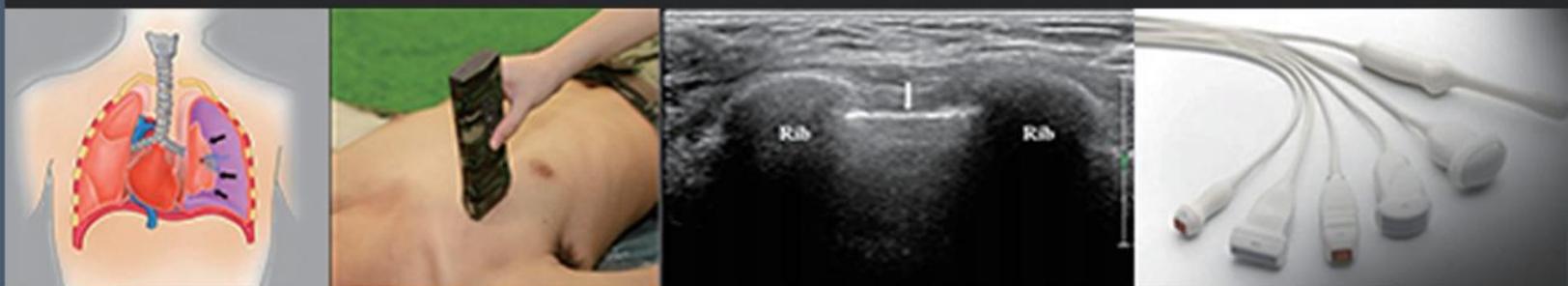


新型冠状病毒感染 肺超声诊断实用手册



国家卫生健康委能力建设和继续教育中心

《新型冠状病毒感染肺超声诊断实用手册》编写组

《新型冠状病毒感染肺超声诊断实用手册》编写组

总策划

杨爱平 国家卫生健康委能力建设和继续教育中心
毓 星 国家卫生健康委药具管理中心

责任主编

王金锐 北京大学第三医院

主编

吕发勤 中国人民解放军总医院海南医院
张 茂 浙江大学医学院附属第二医院

副主编

钱林学 首都医科大学附属北京友谊医院
吴盛正 中国人民解放军总医院海南医院

参编人员（按姓氏笔画为序）

王金锐 北京大学第三医院
吕发勤 中国人民解放军总医院海南医院
杨爱平 国家卫生健康委能力建设和继续教育中心
宋 冰 国家卫生健康委能力建设和继续教育中心
李晓瑜 国家卫生健康委能力建设和继续教育中心
吴盛正 中国人民解放军总医院海南医院
吴春双 浙江大学医学院附属第二医院
李柯研 中国人民解放军总医院海南医院
张 茂 浙江大学医学院附属第二医院
金 真 国家卫生健康委能力建设和继续教育中心
武杜杜 中国人民解放军总医院海南医院
周光居 浙江大学医学院附属第二医院
胡剑秋 中国人民解放军总医院海南医院

赵诗月 中国人民解放军总医院海南医院

赵媛媛 中国人民解放军总医院海南医院

钱林学 首都医科大学附属北京友谊医院

毓 星 国家卫生健康委药具管理中心

秘书： 赵诗月 中国人民解放军总医院海南医院

前 言

针对新型冠状病毒（2019-nCoV）不同于既往流感病毒所致的肺炎传播，一场防控疫情的战役正在进行。从前线反馈的信息获悉，超声技术在此役中发挥了重要作用。新型冠状病毒传播迅速，感染率高，具有致死性特点，救治的影像学诊断除了 X 线胸片、CT 胸部扫描外，还可采用超声检查。超声设备便携，人能到的地方仪器就可以到，手提超声可以方便地放置在隔离病房，掌上超声也可以置于口袋，随身携带。在 4G 或 5G 网络支持下，进行如身临其境般的远程会诊，适用于隔离的医疗区使用。现已证实 2019-nCoV 存在空气和接触传染，超声设备的消毒较 CT、DR 机有较大的优势，而且与病人接触的面积更小。因此在临床上，超声已在急重症肺炎的诊断、治疗后及时疗效评估中发挥不可或缺的作用，为降低死亡率、提高治愈率做出应有的贡献。

本次《新型冠状病毒感染肺超声诊断实用手册》针对超声在 2019-nCoV 肺炎应用，简明扼要从如下 10 个方面进行介绍：2019-nCoV 肺炎简介、肺超声的物理基础、肺的解剖及功能、超声仪器操作与调节、肺超声的操作步骤及要点、正常肺的超声表现、肺炎的超声特征及诊断要点、鉴别诊断、介入性超声应用、急重症血容量超声评估等。

本次《新型冠状病毒感染肺超声诊断实用手册》围绕 2019-nCoV 肺炎疫情，超声的应用力求达到实战实训效果，讲解内容选取了重症肺的超声应用。通过近期系统、高覆盖的调研，本手册针对救治一线的床旁超声、ICU 阶段，从实用性出发，详细讲解了如何实施重症肺的超声诊治，简要阐述了便携式超声在 2019-nCoV 肺炎的应用技术。期望本手册的普及能够使读者掌握相关技能，在疫情区、隔离的 ICU 能够充分利用超声技术救治 2019-nCoV 肺炎患者。

由于编者水平有限，加之统编时间仓促，纰漏和错误在所难免，内容和编排有不尽人意之处，恳请各位读者及专家教授斧正。

国家卫生健康委能力建设和继续教育中心
《新型冠状病毒感染肺超声诊断实用手册》编写组

2020 年 2 月 2 日

新型冠状病毒感染肺超声诊断实用手册

一、新型冠状病毒感染肺炎简介

1. 病毒

近期，新型冠状病毒已被世界卫生组织正式命名为“2019-nCoV”（图 1），其为单股正链 RNA 病毒，既往未在人体中发现。2019 年 12 月以来，武汉市陆续发现不明原因肺炎病例，现已证实为这种 2019-nCoV 感染引起的急性呼吸道传染病，并已确认可人际传染，而且传染性强。

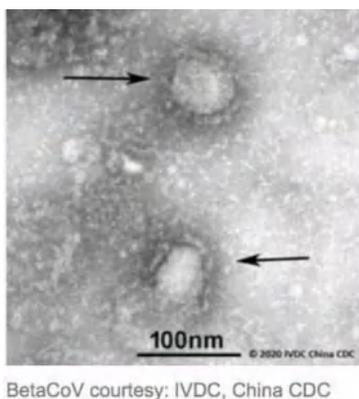


图 1 新型冠状病毒(2019-nCoV)电镜照片(Zhu N, Zhang D, Wang W, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. N Engl J Med. DOI: 10.1056/NEJMoa2001017.)

