

3.0T MRI 评价早期 COPD 引起的右心改变的实验研究

杨智, 付兵, 李春平, 陈天武, 李睿, 杨帆, 邓丹, 杨大兴

【摘要】 目的:探讨 3.0T MRI 对慢性阻塞性肺疾病(COPD)继发心脏功能及形态学改变的评估作用。方法:使用 15 头健康中国小型猪,采用木瓜蛋白酶及胰蛋白酶建立早期 COPD 动物模型,自建模开始第 0、5、10、15、20 周行心脏 MRI 扫描,测量并分析心脏功能参数及各形态学指标在疾病发展过程中的变化规律;同期进行肺功能测量,采用 Spearman 相关分析法分析肺功能各指标与心脏形态学、功能参数的相关性。结果:在早期 COPD 的病程中,舒张末期右心室肌质量、右心室与左心室肌质量比均增大,造模组各周舒张末期右心室肌质量、右心室与左心室肌质量比与造模前均存在显著差异(P 均=0.001);右室舒张末期容积随疾病进展而逐渐减少,但仅造模前与造模后第 20 周差异有统计学意义($P=0.000$);右室射血分数(RVEF)在造模第 20 周末与造模前差异有统计学意义($P=0.001$);舒张末期右心室肌质量与呼气气道阻力(R_e)、吸气气道阻力(R_i)、功能残气量(FRC)、肺总量(TLC)均相关($r=0.422, 0.381, 0.360, 0.262, P$ 均 <0.05);舒张末期右心室与左心室肌质量比与 R_e, R_i, FRC, TLC 均相关($r=0.401, 0.350, 0.357, 0.283, P$ 均 <0.05);右室舒张末期容积与 R_i, FRC, TLC 均呈负相关($r=-0.343, -0.343, -0.259, P$ 均 <0.05)。结论:MRI 可评估早期 COPD 引起的心脏功能及形态改变,右室舒张末期容积及舒张末期右心室与左心室肌质量比是重要的评估指标。

【关键词】 磁共振成像; 心脏; 肺疾病,慢性阻塞性; 疾病模型,动物

【中图分类号】 R563.9; R445.2; R-332 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2016)02-0145-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2016.02.012

Evaluation of the changes of right heart secondary to early COPD with 3.0T MRI: an experimental study YANG Zhi, FU Bing, LI Chun-ping, et al. Department of Radiology, Chengdu Fifth People's Hospital, Chengdu 611130, P. R. China

【Abstract】 Objective: To explore the 3.0T MRI evaluation of the changes of cardiac function and ventricle morphology secondary to early COPD. **Methods:** Fifteen piglets were prospectively used to model early COPD by injecting papain and elastase into the pigs. On the 0th, 5th, 10th, 15th and 20th weekends after the construction of the modeling, all piglets were examined by MRI. The cardiac structure was measured and function parameters were statistically analyzed to find out rules in the course of development of the disease. **Results:** In the course of early COPD, end-diastolic right ventricular myocardial mass and the ratio of end-diastolic right ventricular myocardial mass to end-diastolic left ventricular myocardial mass both increased, and there were significant differences of these changes between normal lung and that in the 0th, 5th, 10th, 15th, 20th weeks (all $P=0.001$). During the early COPD, right ventricular end-diastolic volume gradually decreased, and there were significant differences between the normal lung and that after the 20th week ($P=0.000$), and in the right ventricular ejection fraction there were also significant differences between the normal lung and that after the 20th week ($P=0.001$). In the course of early COPD, right ventricular end-diastolic myocardial mass was correlated with expiratory airway resistance (R_e), inspiratory airway resistance (R_i), functional residual capacity (FRC), and total lung capacity (TLC) ($r=0.422, 0.381, 0.360, 0.262$, respectively; all $P<0.05$); and the ratio of right ventricular myocardial mass to left ventricular myocardial mass was correlated with expiratory airway resistance, inspiratory airway resistance, functional residual capacity, and total lung capacity ($r=0.401, 0.350, 0.357, 0.283$, respectively; all $P<0.05$); and right ventricular end-diastolic volume was negatively correlated with inspiratory airway resistance, functional residual capacity, and total lung capacity ($r=-0.343, -0.343, -0.259$, respectively; all $P<0.05$). **Conclusion:** MRI can be used to assess cardiac function and morphology changes in early COPD, and the right ventricular end-diastolic volume, and the ratio of end-diastolic right ventricular myocardial mass to end-diastolic left ventricular myocardial mass have important value in assessing these changes.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Heart; Pulmonary disease, chronic obstructive; Disease models, animal

