

• 临床研究 •

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.10.028

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250802.1742.002\(2025-08-04\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250802.1742.002(2025-08-04))

竞争性呼吸训练在腹部增强 MRI 扫描中的应用效果

黄 菊,吴家会,黄超琼,周芳露[△]

(重庆医科大学附属第一医院护理部,重庆 400016)

[摘要] 目的 探讨竞争性呼吸训练在腹部增强 MRI 扫描中的应用效果。方法 将 2021 年 10 月至 2022 年 4 月于该院行腹部增强 MRI 扫描的 115 例患者分为对照组($n=64$)与试验组($n=51$)。对照组采用常规呼吸训练方式(一对一呼吸训练);试验组采用竞争性呼吸训练方式(一对二呼吸训练),即两人中先达到屏气合格者先做检查。比较两组患者呼吸训练时间、扫描时间、腹部 MRI 图像质量,包括呼吸运动伪影评分、图像解剖细节评分等。**结果** 试验组患者人均呼吸训练时间短于对照组[(39.90±14.26)s vs. (71.31±20.96)s, $P=0.001$]。腹部及上腹部总扫描时间差异无统计学意义($P>0.05$)。图像质量方面,试验组的呼吸运动伪影评分优于对照组($P<0.05$);试验组 FIESTA 序列、LAVA 序列的图像解剖细节评分高于对照组($P<0.05$),但 T1 序列评分差异无统计学意义($P>0.05$);试验组呼吸运动伪影序列所占百分比明显低于对照组($P=0.006$)。**结论** 竞争性呼吸训练在腹部增强磁共振检查中能明显缩短患者呼吸训练时间,提高患者的闭气质量及持久度,减少呼吸运动伪影从而提升图像质量。

[关键词] 竞争性训练;呼吸训练;图像质量;磁共振成像**[中图法分类号]** R445.2**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2025)10-2397-04

The application of competitive respiratory training in abdominal contrast-enhanced MRI

HUANG Ju,WU Jiahui,HUANG Chaoqiong,ZHOU Fanglu[△]

(Department of Nursing, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

[Abstract] **Objective** To explore the effect of competitive respiratory training in patients undergoing abdominal contrast-enhanced magnetic resonance imaging (MRI). **Methods** A total of 115 patients who underwent abdominal contrast-enhanced MRI in the hospital from October 2021 to April 2022 were randomly assigned to the control group ($n=64$) and the experimental group ($n=51$). The control group received routine one-on-one respiratory training, while the experimental group received a competitive respiratory training, wherein the first of the two individuals to achieve qualified breath-holding would undergo scanning first. The duration of respiratory training and scanning, as well as abdominal MRI image quality, were compared between the two groups. Image quality was assessed based on respiratory motion artifact scores, anatomical detail scores, and the percentage of sequences affected by respiratory motion artifacts. **Results** The average duration of respiratory training in the experimental group was significantly shorter than that in the control group [(39.90±14.26)s vs. (71.31±20.96)s, $P=0.001$]. The difference in total scan time of the abdomen and upper abdomen was not statistically significant ($P>0.05$). The respiratory motion artifact score was higher in the experimental group compared to the control group ($P<0.05$). The anatomical detail scores for both the FIESTA and LAVA sequences were higher in the experimental group than in the control group ($P<0.05$), while no significant difference was found for the T1 sequence score ($P<0.05$). The percentage of sequences affected by respiratory motion artifacts was significantly lower in the experimental group than in the control group ($P=0.006$). **Conclusion** Competitive respiratory training can shorten the duration of respiratory training, improve breath-hold quality and persistence, reduce respiratory motion artifacts, and consequently enhance

[△] 通信作者,E-mail:1147311309@qq.com。

image quality in abdominal contrast-enhanced MRI.