新型冠状病毒有包膜，呈圆形或椭圆形，似皇冠，故名“冠状病毒”。

2. 主要临床特点

2019-nCoV 感染潜伏期一般为 3~7 天，最长不超过 14 天。感染病毒患者的常见征象有发热、咳嗽、气促和呼吸困难等等，严重者可进展至急性呼吸综合征、肾衰竭，甚至是死亡。

3. 胸部影像学表现

胸部 CT 或 X 线胸片（DR）常表现为支气管炎或细支气管炎，双肺可呈多发磨玻璃或浸润影（图 2）；严重者可伴发胸腔积液、气胸、肺水肿。

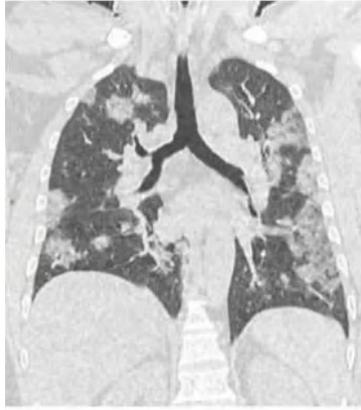


图 2 2019-nCoV 肺炎影像学表现（此图来源武汉协和医院放射科）

2019-nCoV 肺炎患者的双肺呈多发斑片状磨玻璃和浸润影。

4. 实验室检查

感染 2019-nCoV 患者早期可出现外周血白细胞总数正常或减低、淋巴细胞计数减少，2019-nCoV 核酸检测（+），部分患者可出现肝酶、肌酶、肌红蛋白和 C 反应蛋白增高等。

二、肺超声的物理基础

1. 超声医学的成像基础

（1）声阻抗差

当界面大于波长，声阻抗差大于千分之一（1‰）时，即有回声反射，其反射波的强弱由两种介质的声阻抗差决定，即声阻抗差越大，反射越强（图 3）。



图 3 声阻抗差

图 A：界面大于波长时发生的回声反射示意图；图 B：胆囊结石在二维超声图像中表现为强回声（箭头所示）；图 C：胸膜线在二维超声图像中表现为强回声（箭头所示）。

(2) 衰减

即声波在介质内传播过程中，声能随着传播距离的增大而减小。其原因常为超声波的吸收损耗、声束扩散、反射、折射等。

(3) 声影

超声在人体组织内传播时遇到骨骼、结石、钙化等密度较大或气体等反射系数较大的介质时，产生巨大的声阻抗差，超声波完全被反射回来，后方出现声衰减，其深层无声波继续向前传播，因而出现无回声区，称为声影（图4）。

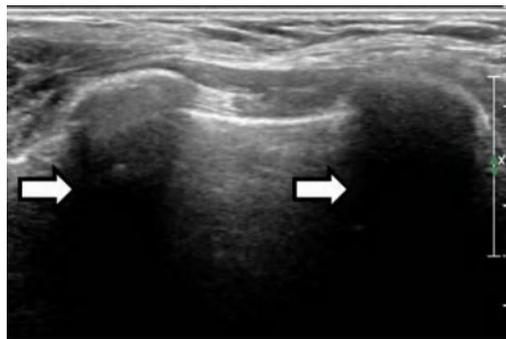


图4 声影

在胸部超声检查时，声波遇到肋骨，大部分被反射回来，后方出现明显的声衰减，其深层表现为无回声区，即声影（箭头所示）。

(4) 伪像

客观上是不存在的，但是由客观条件和人为因素造成的图像畸变或假像，当检测得到的数据与真实情况有差异的也属伪像。如：部分容积效应、旁瓣效应、镜面效应等。伪像可导致超声误诊，但也可利用伪像诊断疾病，如肺的超声征象（图5）大多数基于对伪像的分析，来判别病变与否。



图5 伪像

在胸部超声检查时，由呼吸运动导致的彩色多普勒伪像。

2. 与肺超声相关的超声征象

(1) 多重反射、混响效应

在两个平行的反射界面之间，声波可以多次往复反射并被探头接收，超声仪器可记录这些多次反射的回波，称为多重反射，或称为混响效应。第一个反射回波为客观的位置，随后依次接收到回波的时间逐渐增加，距离相应增加。肺超声中的 A 线以及胆囊、膀胱的浅表部位常出现的假象回声均与此相关（图 6）。

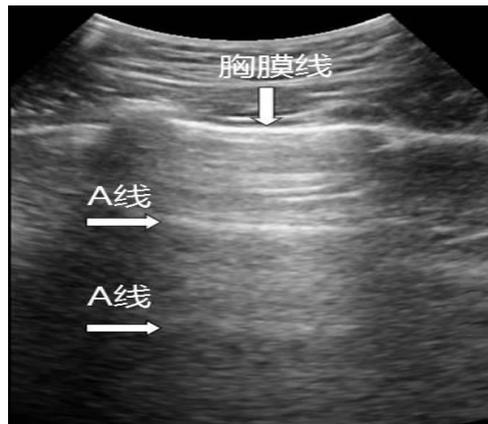


图 6 A 线

肺超声检查时，二维超声显示与胸膜线（粗箭头所示）平行的多条等距离的强回声线为 A 线（细箭头所示）；

(2) 彗星尾征

超声在软组织内传播遇到水气泡、小结晶等薄层强反射界面时，超声在其内部可产生多次反射，直至衰减，多次反射的回声被探头接收，形成内部混响效应，即声像图显示的“彗星尾征”（图 7）。常见于肺表面肺泡内的气液体、胆囊壁上的胆固醇结晶等。

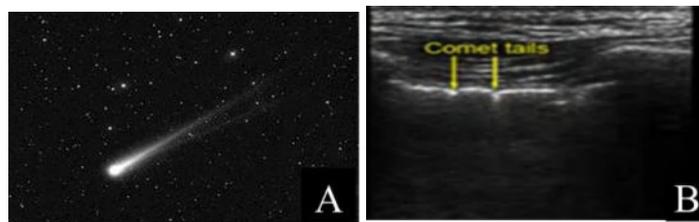


图 7 彗星尾征

图 A：空中闪过的彗星尾照片；图 B：肺二维超声图像显示，肺表面的气液体所产生的彗星尾征（箭头所示）。comet tails：彗星尾

(3) 振铃伪像

超声波在气体包绕的液体之间产生强烈的震荡，产生连续的回波并被探头接收。其后方不衰减，似激光样，如肺超声征象中的 B 线（图 8）。

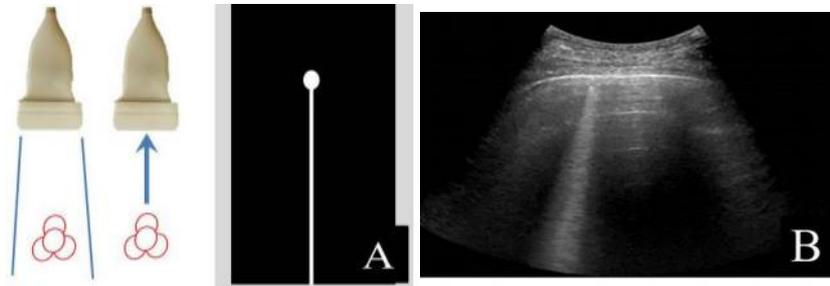


图 8 振铃伪像

图 A: 示意图显示，气体包绕的液体受超声波激励，所产生的震荡声波被探头接收；图 B: 肺超声检查时，起源于胸膜线并与胸膜线垂直的激光束样强回声，即 B 线。

3. M 型超声

M 型超声是采用单声束扫描的方法，使 M 型取样线依次穿过人体组织，取样线经过的组织回声随时间改变所形成的动态曲线，以图像的形式显示出来。主要应用于跳动的心脏及呼吸中的肺（图 9）。

