Contents lists available at ScienceDirect

Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/eng

News & Highlights

掌上超声设备——诊断技术的新突破

Sean O'Neill

Senior Technology Writer

2021年3月，总部在美国伊利诺伊州芝加哥的医学影像巨头——通用电气医疗集团发布了一款超声设备Vscan Air [1]。该产品为手持式超声诊断仪。Vscan Air是这种日益精巧的袖珍超声系统的最新版，也是其首款无线版本，数个供应商现已开售该产品。同其他不断进步的医学技术一样[2–3]，超声设备不断小型化、智能化，并可以连接至移动设备终端。

超声系统曾是体型庞大且昂贵的推车式设备，然而在最近十年内，随着技术的不断发展及商业竞争，这种设备逐渐小型化和经济化，而且使用门槛也大幅降低了。由此所带来的掌上超声仪可以通过数据线直连至手机或平板，或像Vscan Air一样进行无线连接。这一代设备还搭载人工智能驱动的应用程序，进一步提升了图像质量和诊断可信度。

超声技术向医疗行业从业者提供了一个可以了解患者体内状况的动态窗口，且无已知副作用，因此长久以来都是医疗行业的一种重要诊断工具。现在，超声技术已经发展出了无数诊断监控用途，从孕期评估到心脏功能检查，从穿刺到最近的检测肺部新冠病毒感染症状。

掌上超声设备愈发经济实惠，价格从几千美元到一万美元不等[4]，再加上超声波的广泛用途，在部分外科专家眼中，超声诊断已经成了临床诊断中继视诊、触诊、叩诊、听诊后的第五种诊断方法[5]。除通用电气医疗集团外，其他制造商，如飞利浦、西门子，还有一部分小公司也都推出了超便携式超声系统产品。

英国北安普敦综合医院（Northampton General Hospital）重症监护与麻醉科医师Jonny Wilkinson说道："（通过超声系统，）你能直接看见体内情况，然后做出有根据的推测，而不是靠耳朵听或靠感觉。新冠病毒肺炎疫情更凸显了这些便携系统的作用，促进了掌上超声设备的发展。"他还教其他人如何使用设备，自己也在网上撰写了新型超声设备的评测[6]。

美国明尼苏达州罗切斯特梅奥医学中心（Mayo Clinic in Rochester, MN, USA）的临床医学内科医生、医学教授Anjali Bhagra说："医疗行业都开始采用超声系统，让医生能临床观察患者体内情况。当我生病时，我可不想让医生猜来猜去。我希望他们能得到最全面的信息，由此在治疗过程中做出正确决定。掌上超声设备真的能实现这一点。"

通用电气医疗集团的Vscan Air经过专门设计，可以连接至装有苹果或安卓系统的手机或平板。该产品的两端采用了差异化设计，其中一端为直线探测器，另一端为弧形探测器（图1）[1]。两端的差异化设计能满足多种影像需要，从而在单个设备上实现多样化的临床功能。与大多数超声系统（包括昂贵的大型推车式超声系统）一样，其探测器都通过压电晶体振动将电流转化为声波。除了压电晶体振动设计外，最值得一提的是iQ+手持超声设备，该设备由位于美国康涅狄格州吉尔福德的Butterfly Network公司设计制造。iQ+有线手持探测器，通过专利硅芯片技术（"芯片超声技术"）进行高频输出（图2）[7]。

西班牙马德里普尔塔·耶罗大学医院超声内科主任、智者阿方索十世大学副教授Yale Tung-Chen说："新冠病毒肺炎疫情期间，医生在手持超声系统的帮助下可以快速检查患者的肺部，而不用去医院，由此降低了病毒传播和

2095-8099/© 2021 THE AUTHORS. Published by Elsevier LTD on behalf of Chinese Academy of Engineering and Higher Education Press Limited Company. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).
英文原文：Engineering 2021, 7(11): 1505–1507
引用本文：Sean O'Neill. Handheld Ultrasound Advances Diagnosis. *Engineering*, https://doi.org/10.1016/j.eng.2021.09.001

(a) (b)

图1. （a）通用电气医疗集团最新手持超声设备Vscan Air充电时间只有90 min，可连续使用超过50 min，还能连接手机或平板。设备上的弧形探测器还能以2~5 MHz的功率进行扫描，深度达24 cm，而底座的直线探测器（3~12 MHz）扫描深度相对较浅，只有8 cm。探测器尺寸为131 mm × 64 mm × 31 mm，质量为205 g。来源：通用电气医疗集团授权。（b）通用电气医疗集团的高端推车式Voluson超声系统。来源：公共领域。

