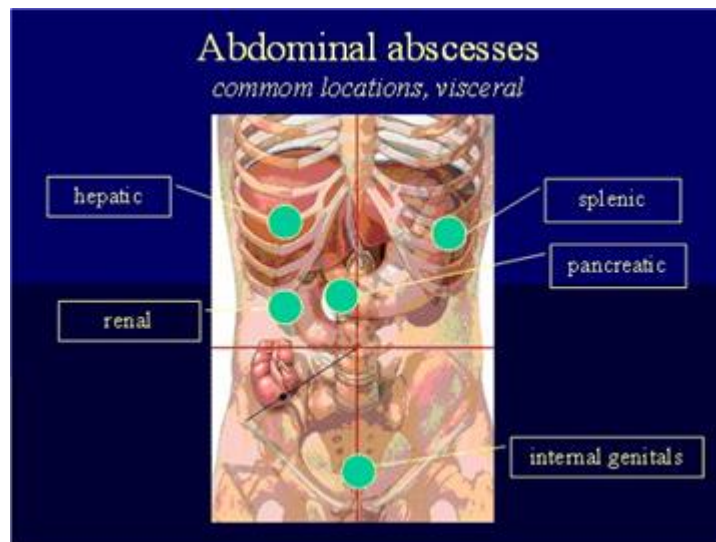
e



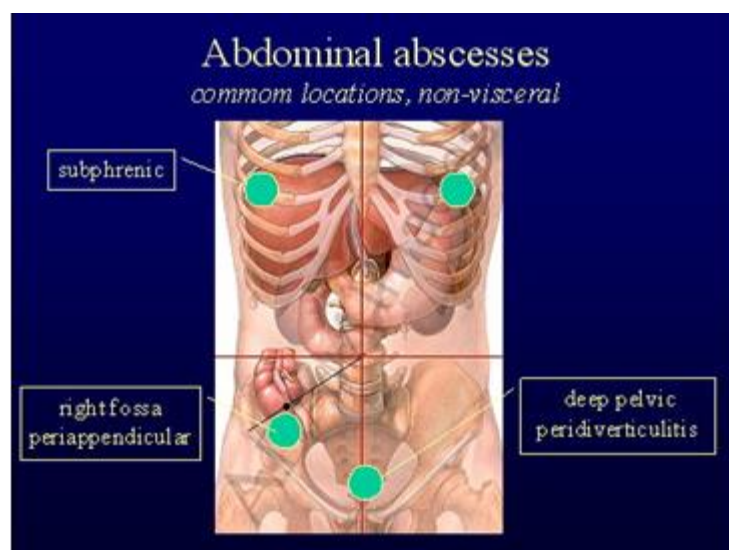
经皮脓肿引流术于在 30 多年前问世，此后已成为脓肿治疗的首选方法^[48,49]。脓肿可定义为由组织崩解后在腔内形成的局部脓液集合。脓液是一种浓稠的灰黄色液体，是由白细胞、液化组织和细胞碎片积聚而成。大多数脓肿是由细菌入侵组织形成的，但也有一些是由真菌或原生动物甚至蠕虫引起的，还有一些是无菌的。75%的腹部脓肿是非内脏的（腹膜内或腹膜后），25%是内脏的（肝、胰腺、脾、肾）。最常见的内脏和非内脏脓肿部位见（图 14）。有几个因素易导致腹腔和腹腔外脓肿的发生，其中包括炎症性疾病（胆囊炎、阑尾炎、憩室炎、胰腺炎、克罗恩斯病）、腹部手术、腹部癌症、创伤（钝性或刺伤病变）和免疫缺陷。

图 14 腹部脓肿的常见部位 (a) 内脏源性脓肿 (b) 非内脏源性脓肿。

a



b



许多脓肿主要在 CT 或 MRI 上被发现，但脓肿的最终诊断是用细针进行诊断性穿刺。穿刺针的内径通常从 0.8 mm 开始，但如果由于粘稠的液体/脓液而失败，则应使用直径达 1.2 mm 的较粗针。如果脓液可以抽吸，脓肿即诊断明确，应进行引流（图 15）。

图 15 (a) 用 0.8 mm 针穿刺肝脓肿 (b) 7F 导管。(c) 应抽吸所有脓液，然后继续用无菌生理盐水冲洗，直到抽吸的液体是透明的。

a



b



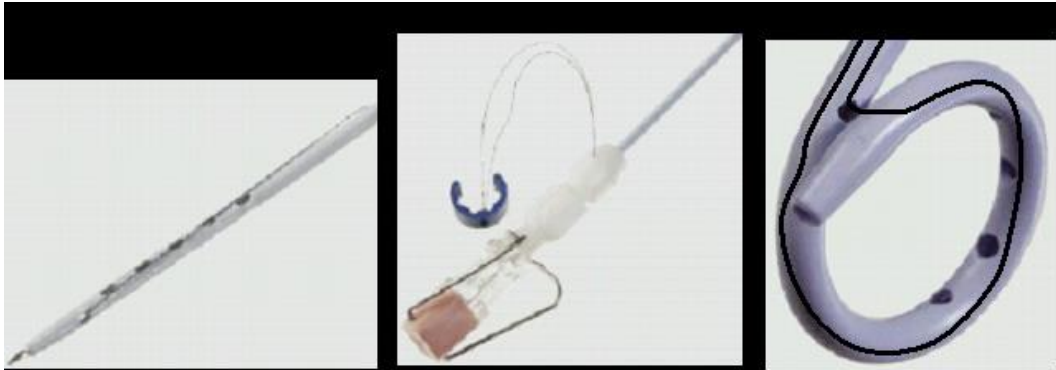
c



脓肿引流遵循上述超声引导和穿刺的规则。一般来说，脓肿的治疗方法是插入导管，吸空脓液，用无菌生理盐水冲洗，直到吸出物变清为止。抽吸和冲洗的过程应每天重复 3 次，直到患者治愈，有些脓肿需要更频繁的冲洗（每天最多 6 次）^[3]。有效的导管内固定（猪尾或球囊或弦锁），结合彻底的导管外固定（外贴固定装置）（图 16），在必要时可以在数日或数周内保持正确的导管位置。不建议常规使用抗生素，但应除外有严重败血症症状和体征的患者。