在中国,40岁及以上的人群中,慢性阻塞性肺疾

病(chronic obstructive pulmonary diseases, COPD)发病率达 8.2%^[1]。肺功能检查是目前诊断 COPD 的金标准,同时可评估当前肺疾病的严重程度;然而,肺功能检查却不能反映 COPD 患者右心及肺循环的病变严重程度。常规影像学检查,如 X 线、CT 检查可评估 COPD 的严重性^[2],而心脏 MRI (cardiac magnetic

作者单位:611130 成都,成都市第五人民医院放射科(杨智、付兵、杨大兴);637000 四川,川北医学院附属医院放射科(李春平、陈天武、李睿、杨帆);637000 四川,南充市中心医院放射科(邓丹)

作者简介:杨智(1987-),男,四川达州人,硕士研究生,住院医师,主要从事胸部影像学研究。

通讯作者:李春平, E-mail:lichunping_1@163.com

基金项目:四川省教育厅计划项目(11Z A186)

resonance imaging, CMRI), 是一种无创性、无电离辐射的成像方法, 相对于心脏超声、心导管等检查方法能较好地反映右心室功能及形态的改变^[3]。本研究采用 3.0T 高场强 MRI 来评估由早期 COPD 引起的小型猪心脏功能及形态学改变, 并探讨舒张末期右心室肌质量、右心室与左心室肌质量比、右心室容积与早期 COPD 患者肺功能之间的关系。

材料与方 法

1. 实验动物

中国小型猪 15 头(由川北医学院动物实验中心提供), 其中雄性 10 头, 雌性 5 头; 月龄 8~9 月, 体重 (25±5) kg。

2. 实验方法

COPD 动物模型制作: 用木瓜蛋白酶 (Papain, sigma, USA) 联合胰蛋白酶 (Elastase, sigma, USA) 建立早期 COPD 模型^[4]。具体方案如下: 麻醉动物后, 行气管插管, 测定肺功能, 在支气管内注入木瓜蛋白酶 6 U/kg, 3 d 后再次注入胰蛋白酶 300 U/kg, 以上造模计划每周一次, 并持续造模至第 20 周, 以此建立小型猪早期 COPD 模型。

肺功能及 MRI 实验前准备: 检查前 24 h 进流质饮食, 前 12 h 禁食, 前 4 h 禁水。首先于耳后肌肉内注射盐酸氯氨酮 20 mg/kg 行麻醉前诱导; 然后用 20G 留置针行小型猪耳缘静脉穿刺建立静脉通道, 并将盐酸氯氨酮与安定以 30:1 (盐酸氯氨酮 600 mg, 安定 20 mg) 混于 500 mL 生理盐水中进行静脉滴注 (流率为 85 滴/min^[5]), 以进行全麻及降低实验动物的呼吸频率及深度, 使之维持在呼吸深度均匀、节律整齐的陈-斯呼吸状态; 同时在进行 CMRI 检查期间, 间断使用安定平稳心率, 使其脉搏在 65~85 次/min。

肺功能检查及参数测量: 分别于造模前 0 周, 造模后 5、10、15 及 20 周末行肺功能测定, 测定参数包括: 肺总量 (total lung capacity, TLC)、功能残气量 (functional residual capacity, FRC)、吸气气道阻力 (inspiratory airway resistance, Ri)、呼气气道阻力 (expiratory airway resistance, Re)。

CMRI 检查的设备及相关技术: 采用 3.0T 高场强 MRI 扫描仪 (Discovery MR750, USA), 32 通道腹部相控阵线圈, 应用呼吸门控、前瞻性心电图向量门控, 矢量心电图 (vector electrocardiogram, VCG) 放置方法: 3 个电极片放置在胸骨左缘第 2、4 肋间隙和肋弓