(a) (b)

(c)

图2. （a）Butterfly Network公司的iQ+超声系统为有线手持设备，即通过数据线与手机连接。（b）设备的一端包含产生超声波的硅芯片，其中9000个微型传感器组成了一个二维阵列（移除探测器顶部外壳后可见）。该技术使得设备在同一端可进行线性和弧形探测。（c）外科医生使用iQ+对患者进行检测。来源：Butterfly Network公司授权。

感染的风险。疫情刚开始的时候，因为手持超声设备便于携带和消毒，我就开始用它检查自己的肺部情况。”他和同事通过对51位疑似感染新冠病毒肺炎的患者进行了研究，结果显示，在检测与新冠病毒有关的肺部病变效率方面，Butterfly iQ手持探测仪与X射线计算机断层扫描技术相同[8]。

进一步研究显示，在很多医学实践中，手持超声设备的效果可以媲美精密、昂贵的大型超声设备。最早追溯到2011年，即通用电气医疗集团发布第一款手持设备Vscan一年后，一家急诊室的研究表明，手持设备Vscan在创伤评估过程中取得的影像效果可以赶上放射科医生采用的常规大型超声设备[9]。而到今日，手持超声设备在患者分类与监护中的价值已经得到广泛认可。Bhagra说道：“如果能更快地拿到诊断结果并开始治疗，我或许就能让一个患者在6 h后出院，而不再需要花上一到两天时间。我或许还能救下那些因为诊断不及时而失去生命的患者。”

外科医生使用多种手持探测仪和手机软件来治疗患者，这也引发了对系统层面的担忧。比如，许多手持超声设备的制造商提供的安全云端储存有时不能与医院现有的图片存储系统兼容。医院管理人员感到担忧，因为外科医生下班以后会将手机带回家。Wilkinson说道：“如何管理手持设备以及该类设备上的图片，比如何协调早已建立的中心化超声系统更令人担心。这是个大问题。”

在网络连接差、资源匮乏的情况下，实践证明手持设备可惠及那些原本难以甚至无法享受超声诊断的人群。最近，在非洲的一个资源受限的急诊室中，Butterfly iQ设备证明了其在多种情况下的有效性[10]。然而，作者注意到，虽然这些问题大部分都可以克服，但图像质量比推车式系统要差，探测器连续使用时会出现过热现象，以及过于依赖互联网云储存等，这对设备的使用是不利的。

英国伦敦帝国理工学院医疗卫生NHS信托机构旗下圣玛丽医院的妇产科医师Pippa Letchworth称，抛开设备的便利性，最新的手持设备在恶劣环境和资源短缺地区反而会带来困难。她与无国界医生组织为全世界患者提供手术，她说：“手持超声设备极为广泛的用途可以拯救更多的生命。但是，在中低收入国家，设备是常常连不上网的。对我来说，探测器还需要更牢固一点，更耐摔一点，而且对网络连接要求低一点，并只需要偶尔充电。”

Vscan Air的卖点之一就是军用级抗摔标准，其设计能保证设备从一米高摔落而不损坏。而就每次充电的扫描时间来说，无线手持超声设备平均使用时长在一个小时左右。各种评测和研究中常常提及设备过热导致探测器连续使用时间受限的问题。考虑到无线型号的探测器都会内置电池，出现过热问题并不奇怪。

另一方面，由于推车式超声系统可以使用大量算力进行图像处理并实时进行多种分析，因此人们认为推车式设备的图像质量优于手持式设备。对于许多场景来说，这样

的图像质量区别并不重要。美国急诊医师协会（American College of Emergency Physicians）2018年政策声明，手持超声设备的图像质量可以与推车式超声机器相媲美[11]。此外，2019年一项系统性研究评测将手持式设备图像和高端超声机器相比较，发现两者的图像质量都很好[12]。然而，Bhagra强调："有了即时手持式设备，我很感兴趣能否在床边治疗患者时进行即时决策，并由此根据伤检分类提供最好的治疗。举个例子，我们并没有奢望这些设备能取代精密的超声心动图检查，或能计算负载的流向动态。"

Wilkinson说，相比推车式系统，手持设备的另一个好处是启动快，没有复杂的启动程序。大多数设备的用户界面都采用了现代智能手机的点击、划动、捏合等手势进行操作，非常方便。而且最新手持设备所拥有的强大软件和基于人工智能（AI）的功能，可以自动计算膀胱容量和射血分数（表示每次心跳一个心室能泵出多少血液）等重要特征，并实时显示当前图像质量，让经验并不丰富的使用者也能取得与诊断相关的图像[13−14]。