图 16 导管内外固定很重要，可避免不慎移位。（a）内固定导管的一个例子是带内弦锁的 Loop 导管（b）外固定贴膜。

a



b



如果脓肿很小，即小于 3-4 厘米，或者超声扫描发现穿刺路径不能避开覆盖的肠祥，应该使用穿刺针按照抽吸和冲洗的原则对其进行引流。如果较大脓肿位于肠管的深层，可插入导管并通过导管进行抽吸和冲洗，但操作结束后应拔出导管，以避免瘘管形成。后续超声检查应包括必要时重复穿刺和引流。位于下腹部的脓肿包括深部的盆腔脓肿，可能无法经皮入路穿刺到。这些脓肿可以通过经直肠或经阴道的途径进行治疗。此外，在某些情况下，可以使用经臀部肌肉通路或经会阴入路^[51]。位于腹腔外的脓肿也可以在超声引导下经皮穿刺成功引流。乳房脓肿就是这样一种应用。

图 17 脓肿引流 (a) 与大多数脓肿一样具有回声的乳腺脓肿。(b) 用猪尾式导管引流。

a



b



超声引导下**不同器官置管引流**是介入超声的成熟应用。急性胆囊炎的胆囊造瘘术和有明显肾积水的短期肾造瘘术，均可在超声引导下一步法放置猪尾导管。在大多数情况下，比如胃造口术^[53]，放置中心静脉导管^[54]，无积水或轻度积水的肾造瘘，则首选 Seldinger 技术，因为一步法套管针的切割能力有限，会导致实际穿刺偏离预设路

径，并且影响针尖在超声上的显示。此外，这些操作通常包括在插入导管之前扩张针道，因此导丝是操作过程中不可或缺的。

组织消融在过去的 30 年里，经皮、腹腔镜、腔内或内镜超声引导下，通过热、冷冻、酒精或放射性种子消融各种器官的局部性癌症得到了广泛的应用^[55]。

这些技术通常被称为微创治疗，但实际上在侵袭程度、设备的复杂性、花费的时间和需要的人员以及与治疗相关的费用方面有很大差异。

消融治疗的应用范围非常广泛，既有简单的操作比如用一个针头和含有几毫升乙醇的注射器来消融甲状旁腺功能亢进腺瘤；也有高度复杂的场景，即液氮在温度约为-200 摄氏度的高压环境下，在一个大的容器和几个专用的消融探针中循环，这些探针被提前仔细地放置在前列腺癌病灶中。

每种方法都有其优点和缺点，由于所治疗的疾病非常不同，因此只能在有限的程度上比较不同方法所取得的结果。

因此，任何对这两种技术有极大兴趣的人都可以搜索文献以获得详细信息。

一般而言，乙醇已被用于肝细胞癌和甲状旁腺腺瘤的消融，前列腺癌主要通过碘-125 粒子进行近距离照射治疗，对肝转移、前列腺癌和肾癌进行冷冻治疗，最后，使用激光、射频（RF）、微波或高强度聚焦超声（HIFU）通过加热进行的热消融已有多种适应症，已在多种器官中使用，但目前主要用于治疗结直肠癌肝转移。

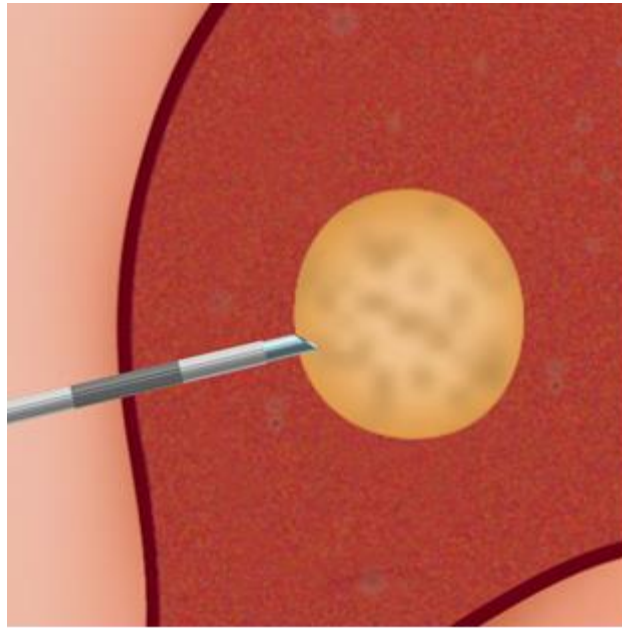
当然这些广泛应用的治疗方法的结果差异很大，但据报道，它们在特定的患者群体中取得了一定程度的成功。