[Key words] competitive training; respiratory training; image quality; magnetic resonance imaging

随着影像学技术的快速发展, MRI 技术被越来越多地应用于腹部疾病的诊断和疗效评估中, 特别是肝胆病变^[1-2]、肾脏病变^[3]及子宫、直肠^[4]、前列腺疾病中。腹部 MRI 扫描过程易受各种运动伪影的影响, 比如呼吸运动、血管搏动、肠蠕动等, 其中呼吸运动伪影对腹部图像质量的影响最大^[5], 因此良好的呼吸配合对提高腹部 MRI 图像质量具有重要意义^[6]。腹部 MRI 检查中, 患者需多次配合吸气吐气、屏气, 但患者常因无法理解语音指令、检查时间长、磁体空间封闭、噪声大等无法完成呼吸配合。所以有效的呼吸训练在腹部 MRI 检查临床工作中尤为重要^[7]。在传统呼吸训练模式(一护对一患)中, 如果患者的依从性差、屏气控制配合不好, 不仅在呼吸训练准备阶段消耗大量的时间, 还会导致图像出现呼吸运动伪影, 需要重复扫描, 造成医疗资源浪费^[5,8]。在连续性的任务训练当中, 比起单独练习, 与有能力的合作伙伴一同练习更能够提高积极性, 以达到练习的效果, 这种竞争协作心理效应被称为科勒效应^[9-10]。为了提高患者配合度, 改善腹部 MRI 检查的图像质量, 本研究将科勒效应与呼吸训练相结合, 在腹部 MRI 检查前准备中实施竞争性呼吸训练, 并探讨其应用效果。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2021 年 10 月至 2022 年 4 月于本院拟行腹部增强 MRI 扫描的患者。纳入标准:(1)无 MRI 检查禁忌证, 无钆剂过敏;(2)18 岁以上;(3)神志清楚, 无听力障碍、能自主配合呼吸训练, 愿意参加此项研究。排除标准: 因严重的心肺功能不全或幽闭综合征等原因无法完成检查。最终纳入 115 例患者, 根据随机数字表法分为试验组($n=51$)和对照组($n=64$)。试验组 51 例, 其中男 13 例, 女 38 例, 上腹部增强 21 例, 全腹部增强 30 例; 对照组 64 例, 其中男 17 例, 女 47 例, 上腹增强 23 例, 全腹部增强 41 例。两组性别、年龄、文化程度、心肺呼吸功能比较, 差异均无统计学意义($P>0.05$)。本研究通过本院伦理委员会批准(审批号: 2020-337), 患者均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 呼吸训练

由 1 名护士向患者详细介绍行腹部增强 MRI 检查时语音提示的含义: 吸气-呼气-屏气-可以呼吸, 并要求患者屏气时间为 15~20 s。待患者理解后模拟 MRI 设备项目的语音, 指导患者重复屏气流程, 患者胸部、腹部无起伏视为呼吸训练完成可进行检查。对

照组每例患者单独进行训练; 试验组每 2 例患者同时接受训练以更好地调动积极性^[11-12], 先达到屏气合格者先做检查。

1.2.2 MRI 检查方案

采用 GE1.5T MRI 设备(HG Singal HDE, 美国 GE health care 公司), 选用 8 通道相控阵腹部线圈, 呼吸门控技术扫描。患者取仰卧位, 双上肢上举至头顶。扫描序列如下:(1) 冠状位 FIESTA(频率编码方向 FOV 41 cm, 层厚 5 mm, 层间距 1 mm, Min TR, Min TE, 矩阵 224×196); (2) 轴位-压脂(fs)-T2WI, 采用 SE 序列(频率编码方向 FOV 38 cm, 层厚 5 mm, 层间距 1 mm, TR 2 857 ms, TE 85 ms, 矩阵 288×224); (3) 轴位 DWI 序列(频率编码方向 FOV 40 cm, 层厚 5 mm, 层间距 1 mm, 矩阵 128×128, b=0, 1 000 s/mm²); (4) 轴位 T1WI Dual(频率编码方向 FOV 38 cm, 层厚 5 mm, 层间距 1 mm, TR 150 ms, TE 5 ms, 矩阵 288×224); (5) 轴位 T2WI, 采用 FRFSE 序列(频率编码方向 FOV 26 cm, 层厚 4 mm, 层间距 1 mm, TR 6 400 ms, TE 138 ms, 矩阵 320×224); (6) 轴位 LAVA(频率编码方向 FOV 40 cm, 层厚 4.4 mm, 矩阵 288×192)。0.2 mg/kg, 钆特酸葡胺注射液, 从注射开始后 25 s 起, 共扫描动静脉两期及 1 期延迟期; (7) 盆腔矢状位 LAVA(频率编码方向 FOV 36 cm, 层厚 4 mm, 矩阵 288×192); (8) 全腹部冠状位 LAVA(频率编码方向 FOV 48 cm, 层厚 4 mm, 矩阵 320×224)。

