

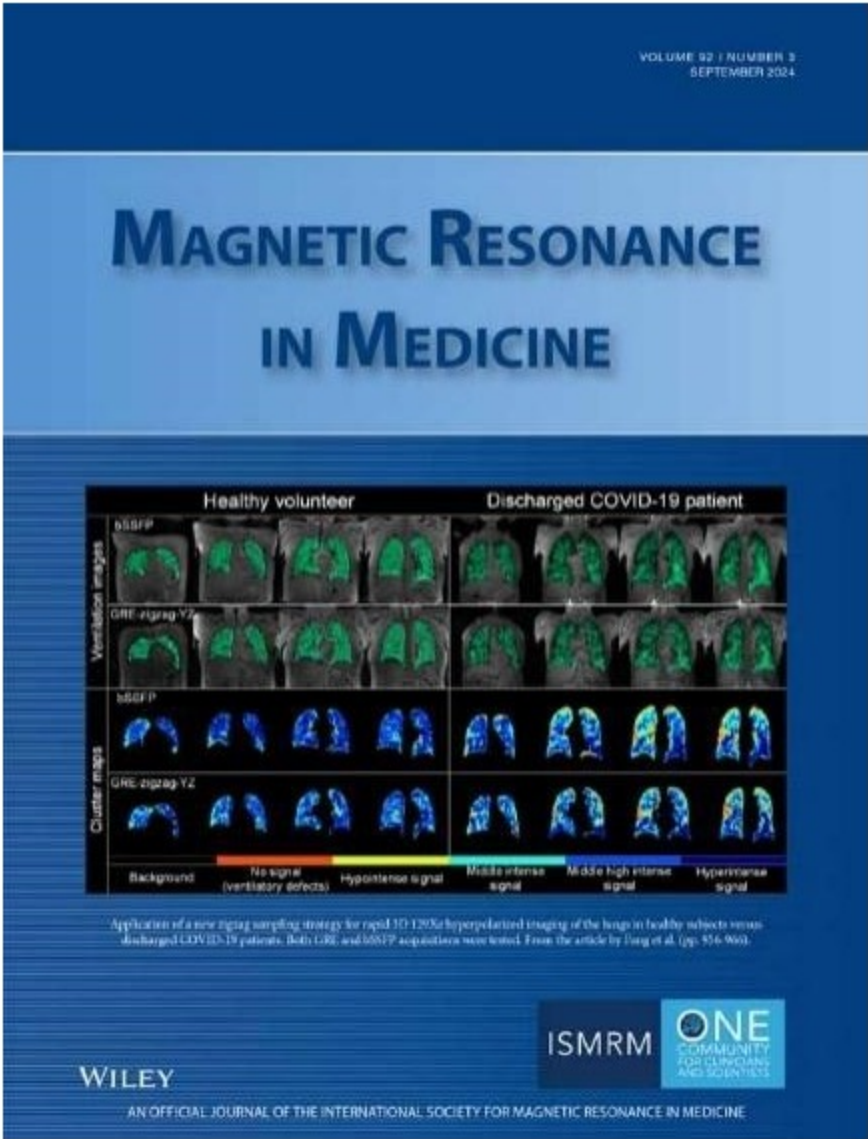


3.5秒成像！精密测量院实现超快、高分辨3D多核¹²⁹Xe MRI肺部通气功能定量可视化评估

来源： 时间：2024-09-04

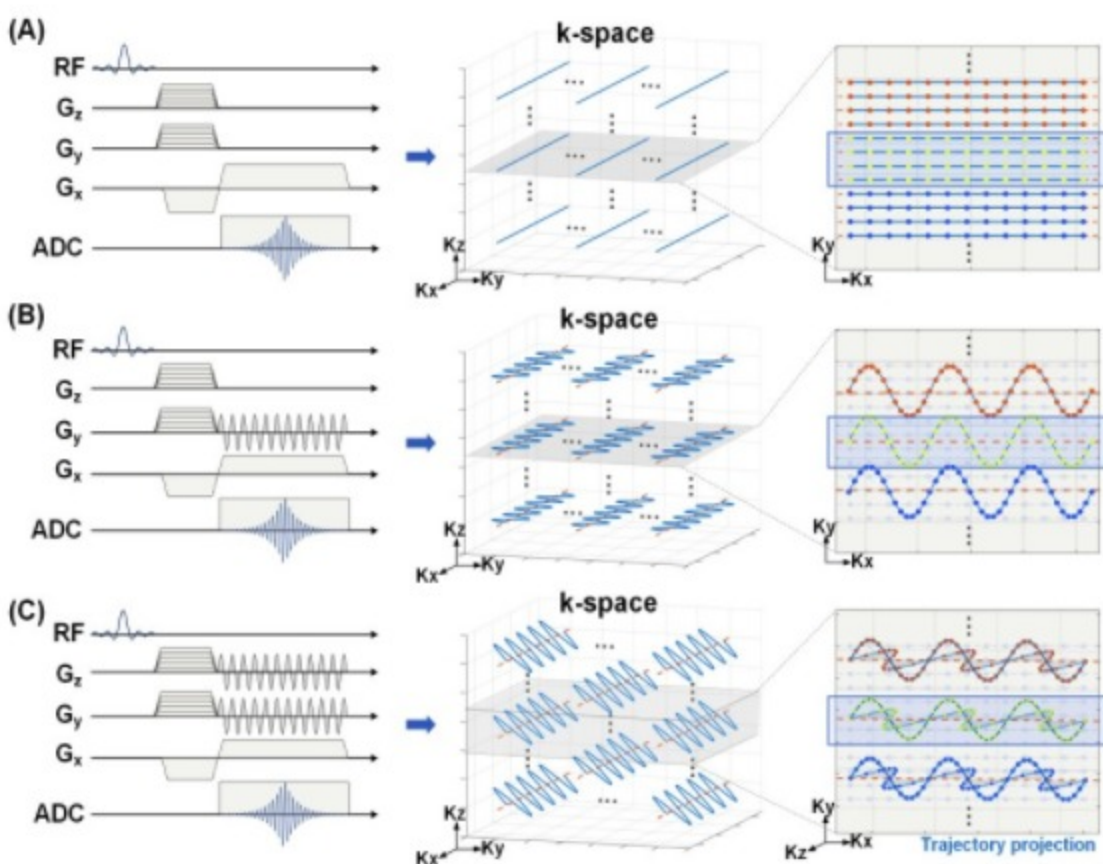
气体交换是肺部最重要的生理功能。慢阻肺、哮喘、间质性肺疾病等肺部重大疾病都会导致肺部气体交换功能异常。传统临床影像技术（如CT、ECT、MRI等）难以对肺部气体交换功能进行精准检测。超极化¹²⁹Xe肺部气体MRI技术，利用自旋交换激光光谱技术将¹²⁹Xe气体的MRI信号增强10000倍以上，并将其作为对比剂经口吸入肺部进行成像，解决了传统MRI因肺部质子密度低（信号强度约为其余正常实质性组织1/1000）而不能成像的难题，弥补了当前肺部影像技术无法对肺部气体交换功能进行成像的不足。该技术能够定量、可视化地评估肺通气功能、肺泡微结构和气血交换功能，并被广泛用于肺部重大疾病导致的肺损伤定量评估。¹²⁹Xe肺部气体MRI通常需要患者吸入气体后屏气进行成像，而肺部疾病患者通常难以长时间屏气，如何快速实现高分辨成像是其临床广泛应用的挑战之一。

近日，精密测量院周欣研究团队提出了基于Zigzag编码的超快¹²⁹Xe气体MRI成像方法。仅需3.5秒！就能实现肺部通气功能的高分辨成像，已经应用于COVID-19患者出院后肺通气功能定量可视化评估。相关研究成果在《医学磁共振》(Magnetic Resonance in Medicine)上发表，并被选为当期封面。