然而，有一种技术似乎是出类拔萃的，那就是射频消融。从发表的文章数量和报道的新应用数量来看，可能没有其他消融技术的受欢迎程度有如此之高。

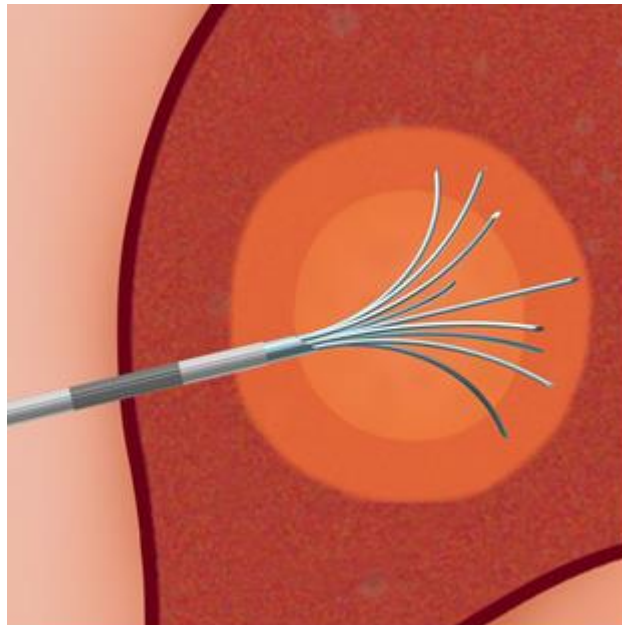
专门用于消融的射频设备以及内置的生物反馈系统都是可供使用的，尽管科技含量非常高，但实际操作起来非常容易。射频探头被设计成针状，其操作过程类似于任何其他超声引导的介入操作，即穿刺针在实时扫描的引导下到达其目标（图 18）。一旦穿刺针到位，消融针必须在该处停留一段时间，这与肿瘤的大小有关。对于在确定位置的每次进针，已经证明需要 10-12 分钟来达到最大凝固性坏死量（肿瘤平均直径为 2.5-3.0 厘米）。如果肿瘤大于 2.5-3.0 厘米，则需要多次进针，且进针部位需要在肿瘤内部充分间隔，因此治疗的总时间可能要长得多。如果要消融更多的肿瘤（通常最多 5-6 个），所需时间会相应增加，因此整个过程可能需要 60-90 分钟，并且必然患者必须在全身麻醉下进行。

图 18 射频消融。有几种不同型号的射频探头可供使用。插图显示了可伞形展开的类型。（a）将射频针插入到转移灶的边缘。（b）射频针尖头伞形展开。一些传送射频能量，一些测量温度。（c）使用射频针进行肝转移消融。针尖可见。（d）射频消融后转移灶立即出现高回声。

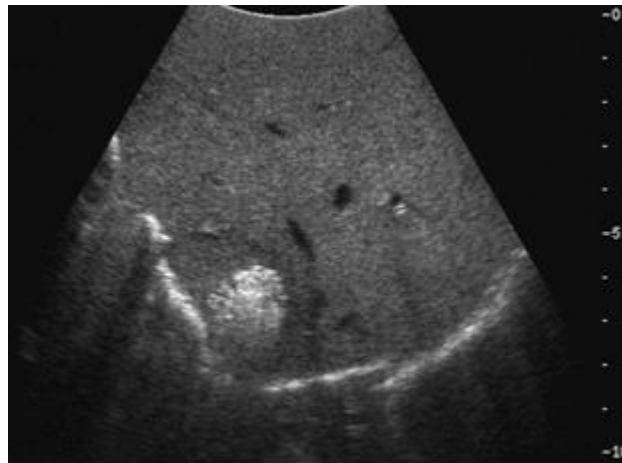
a



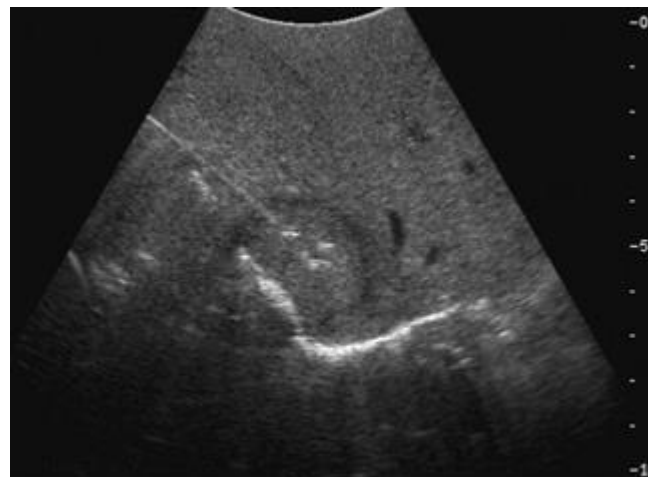
b



c



d



微波设备显然能够克服射频消融的一些局限性，已被引入临床实践：与射频相比，使用微波针可以在更短的时间内实现更大的凝固坏死体积，并且血液流动引起的热沉效应（这是影响射频效果的一个重要限制因素）显著降低。此外，如果将多个精确间隔的天线同时插入目标并激活，则仅需 8-10 分钟即可获得直径为 6-7cm 的消融体积。如果随访表明存在残余的活性转移组织，可以在短时间内进行重复的射频消融，这在手术中通常是无法做到的。

经皮射频（radiofrequency RF）热消融术是治疗肝细胞癌和肝转移瘤的一种有效方法，可以避免大手术，延长患者生存期和治愈机会。

肝细胞癌（hepatocellular carcinoma HCC）的治疗策略与肿瘤性疾病的分期和潜在的慢性肝病密切相关。对于早期肝细胞癌，在可行的情况下，对于不适合肝移植的患

者，手术切除被视为治疗首选。这一想法是基于肿瘤学假设，即切除是获得完整的肿瘤消除的最合适的选择，切除范围还包括肿瘤周围的一层组织。手术治疗通常可以消除包膜微浸润、直接的包膜外侵犯、卫星结节和肿瘤附近门静脉小分支中的肿瘤栓塞，这是相对于非手术治疗（**non-surgical treatments NSTs**）的主要优势，非手术治疗主要是消融和经动脉化疗栓塞（**trans-arterial chemoembolization TACE**）。