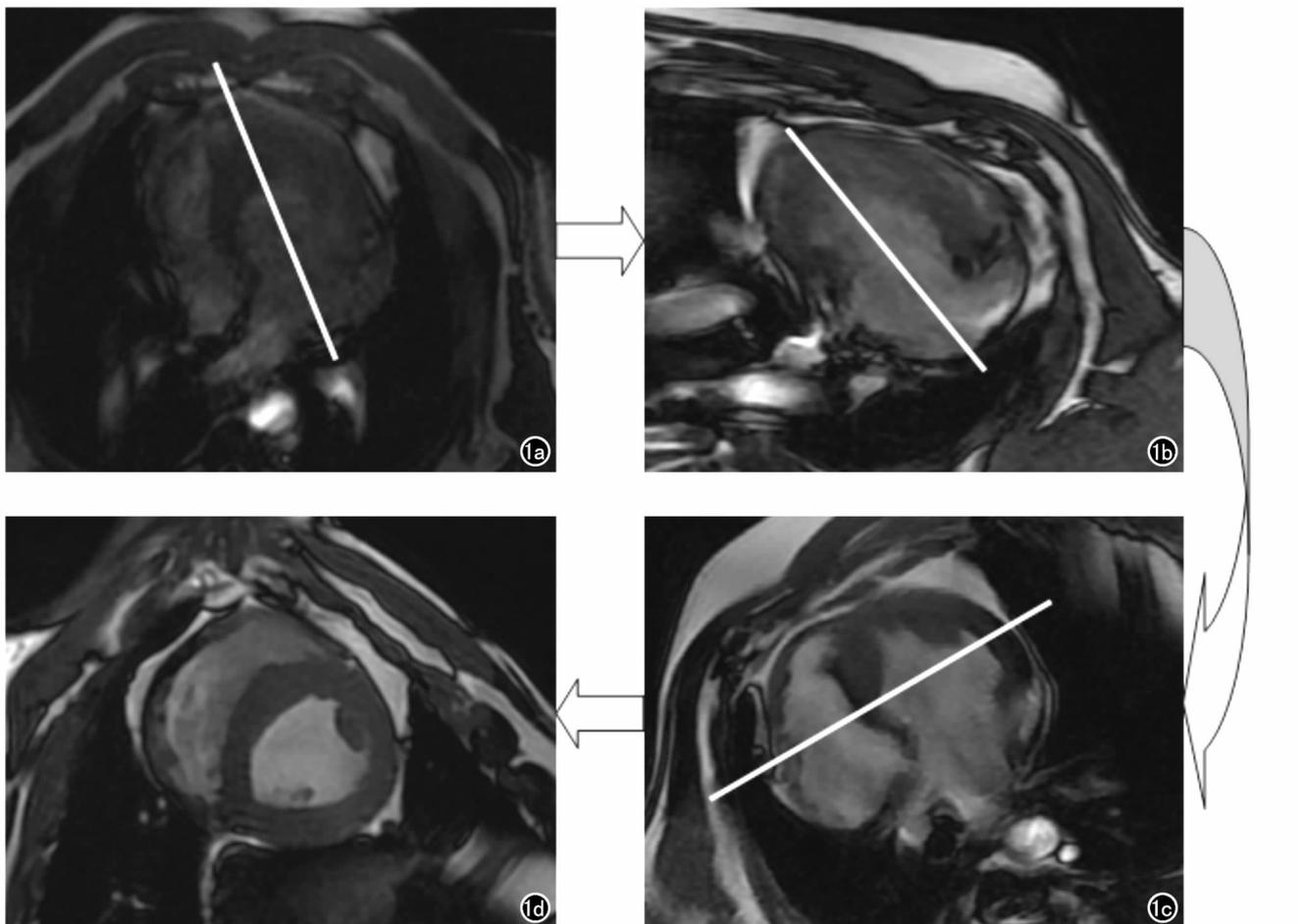


图 1 小型猪心脏 CMRI 定位扫描图。

下缘,另一电极放置在左锁骨中线外第5肋间隙,左锁骨中线第2肋间隙电极与肋弓下缘电极配对成A组,余下两枚电极配对成B组,连线根部相同颜色对应放置A、B组。

CMRI定位像扫描:采用头先进,心脏标准定位步骤如图1^[6]:①在标准横轴面上,经过心尖平行于室间隔定位单斜左室长轴面;②在单斜左室长轴面上,于心尖与二尖瓣连线中点获得四腔心层面;③在四腔心层面上,垂直于心尖和二尖瓣的连线定位获得两腔心标准短轴面。

成像序列及参数:采用快速自由稳态平衡进动序列(fast imaging employing steady-state acquisition, FIESTA),呼吸导航回波触发,TR 3.0 ms, TE 1.5 ms,翻转角 20°,视野 30 mm×30 mm,矩阵 256×256,激励次数 1,带宽 83.33 kHz,层厚 8 mm,层间距 0 mm;约采集 7~8 层,每层约 20 个期相。

图像评估:由两位有经验的心血管 MRI 诊断医师对心脏定位图像进行主观评估,评判指标:0 级,无法进行心脏功能及形态评估;I 级较差;II 级较好;III 级很好。两位医师均行盲法共同观察分析,评判为 II 或 III 级者纳入分析,0 或 I 级将重新进行 CMRI 扫描,以获得 II 或 III 级质量图像进行分析。