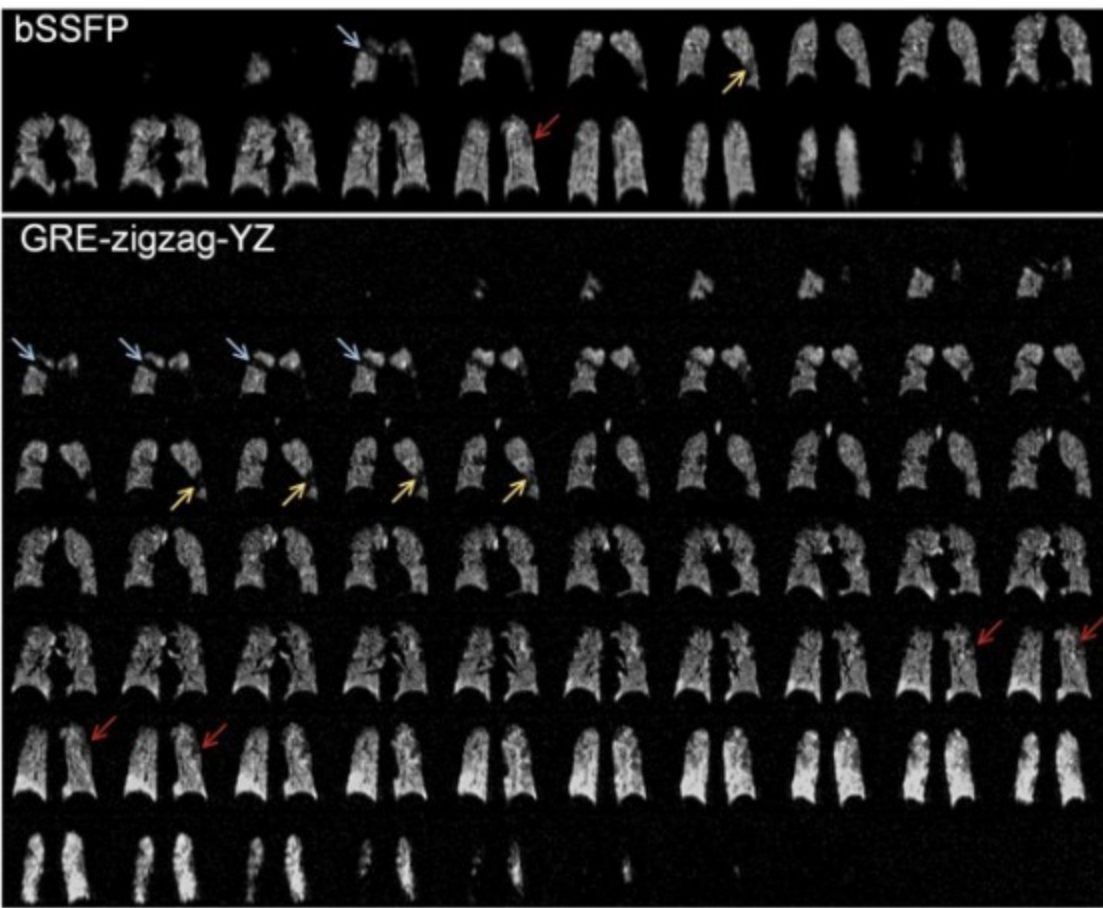
《医学磁共振》封面

通过在相位编码方向施加锯齿形梯度，实现了快速肺部高分辨通气功能成像。图1展示了本研究提出的三维梯度回波（3D GRE）序列中Zigzag编码轨迹的示意图，根据不同的加速需求，可选择在单方向或多个方向施加锯齿形梯度。



(A) 传统3D GRE、(B) 3D GRE-zigzag-Y (R=4) 和 (C) 3D GRE-zigzag-YZ (R=4×4) 的脉冲序列图和对应的k空间轨迹

