经验交流 DOI:10.3969/j.issn.0253-3626.2011.10.034

新生儿肺复张策略联合小潮气量通气治疗急性肺损伤 22 例报告

高淑强
（成都市妇女儿童中心医院新生儿科，成都 610091）

【摘 要】目的：观察采用肺复张策略（Lung recruitment maneuver，LRM）联合小潮气量机械通气治疗新生儿急性肺损伤（Acute lung injury，ALI）的临床有效性及安全性，探索在 ALI 新生儿中建立合理的机械通气模式的方法。方法：前瞻性观察我院新生儿重症监护室（Neonatal intensive care unit，NICU）收治的 22 例 ALI 患儿，诊断标准参照 1994 年欧美联席会议所制定，给予小潮气量联合复张策略（Recruitment maneuver，RM）的通气方式。实施 RM 时采用持续肺膨胀（Cst）法，每 8 h 进行 1 次，共 3 d。分别在患儿第 1 次 LRM 之前和 LRM 之后的 12、24、48、72 h 记录 RM 后的血气指标、呼吸机参数及血流动力学指标，以及使用 RM 3~5 d 后复查胸片，随访患儿的上机时间及预后。结果：治疗后 12、24、48、72 h，RM 组 PaO_2、PaO_2/FiO_2 和 Cst 呈明显上升趋势，且均显著高于治疗前基础组以及同时间点非 RM 组值；同时，二氧化碳分压（Arterial carbon dioxide tension，$PaCO_2$）和吸气峰压（Peak inspiratory pressure，PIP）则明显下降，均显著低于治疗前基础组以及同时间点非 RM 组值。RM 组复张后各时间点的心率和血压同复张前无明显差异（$P>0.05$）。结论：LRM 联合小潮气量机械通气可以改善 ALI 患儿的氧合功能并提高其肺顺应性。患儿的耐受性良好，具有临床可行性。

【关键词】急性肺损伤；新生儿；肺复张策略；机械通气
【中国图书分类法分类号】R722.1 【文献标志码】A 【收稿日期】2011-04-14

Clinical report of lung recruitment maneuver combined with low tidal volume in the treatment of twenty-two cases of neonatal acute lung injury

GAO Shu-qiang
(*Department of Neonatology, Women and Children's Center Hospital of Chengdu*)

【Abstract】*Objective*: To explore the effect and feasibility of recruitment maneuver (RM) combined with low tidal volume in neonatal acute lung injury. *Methods*: A prospective physiologic study was conducted in the neonatal intensive care unit (NICU). Twenty-two consecutive eligible neonatal patients with ALI according to the 1994 AECC definition were enrolled in this study. The children in RM group received the ventilation of RM with low tidal volume. The clinician administered RM was performed at 10 cm H_2O continuous positive airway pressure (CPAP) for 30 seconds. RMs were conducted once every eight hours for three days. Data on gas exchange, lung mechanics and hemodynamics from pre-RM to post-RM (at 12, 24, 48 and 72 hours) were recorded. To monitor the pathogenic conditions of the children, the radiographic examination was repeated within 3-5 days after administration. *Results*: The values of PaO_2, PaO_2/FiO_2 and Cst in RM group significantly increased compared with baseline data and the values in non-RM group at 12, 24, 48 and 72 hours after RM was administrated ($P<0.05$). However, the values of $PaCO_2$ and PIP markedly decreased compared baseline and non-RM group at the same time point ($P<0.05$). No significant difference of heart rate and blood pressure was found between before and after RM was administered in RM group ($P>0.05$). *Conclusion*: RM can significantly improve the oxygenation and attenuate the deterioration of pulmonary function in the treatment for neonatal ALI, and can safely and feasibly improve the lung compliance.
【Key words】acute lung injury; neonate; lung recruitment maneuver; mechanical ventilation

新生儿急性肺损伤（Acute lung injury，ALI）是引起新生儿急性呼吸衰竭的重要原因之一[1]，具有严重的后果。成人研究发现肺复张法[2]能有效复张塌陷肺泡，改善氧合，减少肺泡开放、闭合所导致的肺损伤，促进疾病的恢复。但目前有关肺复张策略（Lung recruitment maneuver，LRM）的研究大多数限于成人[2,3]，在儿童患者中的报道很少。为探讨有效可行的新生儿肺复张通气策略提供资料，我院自 2007 年 6 月以来对收治的重症 ALI 患儿采用肺复张策略联合小潮气量通气治疗后，疗效尚佳，现总结报告如下。