测量指标:采用美国心脏病学会(AHA)2002 年心脏标准平面命名方式^[7],将获得的 CMRI 图像应用 segment 软件进行后处理及分析。测量指标如下:室间隔厚度、肺动脉主干管径、舒张末期左、右心室肌质量、右心室与左心室肌质量比、右室舒张末容积、左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)及右室射血分数(right ventricular ejection fraction,

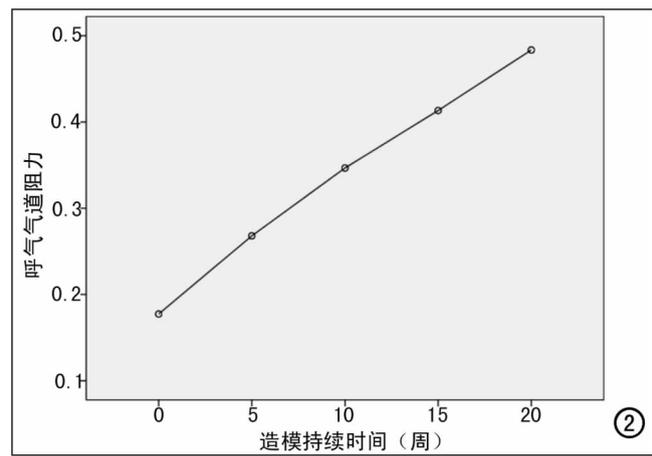


图2 呼气气道阻力(Re)随造模时间变化图。

RVEF)。

3. 统计分析

采用 SPSS 16.0 统计软件包,计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示。室间隔厚度、肺动脉主干管径、舒张末期左、右心室肌质量、右心室与左心室肌质量比、右室舒张末容积、LVEF、RVEF 均符合正态分布或近似正态分布,用可重复测量数据的方差分析法比较上述指标的差异性, $P < 0.01$ 认为统计学差异显著;采用 Spearman 相关分析法分析肺功能各指标与心脏形态学、功能参数的相关性, $P < 0.05$ 认为具有统计学意义。

结果

1. 实验动物 COPD 模型的建立

实验动物造模后,5 周末死亡 2 头,11 周末死亡 2 头,16 周末死亡 1 头,20 周末完成实验后死亡 4 头;其中 4 头死于急性肺部感染,5 头在造模中死亡。在造

表1 造模各阶段 TLC、FRC、Ri、Re 变化规律

| | 造模前 | 造模 5 周 | 造模 10 周 | 造模 15 周 | 造模 20 周 |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| TLC(L) | 1.852 ± 0.227 | 2.116 ± 0.233 | 2.272 ± 0.179 | 2.377 ± 0.181 | 2.535 ± 0.170 |
| FRC(mL) | 60.8 ± 3.7 | 63.5 ± 3.0 | 69.4 ± 2.8 | 72.1 ± 2.9 | 72.9 ± 2.8 |
| Ri | 0.274 ± 0.046 | 0.308 ± 0.039 | 0.345 ± 0.039 | 0.403 ± 0.044 | 0.461 ± 0.071 |
| Re | 0.184 ± 0.064 | 0.287 ± 0.046 | 0.356 ± 0.033 | 0.412 ± 0.029 | 0.484 ± 0.030 |

表2 造模前后心脏形态学参数的变化

| | 造模前 | 造模 5 周 | 造模 10 周 | 造模 15 周 | 造模 20 周 |
|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 右室质量(g) | 10.2 ± 1.1 | 10.1 ± 1.2 | 10.6 ± 1.0 | 11.2 ± 0.9 | 11.2 ± 1.1 |
| 左室质量(g) | 41.5 ± 2.1 | 41.2 ± 1.7 | 41.4 ± 1.3 | 40.9 ± 2.1 | 40.2 ± 1.8 |
| 右室与左室肌质量比 | 0.247 ± 0.034 | 0.246 ± 0.031 | 0.257 ± 0.022 | 0.277 ± 0.032 | 0.279 ± 0.033 |
| 室间隔厚度(mm) | 9.73 ± 0.77 | 9.76 ± 0.78 | 9.80 ± 0.72 | 9.97 ± 0.74 | 10.01 ± 0.64 |
| 肺动脉主干管径(mm) | 18.90 ± 1.06 | 18.97 ± 1.04 | 19.14 ± 0.97 | 19.15 ± 0.94 | 19.36 ± 0.88 |

表3 造模各阶段心脏功能参数的变化

| | 造模前 | 造模 5 周 | 造模 10 周 | 造模 15 周 | 造模 20 周 |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 右室舒张末容积(mL) | 54.3 ± 4.1 | 53.3 ± 3.7 | 53.2 ± 4.4 | 53.2 ± 3.8 | 50.9 ± 4.5 |
| RVEF(%) | 54.3 ± 4.1 | 53.3 ± 3.7 | 53.2 ± 4.4 | 53.2 ± 3.9 | 51.0 ± 4.5 |
| LVEF(%) | 53.5 ± 5.9 | 55.5 ± 4.0 | 53.4 ± 4.5 | 55.2 ± 2.2 | 52.3 ± 3.6 |