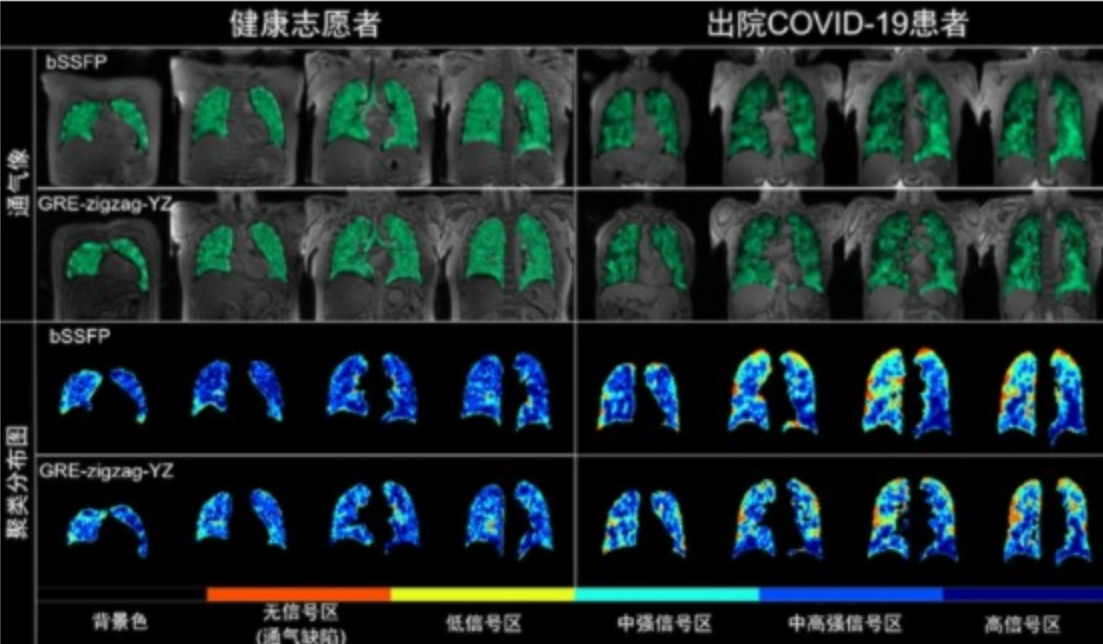
基于Zigzag编码的¹²⁹Xe气体MRI超快成像技术获得的肺部通气功能影像与常规bSSFP序列获得的通气功能影像质量相当（采用相同分辨率时），且可以在数据采集时间缩短约一半情况下，将图像分辨率提高约10倍。该方法能够在5.5秒内获得分辨率为2.5×2.5×2.5 mm³的肺部通气功能图像；而当分辨率为3×3×3 mm³时，图像的采集时间可进一步缩短至3.5秒。图2展示了通过bSSFP序列（采集时间10.2秒）和本研究中提出的快速成像方法（采集时间5.5秒）获得的肺部通气功能图像对比。与bSSFP相比，使用本研究提出的快速成像方法得到的肺部影像能够观察到更多通气异常区域的细节。