1.3 观察指标

1.3.1 呼吸训练时间

以护士向患者介绍呼吸训练流程开始计时, 患者理解语音提示并能完成屏气为计时结束。对照组呼吸训练时间为从开始训练至呼吸训练完成的时间, 试验组为开始训练至最后 1 例患者呼吸训练完成的时间/2。

1.3.2 总扫描时间

从定位像扫描开始至检查结束为总扫描时间。比较两组上腹部增强 MRI 与全腹部增强 MRI 扫描时间。

1.3.3 图像质量

由 2 名放射科高年资医师分别采用双盲法对图像质量作出评分。评价标准参照国际腹部 MRI 图像质量控制的评价标准。评价的序列为需要患者屏气进行扫描的序列, 包括 FIESTA 序列、T1WI 序列及 LAVA 序列。图像质量的评价包括呼吸运动伪影、图像解剖细节。评分细则见表 1。呼吸运动伪影序列百

分比(%)=图像有呼吸运动伪影的序列数量/所有需要屏气扫描的序列数量×100%。

表 1 图像评分细则

项目	0 分	1 分	2 分	3 分	4 分
呼吸运动伪影评分	有非常严重的呼吸运动伪影,无法诊断	有比较严重的呼吸运动伪影,诊断不明确	有呼吸运动伪影,尚能诊断	有轻微呼吸运动伪影,不影响诊断	无呼吸运动伪影,图像质量良好
解剖、病变细节评分	病变细节严重模糊,无法诊断	病变细节比较模糊,诊断不明确	病变细节模糊,尚能诊断	病灶边缘较清楚,病变细节稍模糊,图像质量尚可	腹部器官解剖细节清晰辨认,病变细节良好,图像质量好

1.4 统计学处理

采用 SPSS17.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 比较采用 *t* 检验; 不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示, 比较采用 Wilcoxon 秩和检验; 计数资料用率或百分比表示, 比较采用 Fisher 确切概率法。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 呼吸训练时间和总扫描时间

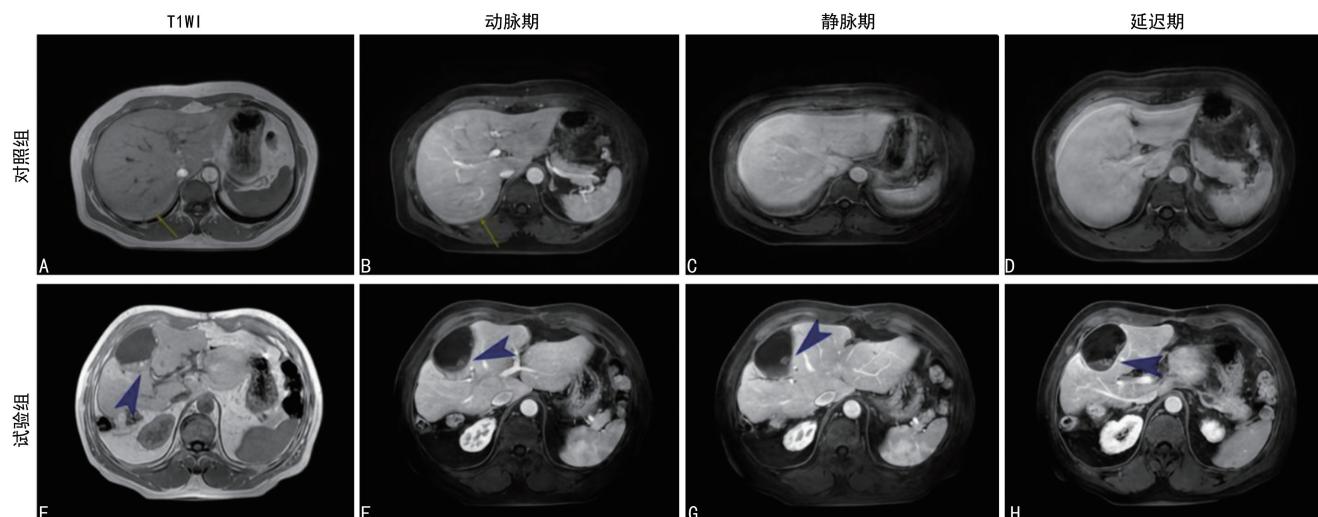
试验组人均呼吸训练时间 [(39.90 ± 14.26)s] 较对照组 [(71.31 ± 20.96)s] 明显缩短, 差异有统计学意义 ($P < 0.001$)。试验组上腹部增强 MRI 的总扫描时间 [(980.38 ± 47.94)s] 与对照组 [(998.00 ± 66.08)s] 比较, 差异无统计学意义 ($P = 0.829$); 试验组腹部增强 MRI 的总扫描时间 [(1 979.20 ± 53.61)s] 与对照组 [(1 977.24 ± 32.98)s] 比较, 差异也无统计学意义 ($P = 0.974$)。