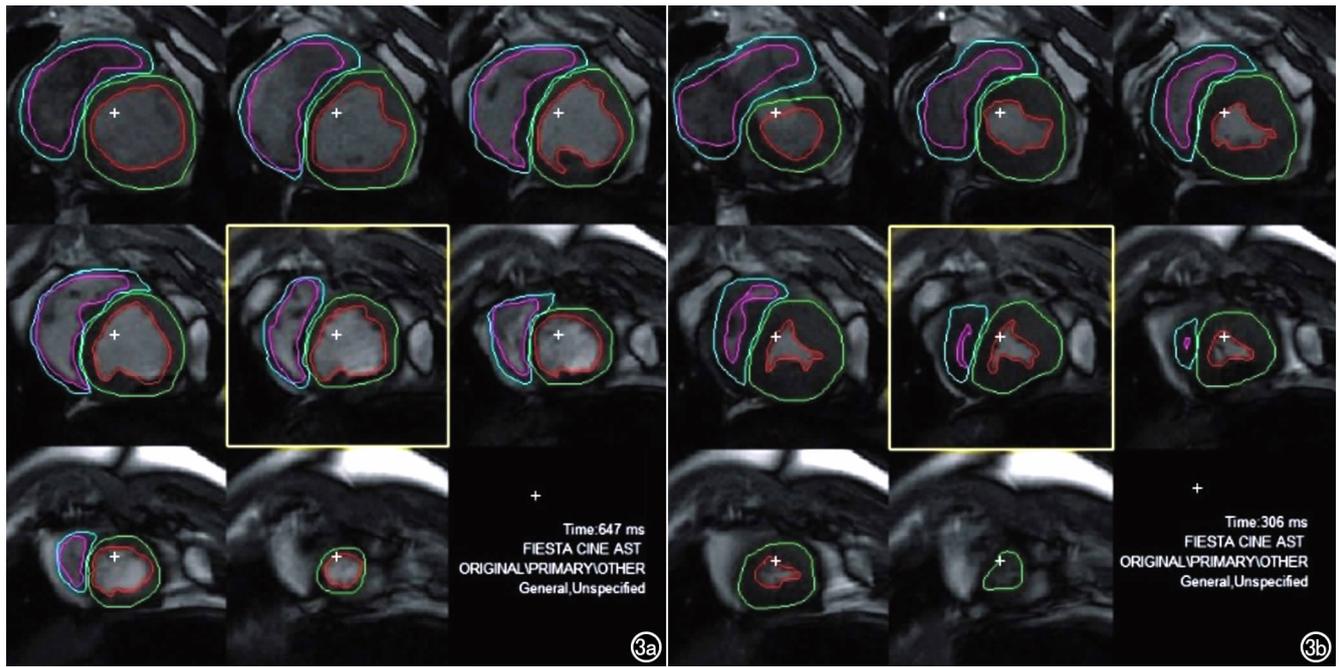


图3 a) 舒张末期心室后处理容积及质量勾画; b) 收缩末期心室后处理容积及质量勾画。

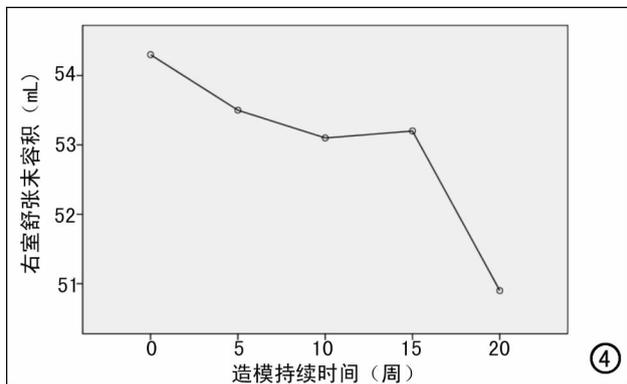


图4 右室舒张末容积随造模时间变化图。

模开始后第0、5、10、15及20周,存活猪平均体重分别为 (27.0 ± 1.31) 、 (28.1 ± 2.41) 、 (28.0 ± 2.45) 、 (29.3 ± 2.81) 及 (29.5 ± 1.78) kg,存活猪在造模过程中体重未见明显增加($P > 0.05$)。于造模第5周,实验动物夜间出现咳嗽、咯痰症状,并进行性加重,部分动物除上述症状之外还出现流涕、进食量减少等症状;对实验过程中死亡的实验动物肺组织进行病理检查发现:肺组织内肺泡壁变薄,肺泡腔扩大,部分肺泡融合。