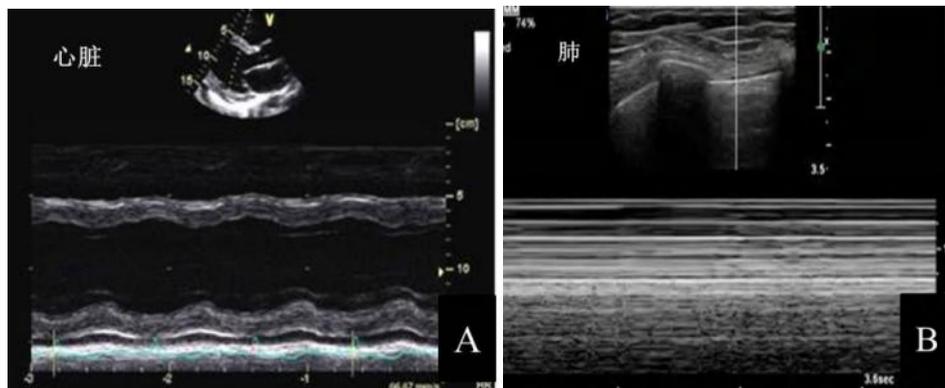


图 9 M 型超声图像

图 A: 心脏左室长轴的 M 型超声心动图；图 B: 肺的 M 型超声图。上述图中纵轴代表距离；横轴代表时间，将不同深度的组织回声随时间的运动展开，构成“时间—运动”曲线。

4. 肺的超声成像基础

(1) 肺是含气与水的脏器，几乎所有病变都与水、气的消长相关。

- (2) 几乎所有的超声征象均起自胸膜线。
- (3) 大多数急性肺疾病都累及外周和胸膜。
- (4) 肺超声征象大多数基于对伪像的分析。
- (5) 肺一直处于呼吸运动状态，肺超声多为动态征象。

三、肺的解剖及功能

1. 肺的解剖

双肺表面覆盖有脏层胸膜和壁层胸膜，两层胸膜之间构成一密闭的潜在间隙，称为胸膜腔。胸膜腔内有少量起润滑作用的液体，但不含气体，正常密闭的胸膜腔呈负压。在疾病状态下胸膜腔内可出现积气和/或积液，肺泡、肺间质可出现水肿、纤维化甚至肺实变（图 10）。

2. 肺的功能

肺是人体的呼吸器官，主要作用为通气和换气。

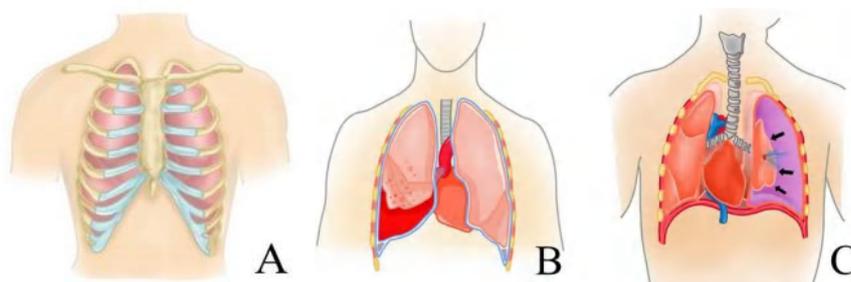


图 10 肺的解剖及功能

图 A：正常肺的解剖示意图，肺位于胸部骨性结构内；图 B：胸腔积液导致肺压缩示意图，
图 C：气胸导致肺压缩示意图。

四、超声仪器操作、调节及清洗消毒

1. 常用超声仪器设备

常用超声仪器设备主要包括可移动台式、手提式、掌上超声及远程机器人超声等（图 11）。



图 11 常用超声仪器设备

图 A：可移动台式超声仪；图 B：手提式超声仪；图 C：掌上超声仪；图 D：远程机器人超声患者端；图 E 为远程机器人超声医生端。

2. 超声仪器构成及操作面板

(1) 超声诊断仪器及操作面板（图 12）

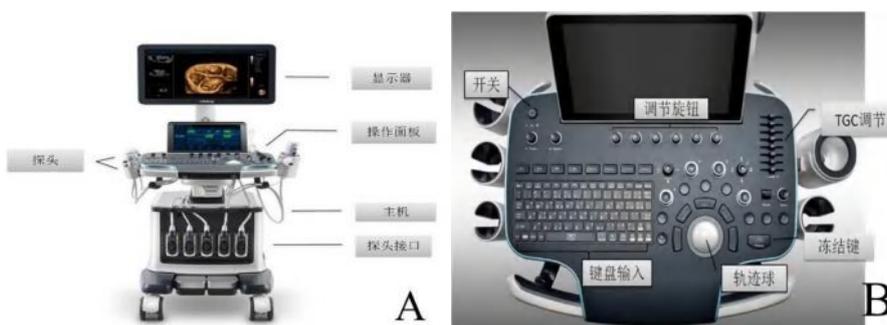


图 12 超声诊断仪器及操作面板

图 A：超声诊断仪主要由主机、显示器、操作面板及探头构成；图 B：操作面板主要包括电源开关、调节按钮、输入键盘、轨迹球、TGC 调节及冻结键等。

(2) 超声探头的选择 (图 13)