2.2 图像质量评分

两组图像的呼吸运动伪影评分在 3 个序列中差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 试验组评分均明显高于对照组, 图像的呼吸运动伪影更少, 见表 3。两组患者图像描述的解剖、病变细节在 FIESTA 序列、LAVA 序列上差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 试验组评分高于对照组, 试验组在这 2 个序列上解剖、病变细节显示更清晰, 见图 1。但在 T1WI 序列中差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 3。试验组图像有呼吸运动伪影序列所占百分比明显低于对照组 [(30.98 ± 28.09)% vs. (45.63 ± 27.71)%], $P = 0.006$, 试验组患者屏气配合情况更佳, 腹部增强磁共振整体的图像质量更高。

表 2 两组患者图像呼吸运动伪影评分比较 [$M(Q_1, Q_3)$, 分]

序列	试验组	对照组	Z	P
FIESTA	4.0(4.0,4.0)	4.0(4.0,4.0)	-2.283	0.022
T1WI	3.0(3.0,4.0)	3.0(3.0,3.0)	-2.045	0.041
LAVA	4.0(3.0,4.0)	3.0(2.3,4.0)	-2.482	0.013



A: 患者屏气稍不佳, 肝脏边缘双边影, 图像可见轻微呼吸运动伪影; B~D: 可见严重呼吸运动伪影, 微小病变不可辨别, 影响诊断。可见患者虽 T1WI 序列屏气配合尚可, 但增强序列后逐渐配合不佳; E: 可见类圆形长 T1 信号影, 内可见点结状信号影。患者屏气佳, 病灶细节清晰可见; F~H: 可见点结状信号影无明显强化, 图像无呼吸运动伪影, 图像质量佳。

图 1 两组患者 MRI 图像比较

表 3 两组患者图像解剖、病变细节评分比较
[$M(Q_1, Q_3)$, 分]

序列	试验组	对照组	Z	P
FIESTA	4.0(4.0,4.0)	4.0(4.0,4.0)	-2.087	0.037
T1WI	3.0(3.0,4.0)	3.0(3.0,3.8)	-1.767	0.077
LAVA	4.0(3.0,4.0)	3.0(3.0,4.0)	-2.096	0.036

3 讨 论

良好的呼吸训练是保证腹部 MRI 检查获得优质图像的前提^[5,13]。随着放射科相关检查需求量日渐增大, 医护工作人员容易产生时间压力, 患者的检查前准备不充分导致腹部 MRI 图像质量不佳或增加检查时间^[14]。所以寻找快速、高效的呼吸训练方式是保证腹部 MRI 图像质量、提高放射科工作效率及改善患者体验的基础^[15]。本研究探究竞争性呼吸训练在腹部增强 MRI 检查中的应用, 发现竞争性呼吸训练方式人均所需呼吸训练时间为 39.90 s, 而传统方式的呼吸训练时间为 71.31 s, 为试验组的 1.78 倍。在传统的呼吸训练中, 护士一对一指导患者进行呼吸训练, 往往耗时耗力, 而本研究采用一对二的呼吸训练方式, 呼吸训练时间更短, 提高了腹部 MRI 检查前准备的工作效率, 减轻了医护人员的工作压力。目前有研究探讨了不同的呼吸训练方式在腹部 MRI 检查中的应用, 但未关注到检查前准备环节中呼吸训练时间的问题^[10,16-18]。李静等^[19]探讨了联合音乐疗法的呼吸训练方式对肝脏 MRI 增强扫描效果的影响, 但该种方式未缩短检查前准备呼吸训练时间。本研究创新性地探讨了联合竞争协作心理效应的呼吸训练方式能明显缩短检查前准备中的呼吸训练时间, 提高检查前准备环节工作效率。