2. 早期 COPD 模型下肺功能及心脏结构的变化规律

在早期 COPD 持续造模阶段,肺功能参数 TLC、FRC、Ri、Re 见表 1;代表 COPD 呼吸性受限严重程度的 Re 明显上升(图 2),且在造模各阶段间存在明显差异($P = 0.000$)。于造模开始后第 0、5、10、15、20 周测得的舒张末期左、右心室肌质量、右心室与左心室肌质量比、室间隔厚度、肺动脉主干管径见表 2;造模组每周舒张末期右心室肌质量、右心室与左心室肌质量比与造模前相比均存在显著差异(P 均 = 0.001);室间隔厚度、舒张末期左心室肌质量、肺动脉主干管径于造模前及造模中各组之间均无明显差异(P 均 > 0.01)。

3. 早期 COPD 模型下心脏功能的变化规律

将实验动物两腔心短轴电影图像(图 3)导入 segment 软件中获得肺部正常、早期 COPD 不同时期右室舒张末容积、LVEF、RVEF(表 3)。RVEF 在造模第 20 周末与造模前差异具有统计学意义($P = 0.001$);右室舒张末容积逐渐缩小(图 4),造模前与造模后第 5、10、15 周末差异均无统计学意义(P 均 > 0.01),但与造模第 20 周末差异具有统计学意义($P = 0.000$)。

4 肺功能各指标与舒张末期右心室肌质量、右心室与左心室质量比及右室舒张末容积间的相关性

从肺部正常进展到早期 COPD 持续病程中,舒张末期右心室肌质量与 Re、Ri、FRC、TLC 均呈正相关(r

表4 肺功能各指标与心脏结构、功能指标的相关性

| | Re | | Ri | | FRC | | TLC | |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | <i>r</i> | <i>P</i> | <i>r</i> | <i>P</i> | <i>r</i> | <i>P</i> | <i>r</i> | <i>P</i> |
| 右室质量 | 0.422 | 0.001 | 0.381 | 0.002 | 0.360 | 0.003 | 0.262 | 0.036 |
| 右室左室质量比 | 0.401 | 0.001 | 0.350 | 0.005 | 0.357 | 0.004 | 0.283 | 0.024 |
| 右室舒张末容积 | 0.208 | 0.099 | -0.343 | 0.006 | -0.343 | 0.005 | -0.259 | 0.039 |

依次为 0.422、0.381、0.360、0.262, P 均 < 0.05); 舒张末期右心室与左心室肌质量比与 Re、Ri、FRC、TLC 均呈正相关(r 依次为 0.401、0.350、0.357、0.283, P 均 < 0.05); 右室舒张末容积与 Ri、FRC、TLC 均呈负相关(r 依次为 -0.343、-0.343、-0.259, P 均 < 0.05), 与 Re 无相关性($r=0.208, P>0.05$, 表 4)。

讨 论

COPD 是一种以不完全可逆的气流受限为特征, 并呈进行性发展的肺部疾患。小气道、肺实质和肺血管的慢性炎症是 COPD 的特征性病理变化^[8]。长期的慢性缺氧可导致肺小血管的广泛收缩, 同时伴随肺小血管内膜的增厚及多发性肺小动脉原位血栓形成, 引起肺动脉高压及肺循环的结构重组, 最终导致慢性肺源性心脏病及右心衰竭。早期发现肺循环的结构改变对于早期检测、治疗 COPD 继发心脏改变有着非常重要的意义。临床上采用心脏超声长期检测肺循环结构及功能改变, 但其较难发现早期 COPD 所致右心结构及功能改变, 且还具有较低的准确性等缺点; CT 及心导管造影分别因其电离辐射及有创性限制各自在临床上的广泛应用。CMRI 因其无辐射性及心脏“一站式”成像已被临床广泛认同, 弥补了上述影像学检查对 COPD 患者早期肺循环评价的不足。

采用动物作为研究对象可克服不能对 COPD 早期右心功能及结构改变进行连续性观察等局限性。本实验采用中国小型猪作为实验对象, 对早期 COPD 引起的右心功能及结构改变进行探讨和评估。