近 10 年来，这种情况发生了巨大的变化，目前 NST 不仅被广泛用于不能手术切除的患者，也被用于可以手术切除的病例。

慢性肝病的背景、患者的特征（年龄、相关疾病）以及肝细胞癌（HCC）临床表现的多样性使得 HCC 非手术局部治疗的选择非常困难。此外，可供选择的治疗的方法也在逐渐增多 [经皮乙醇注射（**percutaneous ethanol injection PEI**）、射频消融（**radiofrequency ablation RFA**）、激光、微波、超选择性经动脉化疗栓塞（**super-selective trans-arterial chemoembolization sTACE**）等]，每种方法的技术都在不断改进。因此，在选择治疗方法之前，必须考虑每种方法的预期疗效、风险、报告的副作用率，以及最后但并非最不重要的：每种方法的成本。

在非手术局部治疗中，目前被认为 RFA 的治疗效果最好。出于这个原因，也因为最近的两项随机试验没有报告手术切除和 RFA 的生存率有显著差异^[56, 57]。RFA 目前被广泛用于直径小于 3.0cm 的单个 HCC 结节的一线治疗。然而，某些肿瘤难以通过 RFA 治疗，因为它靠近可能被治疗损伤的解剖结构，或者靠近大血管，大血管内的血液流动可能导致消融区的热量损失。这些病例采用 PEI 或 sTACE 治疗。对于消融失败的病例，外科手术可作为挽救性治疗。

此外，射频消融术被认为具有极低的死亡率和严重并发症的发生率。相比之下，肝细胞癌手术切除的死亡率为 0%至 15%，平均为 5%。胆红素升高和门脉高压已被确定为 HCC 患者切除术后的不良预后因素，同样它们也与消融后较低的生存率相关。

总之，与手术切除相比，RFA 治疗小肝细胞癌的有许多优势，包括不丢失非肿瘤组织、损伤小、可重复、并发症发生率低和费用低（治疗时间和住院时间少）。此外，我们的经验表明，RFA 在局部疾病控制和生存率方面与外科手术效果等同。这些数据表明，即使没有手术切除的禁忌症，对于 2.0 cm 或以下单个 HCC 结节的患者，RFA 可被视为首选治疗方法。后者与其他治疗方案（如 PEI 或 sTACE）一起，可用于那些肿瘤不适合接受 RFA 的患者，或作为少数 RFA 失败病例的挽救性治疗。对于 2.0 至 3.0 cm 的肝细胞癌，射频消融仍然是一种有效的治疗方法，但必须对每个患者考虑手术切除和

sTACE，特别是在首次就诊时（既往切除术后的新发肝细胞癌通常不太适合手术），以及消融不可行或技术上受到挑战时。

对于中度肝细胞癌的治疗策略完全不同，因为进行肝移植和切除的可能性极低。在疾病的这一阶段，预后与慢性肝病的病程高度相关，每一个治疗决策都必须考虑到局部优势和进一步降低损害肝功能的危险。可采用单一疗法（PEI、RFA 或 sTACE）或三种治疗方案的组合（根据具体情况定制），局部控制率在 75%至 90%之间，治疗相关的死亡率和主要并发症的发生率非常低。不幸的是，新病灶的频繁发生和基础慢性肝病的进展导致 5 年生存率不超过 25-28%。就肝转移而言，多项临床研究已经报道了射频消融的良好效果，它的局部控制率和长期生存率几乎与文献中报道的结直肠癌、乳腺癌和内分泌恶性肿瘤转移的手术切除效果相当，但并发症发生率和治疗费用较低。然而，要取得良好的效果，最基本的要求是转移灶的大小，临界值为 3.0-3.5 cm（图 19）。

图 19 位于 4 段的 13 mm 结直肠肝转移灶射频消融。 (a) 术前 CT 图像 (b) 术前超声图像 (c) 超声引导和监测消融。 (d) 一个月后的 CT 显示大范围的完全消融