①线阵探头：主要用于肺、外周血管、浅表器官和软组织等检查。

②相控阵探头：主要用于心脏检查。

③凸阵探头：主要用于肺、腹部、妇产和深部器官的检查，是 FAST 常用探头。

④腔内探头：主要用于经食道、直肠、阴道和血管腔内超声检查等。

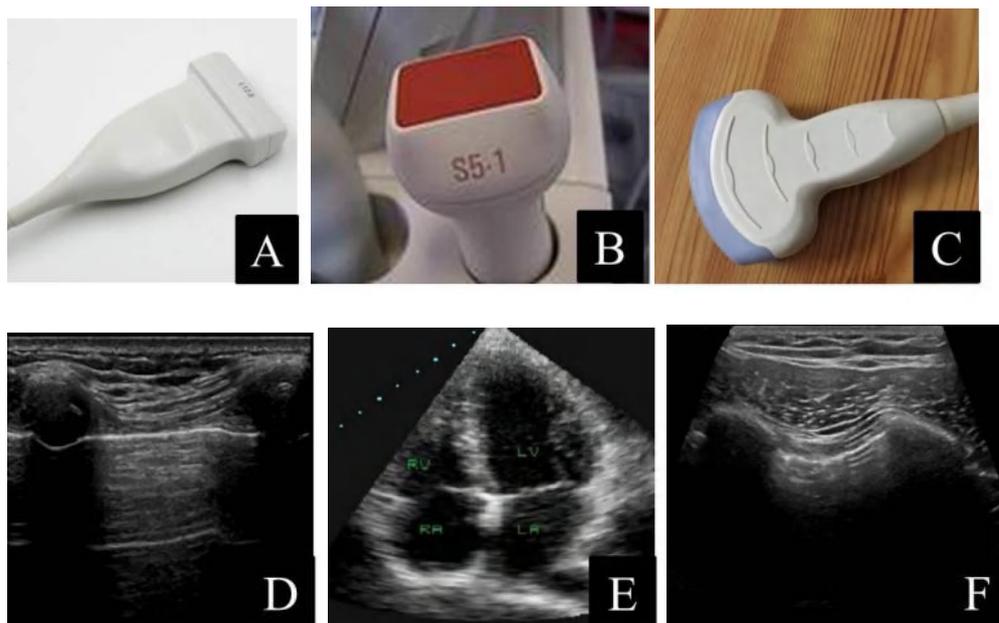


图 13 超声探头的选择

图 A：线阵探头；图 B：相控阵探头；图 C：凸阵探头；图 D：用线阵探头显示肺的二维超声图像；图 E：用相控阵探头显示心脏的心尖四腔心切面；图 F：用凸阵探头显示肺的二维超声图像。

3. 超声仪器调节——获取最佳二维图像 (以肝为例)

(1) 调节增益 (Gain, 2D) (图 14)



图 14 增益调节

图 A: 增益过低, 肝实质显示欠清晰; 图 B: 增益适中, 肝实质显示清楚; 图 C: 增益过高, 肝实质显示欠清晰。

(2) 调节聚焦 (Focus) (图 15)

超声扫查时, 聚焦点一般位于脏器中后场或病灶处。

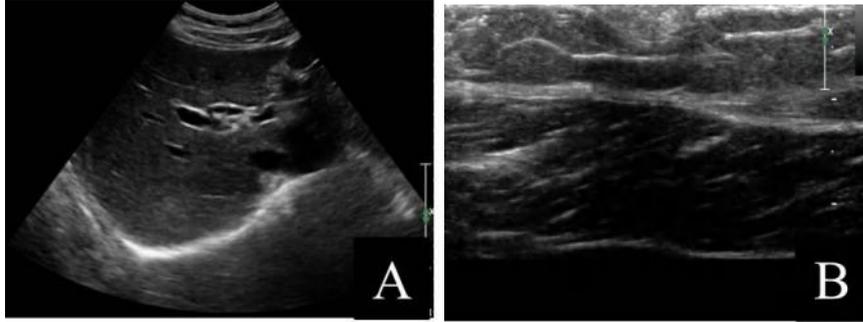


图 15 聚焦点调节

图 A: 聚焦点位于脏器中后场, 超声图像整体显示较满意; 图 B: 聚焦点位于病灶处, 病变显示较清晰。

(3) 调节深度 (Depth) (图 16)

超声检查时, 调节深度有利于所观察目标的显示, 病变位置较深时, 应调深, 此时图像变小; 病灶较表浅时, 应调浅, 使得图像变大。

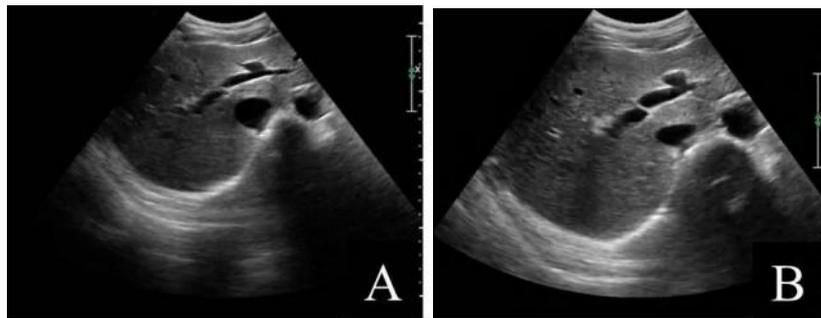


图 16 深度调节

图 A: 深度调节过大, 不利于小病灶的显示; 图 B: 深度适当。

4. 超声仪器调节——获取最佳彩色血流图像（以肝肾为例）

（1）灰阶图像增益调节（图 17）

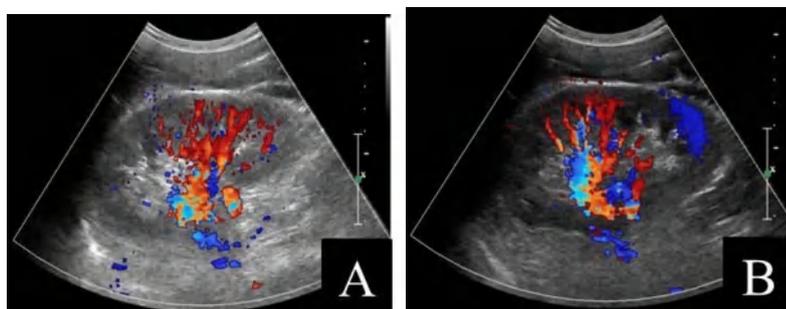


图 17 灰阶图像增益调节

图 A：灰阶图像增益调节过高，彩色图像显示不清晰；图 B：灰阶图像增益适中，彩色图像清晰。

（2）彩色增益调节（图 18）



图 18 彩色增益调节

图 A：彩色增益过低，门静脉内彩色血流充盈差；图 B：彩色增益适中，门静脉内彩色血流充盈好；图 C：彩色增益过高，门静脉内彩色血流溢出。

5. 超声检查的仪器调节小结

- （1）获取满意的灰阶超声图像至关重要。
- （2）观察对象应置于声场恰当位置，近场和远场均容易出现伪像。
- （3）可使用放大功能以显示小的病变。
- （4）要获得满意的彩色多普勒图像，可使灰阶图像的增益稍低。
- （5）肺超声检查时，探头应相对固定，或缓慢移动。

6. 便携式超声仪器

(1) 超声设备便携，人能到的地方仪器就可以到，手提超声可以方便地放置在隔离病房，掌上超声可以置于口袋，随身携带。

(2) 在 4G 或 5G 网络支持下，远程超声检查会诊如身临其境，适用于隔离的医疗区。

(3) 面对 2019-nCoV 肺炎疫情，便携超声将在床旁肺炎评估、鉴别诊断、排除呼吸困难相关疾病方面发挥显著优势；在肺炎及其并发症的微创诊疗中，如积液的穿刺置管引流、穿刺注药、组织活检、静脉通道的建立等过程中采用超声引导必将更为精准、有效。