1 早期 COPD 模型的建立

现今最常见的 COPD 模型为吸烟肺气肿模型、炎症机制肺气肿模型、氧化应激肺气肿模型、蛋白酶/抗蛋白酶肺气肿模型等。本实验采用胰蛋白酶联合木瓜蛋白酶联合诱发 COPD 肺气肿模型。胰蛋白酶联合木瓜蛋白酶是最早、最广泛用于诱导肺气肿的化学物质, 其机理是胰蛋白酶及木瓜蛋白酶破坏肺组织及气道内的蛋白酶与抗蛋白酶之间的平衡, 从而形成 COPD 的肺气肿改变^[9]。胰蛋白酶及木瓜蛋白酶联合长期、反复损伤肺实质, 可加速肺气肿的形成, 从而缩短造模时间。早期 COPD 即 0 级(高危)及 I 级 COPD 患者。0 级(高危): 具有患 COPD 危险因素(如长期吸烟者、常处于污染空气者及有家族病史者)、肺功能正常、有慢性咳嗽、咯痰症状。I 级(轻度): 用力呼气容积 $\geq 80\%$ 预计值且用力呼气容积/用力肺活量 $< 70\%$, 有或无慢性咳嗽、咯痰症状^[10]。本实验于造模第 5 周实验动物出现夜间咳嗽、咯痰症状, 并呈进行性加重, 符合早期 COPD。

2 早期 COPD 模型进展状态下右心结构及功能的

变化规律

CMRI 评价右心室-肺循环最常见指标为右室扩大程度、三尖瓣运动幅度降低、右心室肌肥厚、室间隔展平或矛盾运动、右心室形状改变、主肺动脉管径、右室射血分数及右室收缩末容积等^[11,12]。COPD 患者在肺循环障碍下, 右心后负荷增加, 导致心肌重构, 随着后负荷的持续增加, 进而发展成肺心病^[13]。早期 COPD 进展期, 由于肺动脉压力的轻度增加或不增加, 导致心脏收缩功能完全能代偿后负荷的增加, 故早期 COPD 合并肺气肿患者的心室扩大、三尖瓣的运动幅度、动脉主干管径扩大等改变均不明显, 而右室肌质量增加明显, 这与 Pattynama 等^[14]的结论相同。本研究发现: 实验动物从肺部正常到早期 COPD 阶段, 室间隔厚度、肺动脉主干内径、舒张末期左心室肌质量、LVEF 未见明显变化, 而 RVEF 在造模第 20 周末与造模前相比差异明显($P=0.001$); 舒张末期右心室肌质量、右室与左室肌质量比变化明显, 且造模各阶段与造模前差异均具有统计学意义。舒张末期右心室肌质量增加与早期 COPD 患者右室心肌重塑有关, 这说明右室长期、持续的负荷增大, 导致右室心肌代偿性肥厚以维持右室心肌收缩射血功能, 但随着心室容积的逐步缩小, 右心射血功能会降低。目前的研究认为, 大部分早期 COPD 患者的 RVEF 早期相对正常, 直到中晚期右室失代偿才出现明显下降^[15,16]。舒张末期右心室容积降低, 说明早期 COPD 患者心肌肥厚是以右室舒张末期容量减小为代价的, 同时心室肌质量增加最终会导致右心功能的降低。

3. 早期 COPD 模型肺功能与右心结构、功能的相关性

本实验造模持续期, 实验动物的呼吸阻力明显增加, 肺功能明显损伤。从肺功能正常到受损的不同阶段, 舒张末期右心室肌质量、右室与左室肌质量比及右室舒张末期容积变化明显。舒张末期右心室肌质量增加及舒张末期右心室容积缩小原因基于以下几点: COPD 常常导致肺小血管床的减少、肺小血管血栓形成, 肺动脉压力进行性增加, 进而导致右心室后负荷增加, 右心室肌继发性肥厚, 心肌质量增加; 此外, 肺功能受损常常会伴随缺氧, 缺氧会进一步导致肺动脉压力增高及肺血管的重构, 导致右心负荷进一步增加^[17]。上述研究结果与本实验结果具有较好的一致性; 同时本实验研究也发现, 舒张末期右心室肌质量、右室左室肌质量比及右心室舒张末容积与肺功能参数具有相关性。因此, 对早期 COPD 继发心脏改变的随访和评估, 舒张末期右心室肌质量、左右心室肌质量比及右心室容积改变可作为重要参考指标。

本研究认为木瓜蛋白酶联合胰蛋白酶制作小型猪

COPD 模型简单可控,将有助于 CMRI 对 COPD 继发的心脏结构及功能的评价。

参考文献:

- [1] Zhong N, Wang C, Yao W, et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in China: a large, population-based survey[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2007, 176(11): 753-760.
- [2] 李志伟,袁思殊,马小玲,等. RSNA2012 胸部影像学[J]. 放射学实践, 2013, 28(2): 118-126.
- [3] Benza R, Biederman R, Murali S, et al. Role of cardiac magnetic resonance imaging in the management of patients with pulmonary arterial hypertension[J]. J Am Coll Cardiol, 2008, 52(21): 1683-1692.
- [4] 毛旻,张钰,章乐尧. 木瓜蛋白酶诱导猪肺气肿模型的建立[J]. 临床肺科杂志, 2012, 17(6): 1022-1024.
- [5] 王丽英,敬宗林,周丽,等. 小型猪正常门静脉 MSCT 规范化血管成像实验研究[J]. 川北医学院学报, 2012, 27(3): 226-230.
- [6] 程流泉,高元桂,盛复庚,等. 磁共振心脏成像平面的定位与解剖[J]. 中国医学影像学杂志, 2004, 12(5): 321-324.
- [7] Manuel C, Neil J, Vasken D, et al. Standardized myocardial segmentation and nomographic imaging of the heart[J]. Circulation, 2002, 105(4): 539-542.
- [8] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组. 慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2013 年修订版)[J]. 中国医学前沿杂志, 2014, 6(2): 67-80.
- [9] Machado MN, Figueirõa SF, Mazzoli-Rocha F, et al. Papain-induced experimental pulmonary emphysema in male and female mice[J]. Respir Physiol Neurobiol, 2014, 200(15): 90-96.
- [10] 闫剑锋,冯国活,陈必桂,等. 高分辨率 CT 诊断早期慢性阻塞性肺疾病的临床研究[J]. 实用医技杂志, 2010, 17(3): 208-209.
- [11] Piaaza G, Goldhaber SZ. The acutely decompensated right ventricle pathways for diagnosis and management development [J]. Chest, 2005, 128(3): 1836-1852.
- [12] Sato T, Tsujino I, Oyama-Manabe N, et al. Right atrial volume and phasic function in pulmonary hypertension[J]. Int J Cardiol, 2013, 168(1): 420-426.
- [13] Giesler T, Baum U, Ropers D, et al. Noninvasive visualization of coronary arteries using contrast-enhanced multidetector CT: influence of heart rate on image quality and stenosis detection[J]. AJR, 2002, 179(4): 911-916.
- [14] Pattynama PM, Willems LN, Smit AH, et al. Early diagnosis of cor pulmonale with MR imaging of the right ventricle[J]. Radiology, 1992, 182(2): 375-379.
- [15] Cuttica MJ, Shah SJ, Rosenberg SR, et al. Right heart structural changes are independently associated with exercise capacity in non-severe COPD[J]. PLoS One, 2011, 6(12): e29069. doi: 10.1371/journal.pone.0029069.
- [16] Tanaka Y, Hino M, Mizuno K, et al. Evaluation of right ventricular function in patients with COPD[J]. Respir Care, 2013, 58(5): 816-823.
- [17] Boutin JM, Gauthier L. Insulin infusion therapy in critically ill patients[J]. Can J Diabetes, 2014, 38(2): 144-150.

(收稿日期:2015-06-30 修回日期:2015-09-24)

《请您诊断》栏目征文启事

《请您诊断》是本刊 2007 年新开辟的栏目,该栏目以临床上少见或容易误诊的病例为素材,杂志在刊载答案的同时配发专家点评,以帮助影像医生更好地理解相关影像知识,提高诊断水平。栏目开办 8 年来受到广大读者欢迎。《请您诊断》栏目荣获第八届湖北精品医学期刊“特色栏目奖”。

本栏目欢迎广大读者踊跃投稿,并积极参与《请您诊断》有奖活动,稿件一经采用稿酬从优。

《请您诊断》来稿格式要求:①来稿分两部分刊出,第一部分为病例资料和图片;第二部分为全文,即病例完整资料(包括病例资料、影像学表现、图片及详细图片说明、讨论等);②来稿应提供详细的病例资料,包括病史、体检资料、影像学检查及实验室检查资料;③来稿应提供具有典型性、代表性的图片,包括横向图片(X线、CT 或 MRI 等不同检查方法得到的影像资料,或某一检查方法的详细图片,如 CT 平扫和增强扫描图片)和纵向图片(同一患者在治疗前后的动态影像资料,最好附上病理图片),每帧图片均需详细的图片说明,包括扫描参数、序列、征象等,病变部位请用箭头标明。

具体格式要求请参见本刊(一个完整病例的第一部分请参见本刊正文首页,第二部分请参见 2 个月后的杂志最后一页,如第一部分问题在 1 期杂志正文首页,第二部分答案则在 3 期杂志正文末页)

栏目主持:石鹤 联系电话:027-83662875 15926283035