基于常规bSSFP和本研究提出的成像方法获得的COVID-19出院患者的肺通气功能影像

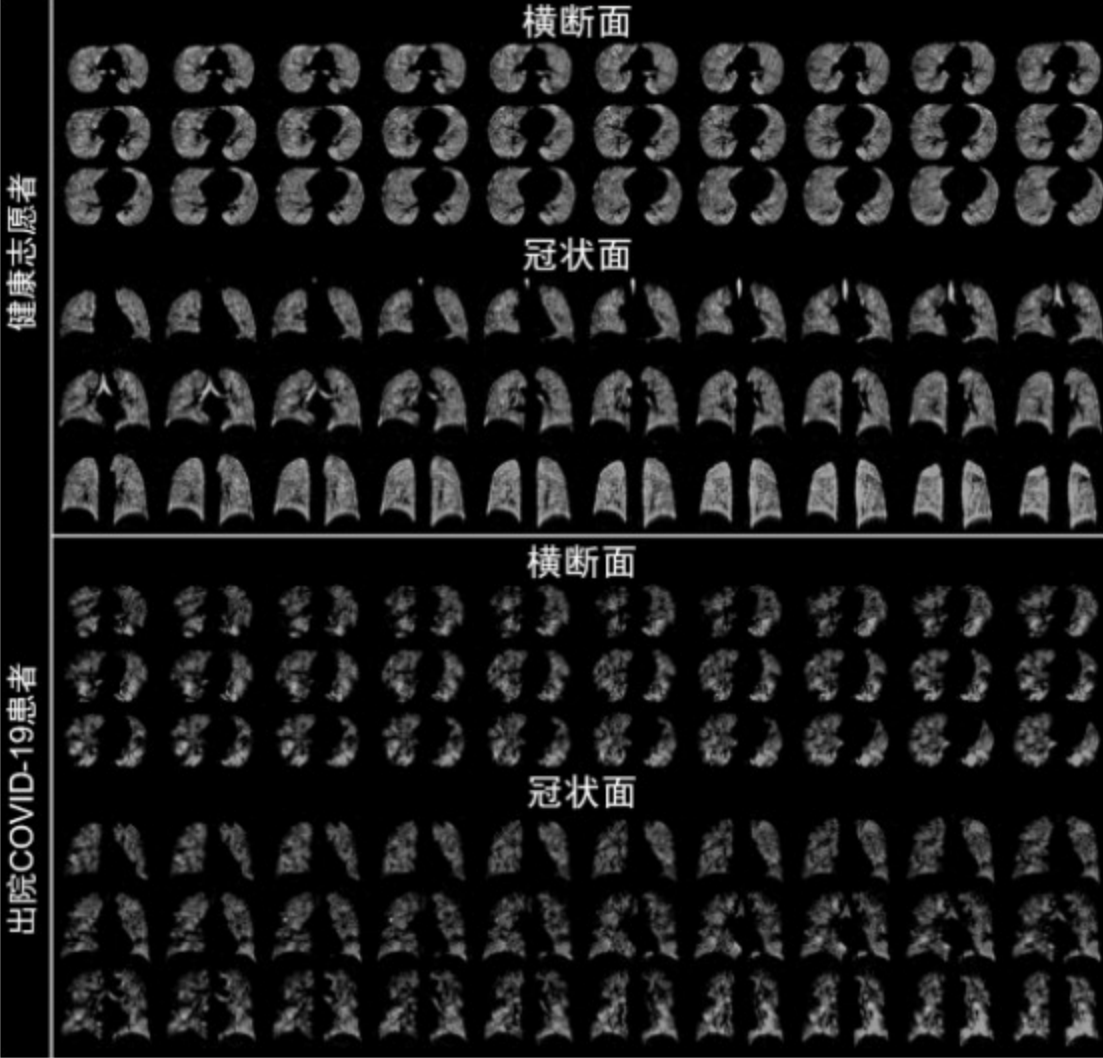
蓝色、黄色和红色箭头代表肺通气缺损

图3展示了基于bSSFP序列与本研究提出的方法获得的健康志愿者和COVID-19出院患者的相近层面的通气聚类分布图（通气缺损、低信号、中强信号、中高信号和高信号区域分别用红色、黄色、绿色、蓝色和深蓝色标记）。两种方法获得的通气缺损百分比（VDP）在健康组和COVID-19组均无显著差异，其中在健康组中基于bSSFP和Zigzag编码方法获得的VDP分别为1.27±0.58%和1.24±0.54%；COVID-19出院患者组中分别为6.93±2.72%和7.06±2.85%。



基于常规bSSFP 和本研究提出的方法获得的健康志愿者和COVID-19出院患者的典型通气功能图像和聚类图

图4展示了健康志愿者和COVID-19出院患者的典型通气功能影像（空间分辨率为2.5×2.5×2.5 mm³），不论是在横断面还是冠状面均具有良好的成像效果。该健康志愿者和出院COVID-19患者的VDP分别为0.73%和7.12%。



健康受试者和COVID-19出院患者的典型高分辨通气功能图像

综上，本研究提出的肺部超快¹²⁹Xe气体MRI方法，在3.5秒内可获得肺部通气功能高分辨影像（3×3×3 mm³）；在5.5秒内获得当前最高分辨率的通气功能影像（2.5×2.5×2.5 mm³），能够有效、可视化地定量评估COVID-19出院患者的通气功能。该方法在临床上对屏气功能受限患者的通气功能定量可视化评估具有很高的应用潜力和价值。

该研究成果以“Rapid Pulmonary ¹²⁹Xe Ventilation MRI of Discharged COVID-19 Patients with Zigzag Sampling”为题发表在国际学术期刊Magnetic Resonance in Medicine上。精密测量院博士方媛和青年研究员李海东（青促会会员）为文章共同第一作者，研究员周欣为通讯作者。

该工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金、中国科学院先导项目、湖北省自然科学基金等项目的资助。

论文链接：<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mrm.30120>