7. 超声仪器设备消毒

(1) 可移动台式超声仪器可采用紫外线照射消毒，也可采用擦拭消毒，腔内探头可使用邻苯二甲醛消毒液浸泡消毒。因超声探头体积相对小，可以采用一次性消毒贴膜进行隔离。

(2) 便携式超声包括手提超声或掌上超声设备等因体积小，可方便地使用擦拭消毒，一些国产掌上超声仪已能够实现冲洗和浸泡消毒（图 19）。



图 19 掌上超声的清洗及消毒

掌上超声探头使用过后用水冲洗，也可浸泡消毒

五、肺超声检查的操作步骤（参照 BLUE 方案）

1. 第一步：经前胸壁扫查（上 BLUE 点和下 BLUE 点）（图 20A）

(1) 患者采取仰卧位。

(2) 检查者双手（除拇指其余四指）置于前胸壁——单侧肺区，左上缘以锁骨为界，右手下缘以膈肌线为界。

(3) 上 BLUE 点为左手第三、四掌指关节处。

(4) 下 BLUE 点为右手掌中心。

(5) 观察有无气胸。

2. 第二步：经侧胸壁扫查（膈肌点）（图 20B）

(1) 患者采取仰卧位。

(2) 检查者动态扫查前胸壁→侧胸壁，观察有无胸腔积液和肺部实变。

(3) 膈肌点指膈肌线（右手小指外缘）与腋中线的交点。

3. 第三步：经后侧胸壁扫查（PLAPS 点）（图 20C）

(1) 患者稍向对侧转身，以抬高同侧身体。

(2) 检查者经患者后侧胸壁扫查，观察有无胸腔积液和肺部实变。

(3) 肺泡胸膜综合征点（PLAPS 点）为经过下 BLUE 点向同侧腋后线作垂线的相交点。

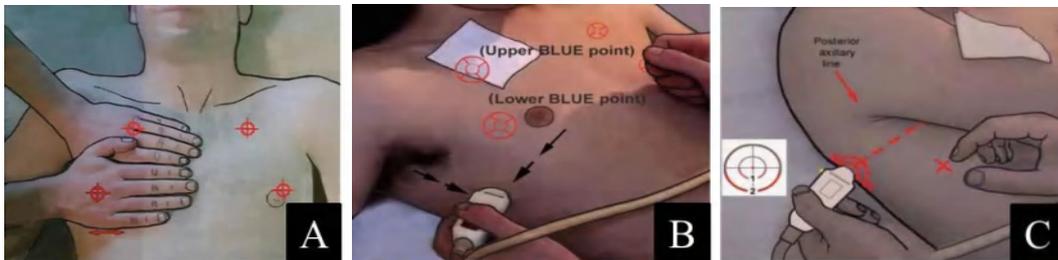


图 20 BLUE 方案超声检查步骤

图 A：胸前区，上下 BLUE 点；图 B：胸外侧区，膈肌点；图 C：胸后侧壁，肺泡胸膜综合征（PLAPS 点）。

六、肺的超声表现

1. 胸膜线和 A 线 超声探头垂直置于相邻两肋骨间或横置于肋间隙，在肋骨线深面可见一条随呼吸运动来回滑动的高回声线，为“胸膜线”。当超声垂直投射于胸膜-肺表面，可出现多重反射伪像，表现为等距离排列的多条回声，其强度依次递减，称之为 A 线（图 21），也称水平线。

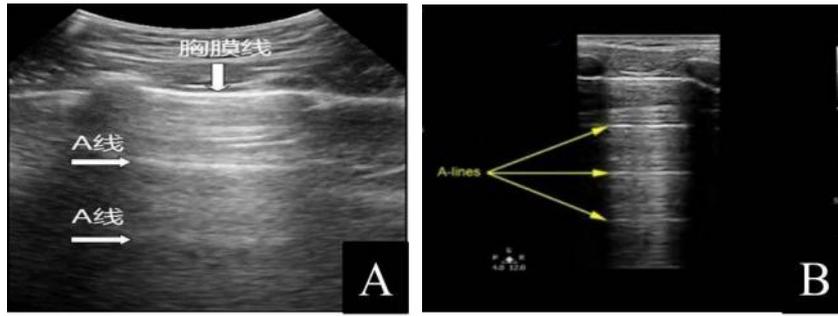


图 21 正常肺的胸膜线和 A 线

图 A：凸阵探头肺检查时，正常的胸膜线（粗箭头所示）及与之平行的 A 线（箭头所示）；

图 B：线阵探头肺检查时，正常的胸膜线深方的 A 线（箭头所示）。

2. “蝙蝠”征 二维超声显示上下相邻两根肋骨及其声影、肺表面的胸膜线（图 22）。



图 22 肺超声的“蝙蝠”征

图 A：二维超声图像显示肋骨（Rib）及其声影、肺表面的胸膜线（箭头所示）；图 B：蝙蝠的照片。

3. 肺滑动征与肺搏动征 肺部超声检查时，可见胸膜线上脏层胸膜相对于壁层胸膜来回滑动。若其随呼吸运动节律而滑动，则称为肺滑动征；若随心脏搏动则为肺搏动征。肺滑动征是肺组织的正常征象，若消失则高度怀疑气胸。肺搏动是完全性肺不张早期的诊断性征象，不张的肺使脏、壁层胸膜滑动消失，即肺滑动征消失，但此时心脏的跳动可通过不张的肺组织传导至胸膜，引起胸膜线震动，即肺搏动。

4. 海岸沙滩征 正常肺的 M 型超声图。胸膜线深方的肺气回声由于胸膜滑动的存在呈现为颗粒状，状如海岸边的沙滩，前方的胸壁软组织形成的平行线代表

大海。(图 23)