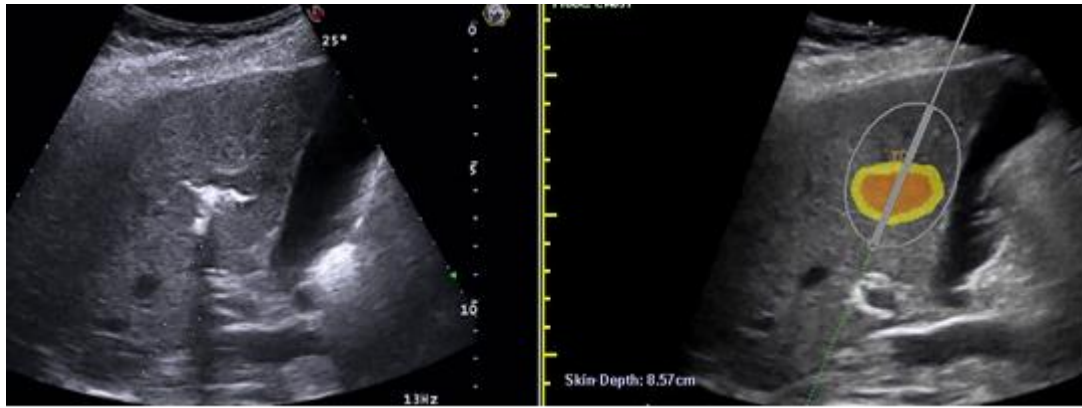
a



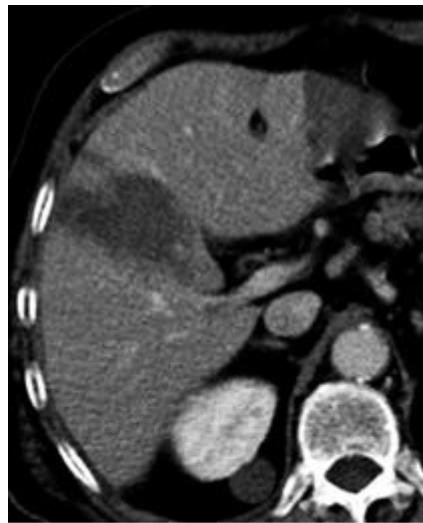
b



c



d



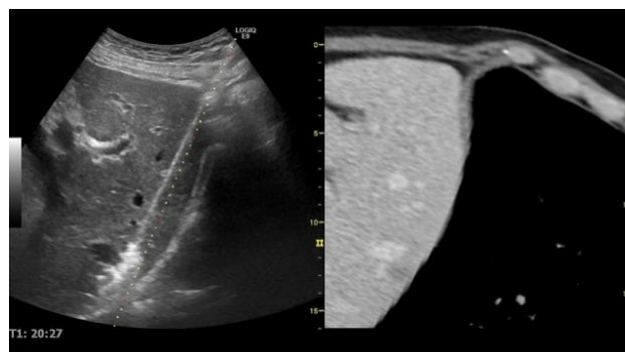
当然，任何新的治疗方法都必须经得起时间的考验，但就结直肠癌肝转移的射频消融而言，迄今为止在文献中积累的证据毫无疑问地证实，可以实现 30%至 40%的 5 年生存率。这与手术治疗报告的结果相当，提示任何被诊断为结直肠癌肝转移的患者都应该被转诊到多学科治疗中心，以评估最佳治疗策略。

然而，在已发表的系列研究中，RFA 显示出显著的优势，包括（a）对于既往切除的患者和因转移累及范围、年龄和合并症而非手术的患者，RFA 治疗的可行性；（b）治疗不完全和局部复发或异质性病变发展时的可重复性；（c）联合全身或区域化疗；（d）④微创、并发症少、保留肝功能；（e）有限的住院时间和手术费用^[58-63]。经皮介入治疗效果的持续和逐步提高也归功于引导成像模式的持续技术进步，包括超声造影、增强磁共振弥散加权成像、实时图像融合。

融合超声和介入手术

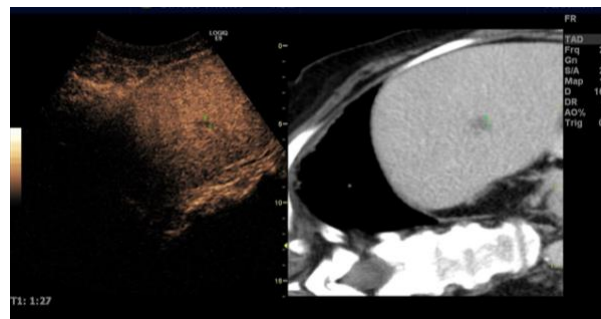
融合超声是图像融合的一种新的医学应用，它将动态超声图像与其他成像模式（如计算机断层扫描）获得的相应图像切片同时呈现^[64]。只要它们的几何一致性变化不大，图像融合基本上可以在所有类型的图像模态之间进行。正电子发射断层扫描（Positron emission tomography PET-CT）是基于这些原理的图像融合的一个已知的医学例子。超声图像融合的基本优点是可以将超声的动态特征与 CT 和 MR 成像的优点相结合。融合超声有助于指导介入手术（图 18）。通过融合超声和 CT，超声换能器使用局部电磁场和安装在超声换能器上的位置传感器从 3D 坐标生成与 US 图像相同的虚拟 CT 图像（或至少预期如此）。在融合超声和 CT 之前，患者的 CT 图像通过医院的内部网络加载到超声扫查设备中。在 CT 图像包中选择具有独特解剖结构的对焦平面使得检查者能够通过扫描患者来识别相应的超声图像。当图像平面相同时，CT 和超声成像平面由检查者彼此锁定。因此，融合超声-CT 在相应的 CT 图像旁边呈现动态的超声图像，或者作为 CT 图像叠加在动态超声图像上。活检和微创肿瘤治疗^[31]，可在融合超声-CT 或融合超声-MR 引导的介入操作下进行（图 20）。

图 20 融合超声-ct 引导微波消融一个小的 10 mm 结直肠癌肝转移。两幅图像同时显示在超声扫查设备上，实时超声图像显示微波针在肿瘤中。右图显示了与超声相对应的虚拟 CT 扫描，但当探头移动时，两幅图像都实时显示在显示器上。



在超声扫查中，肿瘤显示不清晰或不可见的情况下，融合超声可用于替代普通超声来提供一种获得进一步评估或指导介入治疗的选择。融合超声可能包括超声造影（contrast-enhanced ultrasound CEUS）与 CT 或 MR 相结合。此外，安装在探头上的位置传感器具有标记超声图像中的任何位置（GPS 导航）的优势（图 21）。使用 GPS 导航，可以标记任意空间位置。标记的坐标通过从其他角度扫描、其他图像模式或后期扫查仍然可以被识别。

图 2111 融合超声-CT 联合 CEUS。在右侧的虚拟 CT 图像上标记了一个 11 mm 的小肝转移，同时在左侧的实时 CEUS 图像上显示。标记也可以在 CEUS 图像上进行，可以标记尽可能多的病变，然后在传感器移动时跟踪



一项融合超声和 MR 引导活检的体模研究显示，其准确性与活体的腹部活检相当^[65]。然而，在建立两种不同模态的图像平面之间的一致性方面，体内条件与体外条件不具有可比性。我们对肝转移患者的融合超声的体内经验是，在大多数患者中，通过使用感兴趣区域附近的几个参考点，可以成功地获得合并图像平面之间的通用对齐。