本研究结果显示, 试验组的图像质量评分优于对照组, 试验组图像有呼吸运动伪影的序列所占百分比相较于对照组下降, 且呼吸运动伪影程度也明显减轻, 图像可诊断率明显提高, 说明竞争性呼吸训练方式不仅能减少检查前准备呼吸训练时间, 还能明显减少腹部 MRI 图像呼吸运动伪影带来的影响。试验组患者在单个序列根据呼吸语音指令配合更好, 并且在多个序列需要屏气配合时均能较好坚持, 配合度及持久度均有明显提高。虽然在图像质量的病变细节评价中, 试验组和对照组的 T1WI 序列图像评分差异无统计学意义, 但是在 FIESTA 和 LAVA 序列中病变的细节及图像解剖细节评分均明显高于对照组, 这与张媛媛、贺姝瑶等^[10,20]研究结论相符, 这些研究也探讨了联合科勒效应的呼吸训练方式的应用价值, 但只探讨了动脉期图像质量评分。本研究综合评价了 T1WI、动脉期、静脉期及延迟期图像, 进一步反映了患者呼吸配合的可持续度。另外, 全腹部增强 MRI 检查时间更长, 患者更难以坚持配合屏气, 本研究中

全腹部增强 MRI 过程中竞争性呼吸训练患者仍能较好地配合屏气。

本研究是单中心研究, 是否在其他医院同样适用需要多中心研究; 仅对比了一对一的呼吸训练和一对二的呼吸训练方式, 后期研究还可以采取多种训练方式进行比较; 仅关注了患者屏气及屏气序列图像质量情况, 可进一步研究患者规律呼吸训练及呼吸门控序列扫描时间及质量。

综上所述, 一对二竞争性呼吸训练在腹部增强 MRI 扫描中可以缩短患者呼吸训练时间, 提高患者屏气质量, 从而减少图像呼吸运动伪影, 提升图像质量, 更适用于腹部 MIR 检查, 值得临床关注重视。

参 考 文 献

- [1] 中华医学会放射学分会分子影像学组, 中华医学会放射学分会磁共振学组, 中华医学会放射学分会腹部学组, 等. MRI 评价恶性肿瘤免疫检查点抑制剂腹部免疫相关不良反应中国专家共识 [J]. 磁共振成像, 2024, 15(12): 28-37.
- [2] 郝龙秀, 周笑. 磁共振动态增强扫描及弥散加权成像在肝脏占位性病变中的应用价值 [J]. 影像研究与医学应用, 2023, 7(24): 83-85.
- [3] 蒋昊. 3.0 T 动态增强磁共振成像在评估肾肿瘤中的临床应用研究 [D]. 南京: 南京医科大学, 2020.
- [4] 朱丽平, 朱雨蒙, 董玉莹, 等. 磁共振 IVIM 术前评估直肠癌肿瘤出芽等级的应用研究 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2025, 23(2): 175-177.
- [5] 蒋艳丽, 王颖, 盛会雪, 等. 呼吸训练对儿童腹部 MR 图像质量的影响 [J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(1): 61-64.
- [6] 孔莎, 丁体英, 戴付勤, 等. 呼吸训练联合音乐疗法在肝脏 MRI 增强扫描病人中的应用 [J]. 护理研究, 2022, 36(21): 3926-3929.
- [7] BUSH M A, AHMAD R, JIN N, et al. Patient specific prospective respiratory motion correction for efficient, free-breathing cardiovascular MRI [J]. Magn Reson Med, 2019, 81(6): 3662-3674.
- [8] 丁体英, 白岩. 呼吸训练联合分阶段心理干预对肝脏 MRI 动态增强扫描患者的影响 [J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2021, 42(9): 810-813.
- [9] IRWIN B C, FELTZ D L, KERR N L. Silence is golden: effect of encouragement in motivating the weak link in an online exercise video game [J]. J Med Internet Res, 2013, 15(6): e104.
- [10] 张媛媛, 刘静静, 冉云彩, 等. 流程式呼吸训练结合科勒效应在钆塞酸二钠磁共振增强扫描患者中的应用 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2023, 21(8): 49-52.

(下转第 2406 页)