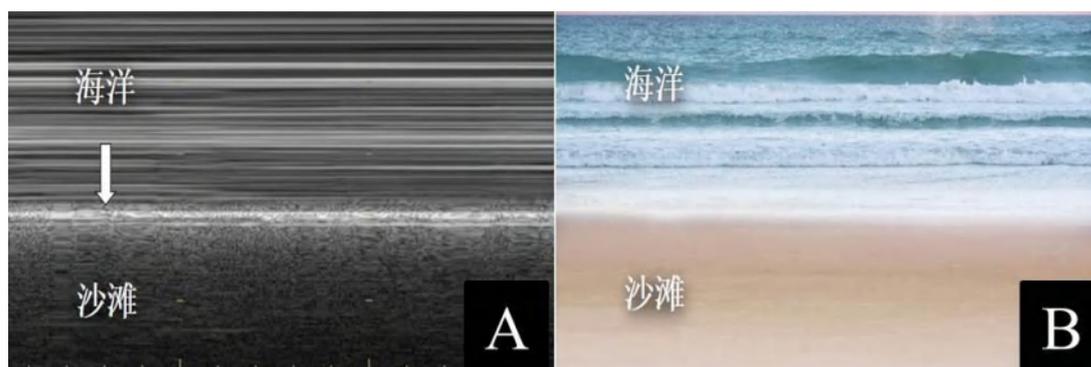


图 23 肺 M 型超声的海岸沙滩征

图 A: 正常肺的 M 型超声图中胸膜线 (箭头所示) 深方由于肺呼吸运动呈颗粒状, 前方的胸壁软组织无运动, 呈平行线; 图 B: 海洋和沙滩的照片。

5. B 线 也称垂直线。正常情况下, B 线仅出现在侧胸部最后一个肋间 (第十肋间侧壁), 在一个扫描切面内 B 线的数目不超过 3 个 (图 24)。

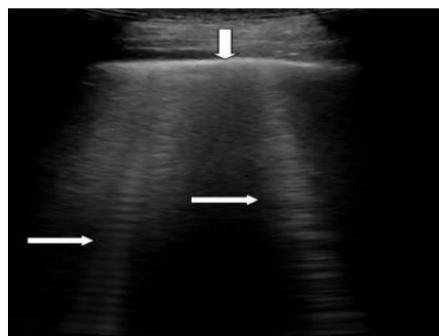


图 24 肺超声的 B 线

肺部二维超声图像显示起源于胸膜并垂直于胸膜线 (粗箭头所示) 的为 B 线 (细箭头所示)。

6. 支气管充气征 支气管充气征是肺实变超声图像内点状或线状高回声征象, 分为动态和静态。动态支气管充气征多见于肺炎, 是由于支气管内滞留的气泡随呼吸产生动态变化; 而静态支气管充气征常见于肺不张, 是因肺膨胀不全或近端支气管阻塞而产生的静止的支气管内充气征。

7. 肝样变和碎片征 肺炎或肺不张导致肺实变时, 肺泡内填有液体或细胞碎片甚至肺泡塌陷, 由于胸膜下气体减少, 声波得到有效传播, 使得肺成像。大

片肺实变时，实变肺组织呈现类似肝实质样回声，即“肝样变”。小片肺实变表现为不规则的碎片状回声，即“碎片征”。

8. 肺点 当胸腔内有气体存在时，气体占据的胸腔肺脏被压移位，气体与被压的肺组织间形成一交界，其气体侧呈全反射，肺滑动征和肺泡内气体形成的彗星尾征消失，而肺组织侧仍然存在，在声像图上出现一个交界点，随呼吸运动移动，即“肺点”。“肺点”是气胸的特异性声像图征象。

七、肺炎的超声特征及诊断要点（图 25）

肺实变时，肺泡内的气体几乎消失，肺组织不随呼吸运动变化，而且胸腔内可能积聚渗出液。由于胸膜与肺组织间的强反射界面消失，超声可以在实变的肺组织内传播，不但正常情况下的“A 线”消失，而且当声束遇到残存于肺泡内的气体微泡时，会出现较多的 B 线；同时大量支气管的回声也可显示。因此，肺炎的声像图表现为：

1. A 线及肺滑动征消失；
2. B 线增多；
3. 肺实变；
4. 支气管充气征；
5. 胸腔积液，局限性或少量。



图 25 肺炎

图 A：肺超声图像显示 B 线（箭头所示）增多及 A 线消失；图 B：超声显示支气管充气征；图 C：肺实变伴支气管充气征。

八、鉴别诊断

1. 脓胸

脓胸为胸腔内积脓，感染所致。超声表现为胸腔积液无回声区，可呈包裹性

或弥漫分布。积液内透声性差，常见漂浮的分隔、带状及絮状回声，呈网格状或类实性（图 26、27）。

病例 1：5 岁，男，误食骨头经食管穿破气管和肺，高热，生命体征不平稳。

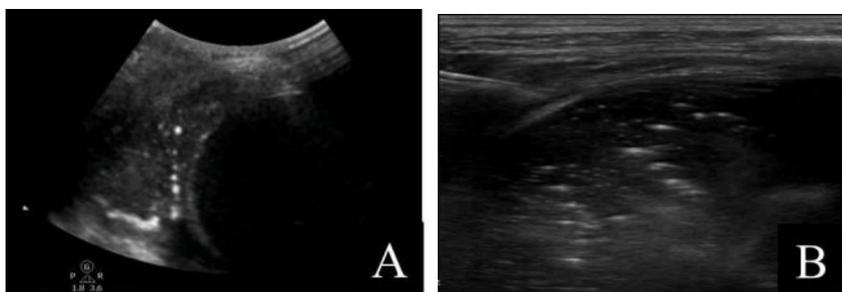


图 26 脓胸

图 A：二维超声图像显示胸腔内无回声区，透声性差；图 B：超声引导脓胸积液穿刺抽液的二维超声图像。

病例 2：67 岁，女，吞食鱼刺后食管和气管损伤，高热，端坐呼吸。



图 27 脓胸

图 A：指示探头位置；图 B：二维超声声像图所示的脓胸积液内透声差，见絮状回声。

2. 血胸

血胸多见于外伤或恶性肿瘤。声像图表现为胸腔内积液无回声区，内透声性差，可见密集点状回声。外伤引起的血胸穿刺液为鲜红色血液。恶性肿瘤引起的血胸穿刺液为淡红色或深红色血性液体（图 28）。

病例：44 岁，男性，胸部创伤后呼吸困难，血压下降，心率 110 次/分，血红蛋白降低。



图 28 血胸

图 A: 指示探头位置; 图 B: 二维超声声像图显示胸腔内积液, 其内透声差, 呈密集点状回声。

3. 胸腔积液 (漏出性)

多种原因可以引起胸腔积液, 分为渗出性积液和漏出性积液, 本次 2019-nCoV 肺炎所致胸腔积液以渗出性为主。胸腔积液超声表现为胸腔内无回声区, 可导致肺压缩 (图 29), 漏出性胸腔积液表现为积液无回声区透声性好, 可见分隔, 但分隔细而少 (图 30)。



图 29 胸腔积液

二维超声显示胸腔内无回声区, 内可见被压迫的肺组织 (箭头所示)。

病例: 28 岁, 男, 呼吸困难, 心率 92 次/分, 血压和血色素正常。



图 30 胸腔积液

图 A: 指示探头位置; 图 B: 二维超声显示胸腔内大片无回声区, 透声性好。PE: 胸腔积液; Liver: 肝脏

4. 气胸

外伤后气胸或自发性气胸。超声的典型表现是“肺滑动征”消失和“肺点”的出现, 而当“彗星尾征”的出现时, 从另一角度证明了肺的脏层和壁层胸膜间无气体充填, 可以排除气胸 (图 31)。

病例: 女, 62 岁, 外伤后呼吸困难, 心率 102 次/分, 出冷汗, 脉氧下降。

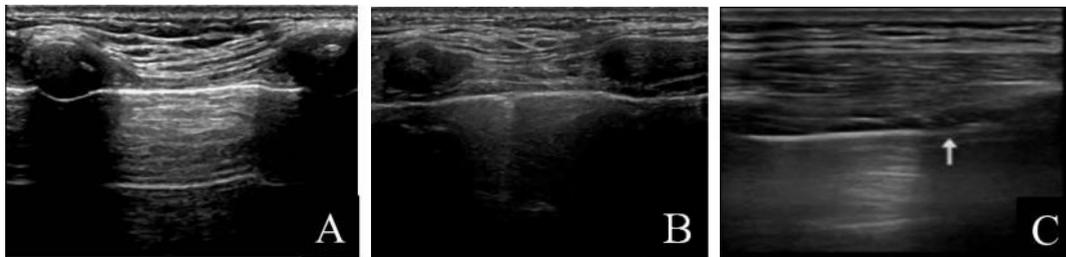


图 31 气胸

图 A: 患侧二维超声图像, “彗星尾征”消失, 动态显示肺滑动征消失; 图 B: 健侧可见 A 线和“彗星尾征”; 图 C: 患侧二维超声图像显示肺点 (箭头所示)。