超声扫描平面和 CT 或 MR 图像中相应平面的精确对准对于融合超声的结果和实用性至关重要。出于实际原因，如果可以获得合适的局部对齐，则检查者可以选择牺牲总体对齐。肝转移瘤的经皮和术中（开放式）消融可以在融合超声 CT 的引导下进行。消融或手术治疗的效果可以在围手术期使用融合超声 CT 和超声造影（CEUS）进行验证。在随访中，融合超声可以将当前的结果与相同区域的前期超声结果之间进行比较。

接受过多次治疗的复杂转移瘤患者的评估，是一个影像学挑战。在 PET-CT 检查结果不明确导致误判风险的病例中，有相当一部分病例怀疑复发。超声引导下活检可能存在假阴性结果的风险。融合超声-CT 引导活检可减少这两种类型的错误。随着融合超声技术在放射学和临床专业的应用，在不久的将来将会广泛使用。特别是肌肉骨骼中

的应用似乎是显而易见的。这项技术的全部潜力还有待研究。然而，融合超声无疑将重新定义超声的作用及其在介入治疗中的指导作用。

介入超声还有许多在文本中没有提到的领域，毫无疑问，未来将继续激励新的使用者来开发新的应用场景和技术，以造福患者和医学界^[66-68]。

参考文献

- [1] Nolsoe CP, Lorentzen T, Skjoldbye BO, Bachmann Nielsen M. The basics of interventional ultrasound. *Ultraschall Med* 2007;28:248-263; quiz 264, 267.
- [2] Lutz H: Interventional Ultrasound: Introduction and Historical Background. In: Dietrich CF, Nuernberg D, eds. *Interventional Ultrasound: Practical Guide and Atlas*: Thieme Publishers., 2014.
- [3] Holm HH, Cosgrove DO, Pedersen JF: Interventional techniques. In: Meire H, Cosgrove DO, Dewbury K, Farrant P, eds. *Clinical Ultrasound: Abdominal and general*. 2 ed. London. London: Churchill Livingstone, 2000.
- [4] Holm HH, Skjoldbye B. Interventional ultrasound. *Ultrasound Med Biol* 1996;22:773-789.
- [5] Dodd GD, 3rd, Esola CC, Memel DS, Ghiatas AA, Chintapalli KN, Paulson EK, Nelson RC, et al. Sonography: the undiscovered jewel of interventional radiology. *Radiographics* 1996;16:1271-1288.
- [6] McGahan JP. The history of interventional ultrasound. *J Ultrasound Med* 2004;23:727-741.
- [7] Otto R. Interventional ultrasound. *Eur Radiol* 2002;12:283-287.
- [8] Sites BD, Gallagher JD, Cravero J, Lundberg J, Blike G. The learning curve associated with a simulated ultrasound-guided interventional task by inexperienced anesthesia residents. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:544-548.
- [9] Bradley MJ. An in-vitro study to understand successful free-hand ultrasound guided intervention. *Clin Radiol* 2001;56:495-498.
- [10] Lorentzen T, Nolsoe CP, Ewertsen C, Nielsen MB, Leen E, Havre RF, Gritzmann N, et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS) , Part I. General Aspects (long Version). *Ultraschall Med* 2015;36:E1-14.
- [11] Grant A, Neuberger J. Guidelines on the use of liver biopsy in clinical practice. *British Society of Gastroenterology. Gut* 1999;45 Suppl 4:IV1-IV11.

- [12] Friedman LS. Controversies in liver biopsy: who, where, when, how, why? *Curr Gastroenterol Rep* 2004;6:30-36.
- [13] Malnick S, Melzer E. Routine ultrasound-guided liver biopsy: a time whose idea has come? *J Clin Gastroenterol* 2005;39:900-903.
- [14] Spiezia S, Salvio A, Di Somma C, Scelzi C, Assanti AP, Giannattasio F, Varriale M, et al. The efficacy of liver biopsy under ultrasonographic guidance on an outpatient basis. *Eur J Ultrasound* 2002;15:127-131.
- [15] Sue M, Caldwell SH, Dickson RC, Macalindong C, Rourk RM, Charles C, Doobay R, et al. Variation between centers in technique and guidelines for liver biopsy. *Liver* 1996;16:267-270.
- [16] de Man RA, van Buuren HR, Hop WC. A randomised study on the efficacy and safety of an automated Tru-Cut needle for percutaneous liver biopsy. *Neth J Med* 2004;62:441-445.
- [17] Huang C, Lorentzen T, Skjoldbye B, Rosenberg J, Nolsøe CP. Fast-track, ambulatory ultrasound-guided tru-cut liver biopsy is feasible and cost-efficient. *Danish Medical Journal* 2015;62:1-4.
- [18] Nolsoe C, Nielsen L, Torp-Pedersen S, Holm HH. Major complications and deaths due to interventional ultrasonography: a review of 8000 cases. *J Clin Ultrasound* 1990;18:179-184.
- [19] Buscarini E. Review of interventional ultrasound in the abdomen: safety first. *EFSUMB Newsletter* p11-15 in *Ultraschall Med* 2004;24.
- [20] Strobel D, Bernatik T, Blank W, Will U, Reichel A, Wustner M, Keim V, et al. Incidence of bleeding in 8172 percutaneous ultrasound-guided intraabdominal diagnostic and therapeutic interventions - results of the prospective multicenter DEGUM interventional ultrasound study (PIUS study). *Ultraschall Med* 2015;36:122-131.
- [21] Civardi G, Vallisa D, Berte R, Giorgio A, Filice C, Caremani M, Caturelli E, et al. Ultrasound-guided fine needle biopsy of the spleen: high clinical efficacy and low risk in a multicenter Italian study. *Am J Hematol* 2001;67:93-99.
- [22] Tarantino L, Francica G, Esposito F, Pisaniello D, Parmeggiani D, Marzullo G, Sordelli IM, et al. Seeding from hepatocellular carcinoma after percutaneous ablation: color Doppler ultrasound findings. *Abdom Imaging* 2006;31:69-77.