Tung-Chen说道，即使如此，大多数手持超声设备的重点之一还是用户体验。"新冠病毒肺炎疫情期间，手持超声设备得到了广泛使用，且由于工作原因或个人兴趣，许多外科医生也在学习如何使用这些设备。考虑到多数医院都可以使用手持超声设备，推广这项技术的最大阻碍并非设备本身，而是缺乏如何有效使用设备的知识。"

Bhagra的工作之一就是将超声技术融入医疗培训中。她带领团队进行了一次实验，让所有梅奥医学中心第一年入学的学生能够使用个人超声手持设备[15]。"将即时超声设备发放到学生手中，对于学生熟悉并学习如何用设备至关重要。"

Bhagra说道，幸运的是，这些设备由于自身的便利性和数字化图像处理能力，可以用于教学。"你可以尽可能地去教，将即时超声融入直播教学中。"她预计，手持超声设备在未来医疗中将变得愈发重要。"随着设备的不断小型化、精细化，以及数字化处理能力的提高，再结合AI诊断算法，手持超声设备将会永远改变我们的学习和医疗实践方式。"

References

[1] GE Healthcare unveils Vscan Air, new intuitivea, wireless handheld ultrasound [Internet]. Chicago: GE Healthcare; 2021 Mar 16 [cited 2021 Jul 27]. Available from: https://www.ge.com/news/press-releases/ge-healthcare-unveils-vscan-air-a-new-intuitive-wireless-handheld-ultrasound.

[2] Palmer C. Shrinking medical devices get smarter too. Engineering 2021; 7(1): 8−10.

[3] Palmer C. Advanced devices ease burden of glucose monitoring for diabetics. Engineering 2021;7(5):547−9.

[4] Malik AN, Rowland J, Haber BD, Thom S, Jackson B, Volk B, et al. The use of handheld ultrasound devices in emergency medicine. Curr Emerg Hosp Med Rep. In press.

[5] Narula J, Chandrashekhar Y, Braunwald E. Time to add a fifth pillar to bedside physical examination: inspection, palpation, percussion, auscultation, and insonation. JAMA Cardiol 2018;3(4):346−50.

[6] Wilkinson JN, Saxhaug LM. Handheld ultrasound in training—the future is getting smaller! J Intensive Care Soc 2021;22(3):220−9.

[7] Butterfly iQ+ specifications [Internet]. Guildford: Butterfly Network; c2021 [cited 2021 Jul 27]. Available from: https://www.butterflynetwork.com/specs.

[8] Tung-Chen Y, de Gracia MM, Díez-Tascón A, Alonso-González R, Agudo-Fernández S, Parra-Gordo ML, et al. Correlation between chest computed tomography and lung ultrasonography in patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). Ultrasound Med Biol 2020;46:2918−26.

[9] Coskun F, Akinci E, Ceyhan MA, Sahin Kavakli H. Our new stethoscope in the emergency department: handheld ultrasound. Turk J Trauma Emerg Surg 2011; 17(6):488−92.

[10] Burleson SL, Swanson JF, Shufflebarger EF, Wallace DW, Heimann MA, Crosby JC, et al. Evaluation of a novel handheld point-of-care ultrasound device in an African emergency department. Ultrasound J 2020;12:53.

[11] Appropriate use criteria for handheld/pocket ultrasound devices [Internet]. Irving: American College of Emergency Physicians; 2018 Jul [cited 2021 Jul 27]. Available from: https://www. acep. org/patient-care/policy-statements/appropriate-use-criteria-for-handheldpocket-ultrasound-devices/.

[12] Rykkje A, Carlsen JF, Nielsen MB. Hand-held ultrasound devices compared with high-end ultrasound systems: a systematic review. Diagnostics 2019; 9(2):61.

[13] Filipiak-Strzecka D, Kasprzak JD, Wejner-Mik P, Szymczyk E, Wdowiak-Okrojek K, Lipiec P. Artificial intelligence-powered measurement of left ventricular ejection fraction using a handheld ultrasound device. Ultrasound Med Biol 2021;47(4):1120−5.

[14] Baribeau Y, Sharkey A, Chaudhary O, Krumm S, Fatima H, Mahmood F, et al. Handheld point-of-care ultrasound probes: the new generation of POCUS. J Cardiothorac Vasc Anesth 2020;34(11):3139−45.

[15] Ireson M, Warring S, Medina-Inojosa JR, O'Malley MT, Pawlina W, Lachman N, et al. First year medical students, personal handheld ultrasound devices, and introduction of insonation in medical education. Ann Glob Health 2019; 85 (1):123.