作者介绍：高淑强（1973-），男，主治医师，
研究方向：新生儿危重症

1 对象与方法

1.1 研究对象

研究对象为 2007 年 6 月-2009 年 12 月收治重症 ALI

新生儿患儿 44 例，胎龄（34 ± 3.5）周，出生体重（2.9 ± 0.7）kg，发病日龄为（8.5 ± 0.7）h，所有患儿均符合 1994 年美欧 ARDS 专题研讨会提出的 ALI 诊断标准。将所选患儿随机分为复张组（LRM 组）和非复张组（Non-LRM 组），每组 22 例。Non-LRM 组在综合治疗基础上，应用基础通气模式；RM 组联合肺复张治疗，余同 Non-LRM 组。

1.2 *研究方法*

1.2.1 机械通气的基本参数 呼吸机通气模式采用压力限定通气模式，根据本科室不同类型呼吸机的正压工作模式的不同，分别采用辅助/控制通气（A/C 模式）、间歇指令通气（IMV 模式）以及同步间歇指令通气（SIMV 模式）等。潮气量（Vt）：6~8 ml/kg；呼吸频率（Respiratory rate，RR）：20~60 次/min，根据临床情况选择适宜的 RR；吸呼比（I/E）1:1.5~2；呼气末正压（Postitive end expiratory pressure，PEEP）和吸入氧浓度（Fraction of inspired oxygen，FiO_2）的选择：根据氧合状况以及临床情况选择适宜的 PEEP 值，尽可能使 FiO_2<60%而 PaO_2>60 mmHg。

1.2.2 LRM 的具体实施：参照陆国平等[4]介绍的方法并根据实际情况进行适当改进。实施前先将 FiO_2 升至 100%，持续 5 min，然后将呼吸机调至持续气道正压通气模式，缓慢将 PEEP 水平升至 10 cmH_2O（1 cmH_2O=0.098 kPa），维持 30 s 再逐渐下调 PEEP 并恢复原机械通气参数。如发现可能由 LRM 引起的不良反应，则终止 LRM，不良反应包括：心率（Heart rate，HR）<60 bpm 或 HR 增至 160 次/min 以上；血压下降，SBP<60 mmHg，SpO_2<85%，患儿出现气压伤或者出现皮下气肿等。所有病例均于诊断 ALL 后 24 h 内给予 LRM，间隔 8 h 给予 1 次 RM，连续 3 d。实施 LRM 期间，要求尽可能减少患儿脱开呼吸机的次数和时间，以 PaO_2/FiO_2 的上升幅度≥10%视为复张有效。

1.3 *临床监测及观察内容*

1.3.1 患儿入选时的胎龄、产重、性别、Apgar 评分以及 ALL 病因。

1.3.2 血气分析指标的采集 入选时每个患儿均采集 0.5 ml 肝素抗凝动脉血，使用自动血气分析仪立即测定，记录结果。后分别在患儿第 1 次 LRM 之前和 LRM 之后的 12、24、48、72 h 测定动脉血气，采血前 0.5 h 内避免吸痰、脱离呼吸机和其他有可能影响氧合的参数调整。记录每次血气分析的 pH 值、动脉氧分压（Arterial axygen tension，PaO_2），动脉二氧化碳分压，并计算 PaO_2/FiO_2 的比值。Non-LRM 组同时间点进行血气标本的采集分析。

1.3.3 呼吸机参数及呼吸力学指标 分别在患儿第 1 次 LRM 之前和 LRM 之后的 12、24、48、72 h 记录通气模式，Vt，FiO_2，RR，PIP，PEEP，肺静态顺应性（Cst）。Non-LRM 组同时间点进行上述参数和指标的记录。

1.3.4 血流动力学指标 分别在 LRM 组患儿 LRM 治疗的第 1 天的第 1 次 LRM 前及 LRM 后 15、30、45 及 60 min 记录 HR，平均血压。

1.4 *统计方法*

应用 SAS9.0 软件进行统计学分析，计量资料以均数±标准差表示。不同时间点组内比较以及同时间点组间比较采用重复设计方差分析，相关性比较用相关与回归分析。P<0.05 表示差异有统计学意义，多重比较 P<adj P 表示差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 *LRM 对血气分析的影响*

2 组患儿入选时胎龄、性别构成、1 min Apgar 评分、PaO_2/FiO_2、$PaCO_2$、Vt、PEEP 以及 FiO_2 等指标均无先显著差异（P>0.05）。在予以 LRM 治疗后，分别在 12、24、48、72 h，LRM 组 PaO_2、PaO_2/FiO_2 和 Cst 呈明显上升趋势，且均显著高于治疗前基础组以及同时间点 Non-LRM 组值；同时 $PaCO_2$ 和吸气峰压（PIP）则明显下降，均显著低于治疗前基础组以及同时间点 Non-LRM 组值（表 1）。