- [23] Chen I, Lorentzen T, Linnemann D, Nolsøe CP, Skjoldbye B, Jensen BV, Nielsen D. Seeding after ultrasound-guided percutaneous biopsy of liver metastases in patients with colorectal or breast cancer. *Acta Oncologica* 2016;55:638-643.
- [24] Micames C, Jowell PS, White R, Paulson E, Nelson R, Morse M, Hurwitz H, et al. Lower frequency of peritoneal carcinomatosis in patients with pancreatic cancer diagnosed by EUS-guided FNA vs. percutaneous FNA. *Gastrointest Endosc* 2003;58:690-695.
- [25] Rutten MJ, Collins JM, Maresch BJ, Smeets JH, Janssen CM, Kiemeney LA, Jager GJ. Glenohumeral joint injection: a comparative study of ultrasound and fluoroscopically guided techniques before MR arthrography. *Eur Radiol* 2009;19:722-730.
- [26] Daniels EW, Cole D, Jacobs B, Phillips SF. Existing Evidence on Ultrasound-Guided Injections in Sports Medicine. *Orthop J Sports Med* 2018;6:2325967118756576.
- [27] Raza K, Lee CY, Pilling D, Heaton S, Situnayake RD, Carruthers DM, Buckley CD, et al. Ultrasound guidance allows accurate needle placement and aspiration from small joints in patients with early inflammatory arthritis. *Rheumatology (Oxford)* 2003;42:976-979.
- [28] Nolsoe CP, Lorentzen T. International guidelines for contrast-enhanced ultrasonography: ultrasound imaging in the new millennium. *Ultrasonography* 2016;35:89-103.
- [29] Lorentzen T, Nolsoe CP. The Role of US Contrast Agents in US-Guided Biopsy of Focal Liver Lesions: A Pictorial Review. *Ultrasound Int Open* 2019;5:E11-e19.
- [30] Nolsoe CP, Nolsoe AB, Klubien J, Pommergaard HC, Rosenberg J, Meloni MF, Lorentzen T. Use of Ultrasound Contrast Agents in Relation to Percutaneous Interventional Procedures: A Systematic Review and Pictorial Essay. *J Ultrasound Med* 2018;37:1305-1324.
- [31] Education, Practical Standards Committee EFoSfUiM, Biology. Minimum training recommendations for the practice of medical ultrasound. *Ultraschall Med* 2006;27:79-105.
- [32] Lorentzen T, Nolsoe CP, Ewertsen C, Nielsen MB, Leen E, Havre RF, Gritzmann N, et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part I. General Aspects (Short Version). *Ultraschall Med* 2015;36:464-472.
- [33] Dietrich CF, Lorentzen T, Sidhu PS, Jenssen C, Gilja OH, Piscaglia F, Efsumb. An Introduction to the EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS). *Ultraschall Med* 2015;36:460-463.

- [34] Dietrich CF, Horn R, Morf S, Chiorean L, Dong Y, Cui XW, Atkinson N, et al. US-guided peripheral vascular interventions, comments on the EFSUMB guidelines. *Med Ultrason* 2016;18:231-239.
- [35] Dietrich CF, Lorentzen T, Appelbaum L, Buscarini E, Cantisani V, Correas JM, Cui XW, et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part III - Abdominal Treatment Procedures (Short Version). *Ultraschall Med* 2016;37:27-45.
- [36] Dietrich CF, Lorentzen T, Appelbaum L, Buscarini E, Cantisani V, Correas JM, Cui XW, et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part III - Abdominal Treatment Procedures (Long Version). *Ultraschall Med* 2016;37:E1-E32.
- [37] Fusaroli P, Jenssen C, Hocke M, Burmester E, Buscarini E, Havre RF, Ignee A, et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part V. *Ultraschall Med* 2016;37:77-99.
- [38] Jenssen C, Brkljacic B, Hocke M, Ignee A, Piscaglia F, Radzina M, Sidhu PS, et al. Erratum: EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part VI - Ultrasound-Guided Vascular Interventions. *Ultraschall Med* 2016;37:e1.
- [39] Jenssen C, Hocke M, Fusaroli P, Gilja OH, Buscarini E, Havre RF, Ignee A, et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part IV - EUS-guided Interventions: General aspects and EUS-guided sampling (Long Version). *Ultraschall Med* 2016;37:E33-76.
- [40] Jenssen C, Brkljacic B, Hocke M, Ignee A, Piscaglia F, Radzina M, Sidhu PS, et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part VI - Ultrasound-Guided Vascular Interventions. *Ultraschall Med* 2016;37:473-476.
- [41] Sidhu PS, Brabrand K, Cantisani V, Correas JM, Cui XW, D'Onofrio M, Essig M, et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part II. Diagnostic Ultrasound-Guided Interventional Procedures (Long Version). *Ultraschall Med* 2015;36:E15-35.
- [42] Sidhu PS, Brabrand K, Cantisani V, Correas JM, Cui XW, D'Onofrio M, Essig M, et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part II. Diagnostic Ultrasound-Guided Interventional Procedures (Short Version). *Ultraschall Med* 2015;36:566-580.
- [43] Dietrich CF, Muller T, Bojunga J, Dong Y, Mauri G, Radzina M, Dighe M, et al. Statement and Recommendations on Interventional Ultrasound as a Thyroid Diagnostic and Treatment Procedure. *Ultrasound Med Biol* 2018;44:14-36.

