

高强度聚焦超声：隔山打“瘤”，控瘤利器

复旦大学附属华东医院肿瘤科—肿瘤微创治疗部 刘玉美

人间自有真情在，真情处处暖心怀，首先跟大家分享一个温暖的故事。前不久，我收到了一位患者送来的喜蛋，她终于当妈妈了。这位患者因子宫肌瘤四处求医，由于担心影响生育，一直不愿开刀。3年前她来到我们科室接受了高强度聚焦超声（high-intensity focused ultrasound, HIFU）治疗，子宫肌瘤缩小后成功怀孕，当妈妈的心愿终于实现了。截至2022年底，国内一共诞生了2000多名HIFU宝宝。有的患者甚至因为HIFU治疗把我们称为“送子观音”，那究竟什么是HIFU治疗呢？

对于超声检查，相信大家都不陌生，小朋友、老人、孕妇都可以做超声检查，它的安全性主要归功于看不见、摸不着、也听不见的超声波。因为它的频率（超过20 kHz）超过我们人耳能听到的声波，许多动物都能发射和接收超声波，其中以蝙蝠最为突出。超声波具有穿透性、方向性和可聚焦性，不仅可以用于做检查，而且可以治疗疾病，HIFU治疗就是其中一个治疗手段。

高强度聚焦超声治疗，又叫HIFU刀、海扶刀，诞生于80年代，算是妥妥的“80后”。

HIFU刀主要由三部分组成：控制系统、B超定位系统和治疗系统。大家都玩过放大镜吧？HIFU刀的原理就类似于放大镜聚焦现象，把太阳光聚焦到一个点，产生的高能量可以引燃焦点处的物体。HIFU刀是将超声波隔着皮肤、脏器聚焦于体内肿瘤，在焦点处达到较高能量，产生瞬时高温（65℃以上），使肿瘤组织发生凝固性坏死。通俗地说，就是“烫死”

肿瘤。而肿瘤周边正常组织由于不在焦点范围内避免了损伤，从而达到隔着皮肤脏器治疗肿瘤、也就是隔山打“瘤”的治疗效果。

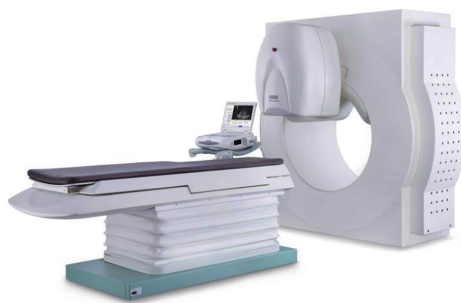


图1 上置式高强度聚焦超声设备

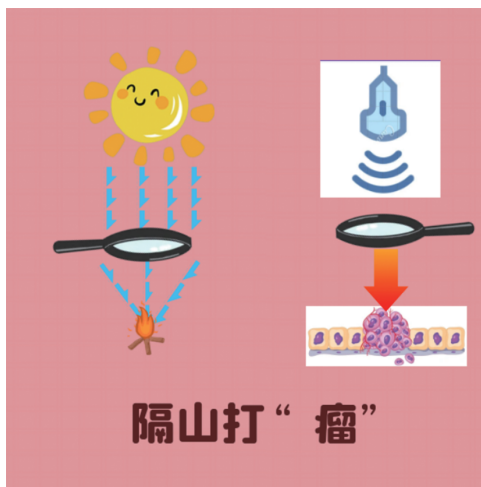


图2 HIFU刀隔山打“瘤”的治疗原理

HIFU刀之所以有这么高的能量，主要得益于超声波产生的生物学效应，是由机械效应、热效应、空化效应、免疫效应等协同而生。那么，HIFU刀是怎样治疗一个球状的肿瘤呢？简单地说，过程就像小朋友拼装乐高积木，每一个治疗焦域相当于一颗

豆粒大小的积木，HIFU刀按照肿瘤的形状，自动化采用由点到线、由线到面、由面到体的方式进行拼接。同时，我们别忘了，超声波也是一种显像手段，因此HIFU治疗可在超声波这双眼睛的实时监控下进行，这样定位准确性和治疗安全性就都有了保障。