2.2 *LRM 对患儿血流动力学参数的影响*

肺复张实施后患儿的心率和血压均有一定的波动，复张后 5 min 时其变化幅度分别为 5.2%及 5.0%，但是至 15 min 时，两者即恢复至复张前水平，复张后各时间点的心率和血

表 1 两组患儿血气分析及呼吸力学的比较（均数 ± 标准差）

时间	组别	n	PaO_2（mmHg）	$PaCO_2$（mmHg）	PaO_2/FiO_2	PIP（cmH_2O）	Cst（cmH_2O）
基础值	Non-LRM组	22	40.2 ± 11.5	65.2 ± 6.5	129.7 ± 21.5	32.5 ± 7.5	22.4 ± 4.5
	LRM组	22	39.4 ± 10.5	68.8 ± 5.4	133.2 ± 30.4	33.6 ± 6.9	23.5 ± 5.1
12 h	Non-LRM组	22	45.9 ± 11.2	50.2 ± 7.5	168.2 ± 22.5	31.2 ± 10.5	23.5 ± 1.9
	LRM组	22	49.6 ± 12.8	56.4 ± 12.3	185.4 ± 21. 5	28.5 ± 6.9	26.4 ± 5.8
24 h	Non-LRM组	22	48.2 ± 15.1	50.5 ± 15.8	178.6 ± 24.7	29.6 ± 9.1	25.4 ± 5.1
	LRM组	22	56.2 ± 15.7	44.7 ± 12.5	212.9 ± 27.1	25.8 ± 9.7	29.1 ± 2.6
48 h	Non-LRM组	22	61.5 ± 17.2	46.8 ± 18.1	198.6 ± 25.9	28.5 ± 10.5	28.7 ± 6.4
	LRM组	22	72.5 ± 15.2	39.8 ± 15.3	225.4 ± 31.2	22.4 ± 10.1	33.4 ± 6.4
72 h	Non-LRM组	22	67.3 ± 12.5	43.5 ± 7.2	200.1 ± 19.9	13.4 ± 5.5	29.2 ± 5.0
	LRM组	22	75.6 ± 13.5	35.5 ± 12.9	248.9 ± 28.1	18.5 ± 6.1	35.8 ± 5.5
F值	组间		12.120 4*	11.328 4*	14.330 1*	14.087 5*	13.422 5*
	组内		45.782 1▲	51.332 8▲	46.857 1▲	42.225 8▲	46.500 4▲

*：组间比较差异具有统计学意义（P<0.05）；▲：组内比较差异具有统计学意义（adj P<0.005）

表 2 LRM 组患儿心率与血压在 LRM 治疗前后不同时间点的变化(均数 ± 标准差)

观察指标	基础值	LRM后 5 min	LRM后 15 min	LRM后 30 min	LRM后 60 min
心率（bpm）	135 ± 12.5	142 ± 13.9*	134 ± 14.0*	135 ± 13.1*	136 ± 17.2*
平均血压（mmHg）	75.1 ± 16.5	71.5 ± 12.5*	74.9 ± 16.2*	74.1 ± 10.7*	75.8 ± 9.8*
t 值	13.572 6	17.688 9	12.946 7	16.887 7	14.263 7
P 值	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1

*：与基础值比较无显著差异(P>0.05)

压同复张前差异没有统计学意义(P>0.05)。故所有患儿均完成了整个治疗过程，未发现明显不耐受者(表 2)。

3 讨 论

LRM 作为一种新兴的通气方式，近年来逐渐成为机械通气领域的研究热点之一[5]，目前大量的研究表明[6,7]，肺复张可以迅速改善氧合和肺顺应性，更进一步的有利于肺保护和气体交换。肺复苏目前在成人的运用研究较为广泛[8]。而在原发性 ALI/ARDS 和儿童患者中[9]，由于胸壁弹性较大，同样高的气道压则会导致气胸而形成严重的肺损伤。就是在儿科患者中，由于年龄的差异情况也不尽相同，基于以上成人和儿童不同的病理生理特点，也就不能简单将成人应用肺复张的研究外延至儿童。