5. 肺超声应用小结

- (1) 超声可用于急性呼吸衰竭的诊断与鉴别诊断。
- (2) 超声可评估急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 或机械通气下的重症肺部疾病。
- (3) 超声有利于查找呼吸系统相关疾病所致发热的病因。

(4) 超声可以精准定位，并可在其引导下插管、穿刺抽液、穿刺置管引流和穿刺活检等，避免盲穿和多次穿刺所致的医源性损伤。

(5) 超声可以排除急性循环障碍所致的呼吸困难。

九、介入性超声应用

临床上，周围型肺结节的超声引导下穿刺活检可以明确结节的性质。中量以上的胸腔积液会导致肺压迫，脉氧下降，超声引导下穿刺抽液或置管引流准确、高效，可即刻缓解症状（图 32）。急重症情况下，胸膜病变或肺实变时，为明确性质，超声引导的穿刺活检可明确诊断，以便于进一步治疗。

病例： 68 岁，男，呼吸困难，心率 102 次/分，发热，脉氧下降。

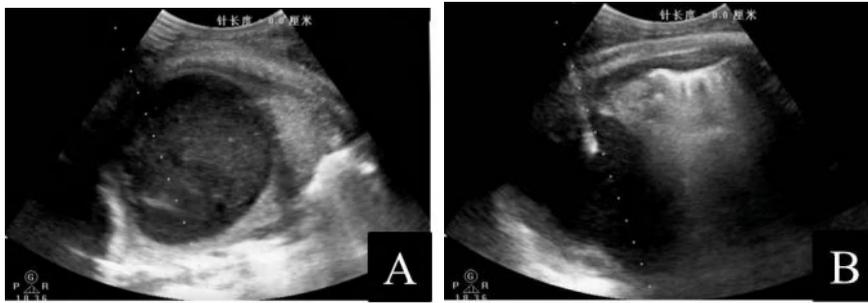


图 32 脓胸的超声引导穿刺置管引流术

图 A：二维超声显示胸腔内可见积液，内透声性差，呈包裹性；图 B：超声引导下胸腔积液穿刺置管引流术

十、急重症血容量超声评估要点

血容量评估主要目的是判断患者是否需要快速补液以及补液是否有效，采用超声评估再结合临床补液已在急重症中得到应用。

1. 每搏量或心输出量

在急危重症救治中，每搏量或心输出量变化可用来判断血容量，是目前的金标准。超声方法计算方法如下（图 33）：

(1) 在心脏左室长轴切面，测量左室舒张末内径、收缩末内径，正常成人左室舒张末内径小于 35mm 时，可疑血容量不足。

(2) 在心尖四腔心切面，测量左室舒张末容积和收缩末容积，二者之差为每搏量。

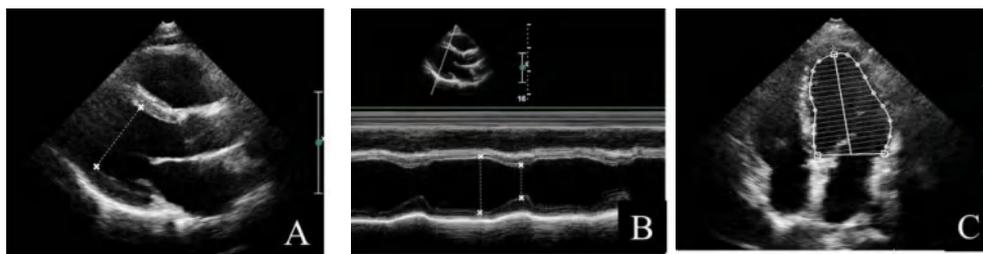


图 33 超声心动图评估血容量

图 A：心脏左室长轴切面上测量左室舒张末内径（测量光标所示）；图 B：心脏左室长轴 M 型图像上测量舒张末和收缩末内径（测量光标所示）；图 C：心尖四腔心切面测量左室舒张末容积和收缩末容积（测量光标所示）。

2. 下腔静脉内径及其随呼吸变化情况

超声所测下腔静脉内径及其随呼吸变化可一定程度反映患者血容量状态。下腔静脉内径随呼吸的变化情况，包括下腔静脉扩张指数（dIVC）和下腔静脉塌陷指数（cIVC），常被用于判断患者容量是否充足及补液是否适当，但由于下腔静脉内径变化受影响因素很多，患者在自主呼吸或正压通气状态下，采用 dIVC 评估补液情况相对准确些。

检测方法：（1）采用凸阵或相控阵探头，获取上腹部剑突下下腔静脉二维超声图像。（2）以肝脏作为透声窗，获取下腔静脉长轴图像，包括下腔静脉与右房交界及肝静脉汇入下腔静脉部分（图 34）。

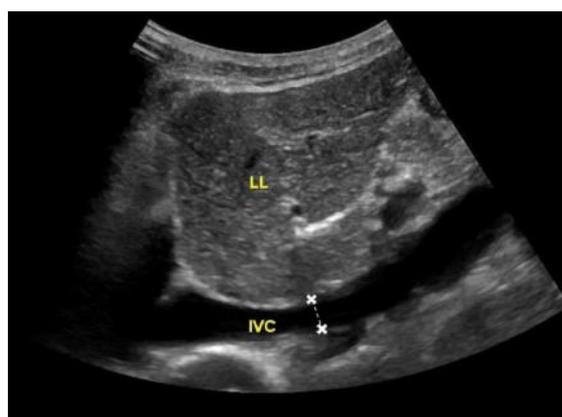


图 34 下腔静脉

下腔静脉（测量光标示）长轴切面的二维超声图像。LL：肝左叶；IVC：下腔静脉。

3. 下腔静脉塌陷指数和扩张指数的计算

(1) 自主呼吸状态下，计算下腔静脉塌陷指数公式为 $cIVC = (D_{max} - D_{min}) / D_{max} \times 100\%$ 。其中， D_{max} 为下腔静脉最大值； D_{min} 为下腔静脉最小值。

(2) 机械通气状态下，计算下腔静脉扩张指数公式为 $dIVC = (D_{max} - D_{min}) / D_{min} \times 100\%$ 。其中， D_{max} 为吸气正压通气时下腔静脉内径最大值； D_{min} 为呼气时下腔静脉内径最小值。