HIFU刀虽然叫“刀”，但它并不是真正意义上的手术刀。治疗过程不开刀、不流血、无创口、无疼痛，治疗结束后患者可以直接下地进行日常活动。作为肿瘤局部治疗重要手段之一，它与临床上现有的肿瘤局部微创治疗手段（经动脉化疗栓塞术、微波消融、射频消融等）相比，打破了很多局限性。超声波是机械波，对人体无辐射伤害。我们知道孕妇都可以做超声检查，所以HIFU治疗也可以放心进行。HIFU治疗是非侵入性治疗，不需要穿刺，能够按照肿瘤形状精准地控制治疗的边界，适形性佳，且在实时引导下不容易误伤周边正常组织或器官，因不良反应足够小而能够反复进行。HIFU刀除了单兵作战能力强，还可以和免疫治疗、化疗、放疗、介入栓塞治疗等治疗手段协同作战，使疗效倍增。

HIFU刀能治疗的疾病很多，不仅有子宫肌瘤这些良性肿瘤，更多的是治疗恶性肿瘤，有胰腺癌、肝癌、乳腺癌、前列腺癌及腹膜后肿瘤等，特别适合那些不适宜或不愿意开刀的患者，高龄或体弱的患者。很多人都知道，胰腺癌是“癌中之王”，发现的时候往往都是晚期，能手术治疗的患者不到三分之一，并且胰腺癌位置比较深，不好手术。这种情况反而特别适合HIFU刀治疗。对于“不能开、不敢开、不宜开、不愿开”“四不开”的胰腺癌患者以及术后术区复发的患者，HIFU刀治疗大有可为，具有抗肿瘤和缓解疼痛的作用。

需要注意的是，虽然临床上HIFU的治疗适应证比较广泛，但它仍然具有局限性，治疗前需经医生严格的专业评估。具有以下主要情形者不宜行HIFU治疗：①有外科手术机会的早期肿瘤患者，应首先建议行手术切除治疗，患者及家属拒绝手术治疗的情况需除外；②含气空腔脏器的溃疡型肿瘤，比如胃肠道、胆道等部位的肿瘤，发生穿孔、出血的可能性增加；③治疗部位的皮肤有破溃、感染及

切口未愈合，HIFU治疗有可能引起或加重感染，或引起切口愈合不佳；④不能在定位系统清楚显示的病灶，治疗的安全性大大降低，不宜行HIFU治疗；⑤声通道上重要血管有较大钙化、斑块，或血管内有栓子形成（门静脉癌栓除外），HIFU治疗有引起栓子脱落或进一步增加的风险；⑥有严重凝血功能障碍者，HIFU治疗后患者出血、血栓形成的风险增加；⑦合并心、肝、肾、脑、肺等重要器官功能衰竭，实施HIFU治疗可能发生意外者；⑧合并严重恶病质、全身衰竭，或有大量腹水者；⑨不能配合保持平躺或俯卧位60分钟左右者；⑩声通道上组织曾接受大剂量的放疗，或声通道上组织有大量瘢痕的瘢痕体质者，或治疗通道上有金属或其他使超声波不能通过的物体者，HIFU治疗前需慎重评估，在合适的参数设定下可酌情给予HIFU治疗。

HIFU治疗在影像实时监控下进行，对周围组织影响较小，治疗后相关并发症发生率低（2%左右），主要与热损伤相关，其中约95%为轻度。主要并发症包括发热、疼痛、皮肤损伤、无症状胸腹水等，予医学观察或对症处理即可。还有一些比较严重但少见的并发症，一经发现，需要积极对症治疗，严重者需外科治疗。主要包括：①局部感染：可发生在肝脏肿瘤HIFU术后几天到3个月，通常情况下在身体其他部位感染后继发出现；②胰腺功能损害：胰腺癌HIFU治疗后极少数患者可出现一过性血尿酸淀粉酶升高，通常不伴局部的显著疼痛，常规给予禁食、抑酸、抑酶、对症支持等治疗，一般在数天内可恢复；③周围神经损伤：病灶周围有重要神经，建议在非麻醉情况下行HIFU手术，这样术中可及时观察神经刺激症状；当神经干位于治疗超声的焦点时多产生不可逆性损伤，当神经位于超声散射束的低能量区域，多系可逆性损伤。

肿瘤治疗是持久战，是长跑。HIFU治疗的最大亮点是无创、有效、可重复、可持续。在控制肿瘤的同时，保住器官，保护功能，这是肿瘤治疗的终极目标。积小胜为大胜，最后达到患者与肿瘤的动态平衡，让肿瘤患者活得长、活得好。

（本文编辑：赵广智）