本研究采用压控 LRM 联合保护性肺通气能改善氧合、降低气道压，改善肺顺应性，与 Non-LRM 组比较差异有显著性。其机制可能为：压控法肺复张在吸气末维持较高的气道压，使顺应性不同的肺泡达到平衡，使更多的萎陷肺泡重新开放，增加参与气体交换的肺泡数，改善气体分布，从而减少肺内分流，增加肺容积，增加肺顺应性和气体交换，使肺部氧合增加，开放肺泡可以减少或防止肺间质的液体向肺泡内的渗透；减少终末气道和肺泡在每一呼吸周期中的反复开闭所导致的肺损伤和肺泡表面活性物质的损失，并减少继发性炎性介质的产生等因素。同时发现单纯保护性肺通气能引起 CO_2 潴留，LRM 组未发现有明显高碳酸血症发生，而这种继发的高碳酸血症是病死率增加的主要原因之一。

本研究结果显示，在 ALI 患儿中应用 LRM 可以有效提高 P/F 比值，LRM 确实能够起到复张肺泡、改善氧合的作用。虽然新生儿与儿童及成人在胸廓及肺顺应性等存在一些差异，总体来看新生儿 ALI 能够从肺复张的治疗中受益，说明 LRM 同样适用于新生儿患者。

新生儿采用肺复张的压力目前国内外并无确定的报道。参照国内外针对儿童的研究以及本科室的临床经验，我们选择 10 cmH_2O 作为肺复张的压力，理论上既可以复张肺泡又不会导致肺泡过度膨胀，适用于轻中度肺泡塌陷的患者。各个患儿对 LRM 反应不一，原因可能就是部分儿童实际需要的肺开放压力过高，而本研究选择的压力不足以打开那些难以复张的肺泡所致。因此在以后的研究中，针对不同病情的适当的复张压力的选择是研究的一个重点和难点。

此外，值得我们注意的是，实施 LRM 的主要肺外影响是循环系统。从本研究来看，大多数 ALI 患儿能比较好的耐受 LRM，部分患儿出现 MAP 升高或降低，伴有短暂的心率加快，复苏结束后均可迅速恢复至 ALI 以前水平，这与国外报道的儿童研究相一致。RM 时较高的气道压力在一定时间内可能导致气压伤和血流动力学改变，但是 RM 对血流动力学的影响是一过性的，可能与短暂的胸腔内压增加有关。但在 LRM 结束后，上述情况会很快恢复，提示肺复张术对血流动力学无严重的不良影响，临床应用较为安全。

总之，我们的初步研究发现，压控法 LRM 可改善新生儿 ALI 患儿气体交换，增加氧合及肺顺应性，降低气道压力，是肺保护性通气策略的重要补充，临床观察未见严重的血流动力学变化，简便易行，耐受性好，具有临床推广应用的潜力，这也需要今后更大规模的临床研究进一步证实。

参 考 文 献

[1] Rubenfeld G, Caldwell E, Peabody E, et al. Incidence and outcomes of acute lung injury[J]. New England Journal of Medicine, 2005, 353(16): 1685.

[2] Fan E, Wilcox M E, Brower R G, et al. Recruitment maneuvers for acute lung injury a systematic review[J]. American journal of respiratory and critical care medicine, 2008, 178(11): 1156.

[3] Gattinoni L, Caironi P, Cressoni M, et al. Lung recruitment in patients with the acute respiratory distress syndrome[J]. New England Journal of Medicine, 2006, 354(17): 1775.

[4] 王 玉，陆铸今，陆国平. 急性肺损伤患儿肺复张策略联合小潮气量通气治疗 15 例[J]. 中华儿科杂志，2010，48(007)：514-519.

[5] Diaz J, Brower R, Calfee C S, et al. Therapeutic strategies for severe acute lung injury[J]. Critical Care Medicine, 2010, 38(8): 1644.

[6] Odenstedt H, Lindgren S, Olegard C, et al. Slow moderate pressure recruitment maneuver minimizes negative circulatory and lung mechanic side effects[J]. Intensive care medicine, 2005, 31(12): 1706-1714.

[7] Meier T, Luepschen H, Karsten J, et al. Assessment of regional lung recruitment and derecruitment during a PEEP trial based on electrical impedance tomography[J]. Intensive Care medicine, 2008, 34(3): 543-550.

[8] Chan K, Stewart T. Clinical use of high-frequency oscillatory ventilation in adult patients with acute respiratory distress syndrome[J]. Critical Care Medicine, 2005, 33(3): 170.

[9] Wolf G, Grychtol B, Frerichs I, et al. Regional lung volume changes in children with acute respiratory distress syndrome during a derecruitment maneuver[J]. Critical Care Medicine, 2007, 35(8): 1972.

（责任编辑：关蕴良）