- [44] Dietrich CF, Horn R, Morf S, Chiorean L, Dong Y, Cui XW, Atkinson NS, et al. Ultrasound-guided central vascular interventions, comments on the European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology guidelines on interventional ultrasound. *J Thorac Dis* 2016;8:E851-E868.
- [45] Mohaupt MG, Arampatzis S, Atkinson N, Yi D, Cui XW, Ignee A, Dietrich CF. Comments and extensions to EFSUMB guidelines on renal interventional ultrasound (INVUS). *Med Ultrason* 2016;18:351-361.
- [46] Fusaroli P, Jenssen C, Hocke M, Burmester E, Buscarini E, Havre RF, Ignee A, et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part V - EUS-Guided Therapeutic Interventions (short version). *Ultraschall Med* 2016;37:412-420.
- [47] Tsang TS, Enriquez-Sarano M, Freeman WK, Barnes ME, Sinak LJ, Gersh BJ, Bailey KR, et al. Consecutive 1127 therapeutic echocardiographically guided pericardiocenteses: clinical profile, practice patterns, and outcomes spanning 21 years. *Mayo Clin Proc* 2002;77:429-436.
- [48] Gronvall J, Gronvall S, Hegedus V. Ultrasound-guided drainage of fluid-containing masses using angiographic catheterization techniques. *AJR Am J Roentgenol* 1977;129:997-1002.
- [49] vanSonnenberg E, Wittich GR, Goodacre BW, Casola G, D'Agostino HB. Percutaneous abscess drainage: update. *World J Surg* 2001;25:362-369; discussion 370-362.
- [50] Nielsen MB, Torp-Pedersen S. Sonographically guided transrectal or transvaginal one-step catheter placement in deep pelvic and perirectal abscesses. *AJR Am J Roentgenol* 2004;183:1035-1036.
- [51] Lorentzen T, Nolsoe C, Skjoldbye B. Ultrasound-guided drainage of deep pelvic abscesses: experience with 33 cases. *Ultrasound Med Biol* 2011;37:723-728.
- [52] Karstrup S, Solvig J, Nolsoe CP, Nilsson P, Khatrar S, Loren I, Nilsson A, et al. Acute puerperal breast abscesses: US-guided drainage. *Radiology* 1993;188:807-809.
- [53] Lorentzen T, Nolsoe CP, Adamsen S. Percutaneous radiologic gastrostomy with a simplified gastropexy technique under ultrasonographic and fluoroscopic guidance: experience in 154 patients. *Acta Radiol* 2007;48:13-19.
- [54] Nolsoe C, Nielsen L, Karstrup S, Lauritsen K. Ultrasonically guided subclavian vein catheterization. *Acta Radiol* 1989;30:108-109.
- [55] VanSonnenberg E, McMullen W, Solbiati L. Tumor Ablation: Principal and Practice. 1st Ed. Editors New York: Springer Science Business Media, 2005.

- [56] Chen MS, Li JQ, Zheng Y, Guo RP, Liang HH, Zhang YQ, Lin XJ, et al. A prospective randomized trial comparing percutaneous local ablative therapy and partial hepatectomy for small hepatocellular carcinoma. *Ann Surg* 2006;243:321-328.
- [57] Lu MD, Kuang M, Liang LJ, Xie XY, Peng BG, Liu GJ, Li DM, et al. [Surgical resection versus percutaneous thermal ablation for early-stage hepatocellular carcinoma: a randomized clinical trial]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2006;86:801-805.
- [58] Goldberg SN, Gazelle GS, Mueller PR. Thermal ablation therapy for focal malignancy: a unified approach to underlying principles, techniques, and diagnostic imaging guidance. *AJR Am J Roentgenol* 2000;174:323-331.
- [59] Solbiati L, Livraghi T, Goldberg SN, Ierace T, Meloni F, Dellanoce M, Cova L, et al. Percutaneous radio-frequency ablation of hepatic metastases from colorectal cancer: long-term results in 117 patients. *Radiology* 2001;221:159-166.
- [60] Livraghi T, Solbiati L, Meloni F, Ierace T, Goldberg SN, Gazelle GS. Percutaneous radiofrequency ablation of liver metastases in potential candidates for resection: the "test-of-time approach". *Cancer* 2003;97:3027-3035.
- [61] Sorensen SM, Mortensen FV, Nielsen DT. Radiofrequency ablation of colorectal liver metastases: long-term survival. *Acta Radiol* 2007;48:253-258.
- [62] Elias D, De Baere T, Smayra T, Ouellet JF, Roche A, Lasser P. Percutaneous radiofrequency thermoablation as an alternative to surgery for treatment of liver tumour recurrence after hepatectomy. *Br J Surg* 2002;89:752-756.
- [63] Gillams AR, Lees WR. Radio-frequency ablation of colorectal liver metastases in 167 patients. *Eur Radiol* 2004;14:2261-2267.
- [64] Ewertsen C, Grossjohann HS, Nielsen MB. Image fusion involving ultrasound. *Ultraschall Med* 2006;27:128-129.
- [65] Ewertsen C, Grossjohann HS, Nielsen KR, Torp-Pedersen S, Nielsen MB. Biopsy guided by real-time sonography fused with MRI: a phantom study. *AJR Am J Roentgenol* 2008;190:1671-1674.
- [66] Seitz K, Judmaier G. [The extended repertoire of sonography: contrast enhancement, radio frequency ablation and puncture]. *Ultraschall Med* 2007;28:158-160.
- [67] Skjoldbye B, Bachmann Nielsen M. Contrast enhanced ultrasonography and US-guided interventions. *Ultraschall Med* 2006;27:4-7.
- [68] Stang A, Keles H, von Seydewitz C, Hentschke S, Malzfeldt E, Teichmann W, Braumann D. Percutanous and intraoperative ultrasound-guided radiofrequency ablation of hepatic tumours. *Ultraschall Med* 2007;28:181-188.