(3) 下腔静脉内径随呼吸变化百分比计算： $(D_{max} - D_{min}) / [(D_{max} + D_{min}) / 2]$ 。

4. 下腔静脉内径变化与补液

虽然下腔静脉内径及其随呼吸变化程度评估血容量和补液量存在一定争议，但是仍常作为临床上简便易行的方法。

(1) 自主平静呼吸状态下，下腔静脉内径塌陷指数 $> 40 \sim 50\%$ ，提示患者对补液治疗可能有效。但 $< 40\%$ 仍不能排除患者可能需要补液，此时可以观察二尖瓣血流 E 峰速度，若 $< 70 \text{cm/s}$ ，则提示可能补液有效。

(2) 机械通气状态下，下腔静脉扩张指数 $> 12 \sim 18\%$ ，提示补液治疗可能有效。

(3) 下腔静脉内径随呼吸变化百分比 $> 12\%$ ，提示补液治疗可能有效；但 $\leq 12\%$ ，不能排除患者对补液可能有效，需结合临床。

参考文献

1. 国家卫生健康委“新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案”（试行第四版）.
2. 杨勇, 王臻, 杜虹, 任嵘, 刘禧, 袁丽君, 段云友. 超声在甲型 H7N9 流感重症肺炎中的应用. 中华医学超声杂志（电子版）. 2019, 16(1):72-76.
3. 刘畅, 崔立刚. 肺部超声在危重症中的临床应用. 中华诊断学电子杂志. 2017, 5(3): 145-148.
4. 超声医学专业委员会. 部队常见创伤和急症超声诊断手册. 第四军医大学出版社. 2019; 229-232.
5. Benoit Bataille, Beatrice Riu, Fabrice Ferre, Pierre Etienne Moussot, Arnaud Mari, Elodie Brunel, Jean Ruiz, Michel Mora, Olivier Fourcade, Michele Genestal, Stein Silva. Integrated Use of Bedside Lung Ultrasound and Echocardiography in Acute Respiratory Failure[J]. Chest. 2014(6).

6. Lichtenstein DA, Meziere GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest*. 2008; 134: 117-125.
7. Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill [J]. *Ann Intensive Care*, 2014, 4(1): 1. 9 Lichtenstein DA. BLUE-protocol and FALLS-protocol: two applications of lung ultrasound in the critically ill [J]. *Chest*, 2015, 147(6): 1659-1670.
8. Yin W, Li Y, Zeng X, et al. The utilization of critical care ultrasound to assess hemodynamics and lung pathology on ICU admission and the potential for predicting outcome [J]. *PLoS One*, 2017, 12(8):e0182881.
9. Shrestha GS, Weeratunga D, Baker K. Point-of-care lung ultrasound in critically ill patients[J]. *Rev Recent Clin 7IHals*. 2018, 13(1): 15. 26.
10. Marchetti G, Arondi S, Baglivo F, et al. New insights in the use of pleural ultrasonography for diagnosis and treatment of pleural disease[J]. *Clin Respir J*, 2018, 12 (6) : 1993-2005.
11. Malbrain MLNG, De Tavernier B, Haverals S, et al. Executive summary on the use of ultrasound in the critically ill: Consensus report from the 3rd Course on Acute Care Ultrasound (CACU) [J]. *Anaesthesiol Intensive Ther*, 2017, 49 (5) : 393-411.

致谢：封面图片引自中国青年报 2020.1.31 报道“广东援鄂医疗队开展重症超声技术成功抢救重症患者”。

附：呼吸衰竭的肺部影像学评估-超声.PPT（浙江大学附属第二医院急诊医学科张茂教授）

附件：



呼吸衰竭的肺部影像学评估——超声

张 茂

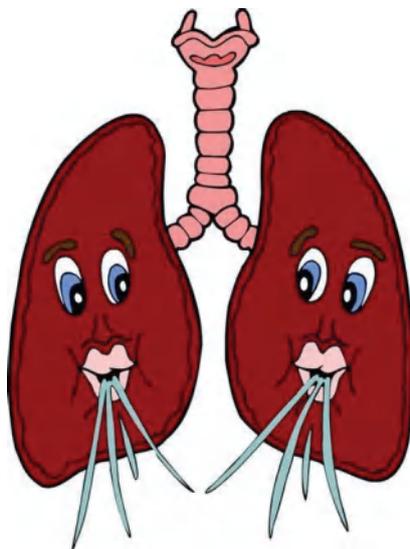
浙江大学医学院附属第二医院急诊医学科

浙江大学急救医学研究所



一、背景

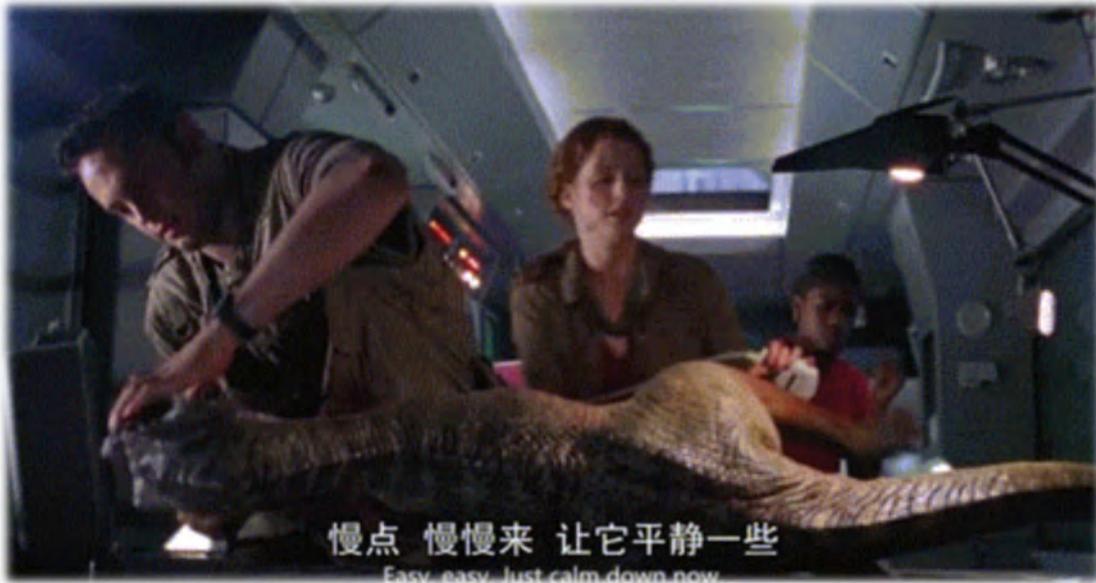
急性呼吸衰竭需要快速有效的评估！



Acute respiratory failure



超声对急性呼吸衰竭的评估具有明显优势！



便捷，快速，准确，无创，无辐射，适用范围广，易于反复评估

From: **Time to Add a Fifth Pillar to Bedside Physical Examination: Inspection, Palpation, Percussion, Auscultation, and Insonation**

A Miniaturized ultrasound platform with display and multipurpose transducer **B** Multiple transducers with ultrasound platform for connection to smartphone



C Multipurpose adjustable wireless transducer

D Single solid-state multipotential transducer

E Boutique transducer designed for specific indications

