

围产医学

DOI: 10.11699/cyxh20131021

潮气呼吸流速-容量环对支气管肺发育不良患儿肺功能的监测

卫敏超¹, 余加林¹, 刘晓红², 齐利峰²

(1. 重庆医科大学附属儿童医院新生儿科, 儿童发育疾病研究省部共建教育部重点实验室、
儿科学重庆市重点实验室、重庆市儿童发育重大疾病诊治与预防国际科技合作基地, 重庆 400014;
2. 重庆医科大学附属深圳市儿童医院新生儿科, 深圳 518026)

【摘要】目的:探讨潮气呼吸流速-容量环对支气管肺发育不良(bronchopulmonary dysplasia, BPD)患儿肺功能的评估作用。**方法:**选取无严重心肺疾病的非 BPD 早产儿(113 例)为对照组, BPD 早产儿为观察组, 根据 BPD 诊断标准分为轻、中、重 3 组(分别为 48 例, 42 例, 16 例)。在校正胎龄 44 周时检测各组潮气呼吸流速-容量曲线(tidal breath flow-volume loop, TBFVL)和功能残气量(functional residual capacity, FRC)、肺清除指数(lung clearance index, LCI)。**结果:**(1)TBFVL 形态分析:与对照组相比, BPD 轻、中、重组呼气达峰提前, 呼气峰流量明显高于吸气峰流量, 呼气降支陡峭, BPD 轻组呼气降支斜率增加, BPD 中、重组呼气降支明显向容量轴凹陷。(2)肺功能指标:除 BPD 中组外, BPD 轻、重组呼气达峰容积比均比对照组低(均 $P < 0.05$); BPD 重组吸气峰流量、呼气峰流量、75%潮气量时呼气流速均比 BPD 轻组和对照组高(均 $P < 0.05$); 25%潮气量时呼气流速除 BPD 重组比对照组高外, BPD 轻、中组均比对照组低(均 $P < 0.05$); BPD 中、重组 FRC 比对照组低, LCI 只有 BPD 中组比对照组高(均 $P < 0.05$)。(3)相关性:除 LCI 外, 呼气达峰容积/呼气量、吸气峰流量、呼气峰流量、75%潮气量时呼气流速、25%潮气量时呼气流速、FRC 均与 BPD 严重程度相关(均 $P < 0.05$)。**结论:**BPD 患儿由于肺泡、终末小气道发育不良, 导致 TBFVL 呼气降支斜率增加, 中、重度 BPD 患儿呼气降支出现凹陷。TBFVL 能直观反映 BPD 患儿肺功能状况, 可结合 FRC、LCI 用于 BPD 患儿肺发育的监测。

【关键词】潮气呼吸流速-容量环; 早产儿; 支气管肺发育不良; 肺功能; 功能残气量; 肺清除指数

【中国图书分类法分类号】R722.1; R722.6; R725.6

【文献标志码】A

【收稿日期】2013-04-15

Role of tidal breath flow-volume loop in monitoring lung function of preterm infants with bronchopulmonary dysplasia

WEI Minchao¹, YU Jialin¹, LIU Xiaohong², QI Lifeng²

(1. Department of Neonatology, the Children's Hospital, Chongqing Medical University, Ministry of Education, Key Laboratory of Child Development and Disorders Cofounded by Provincial Government and Ministry of Education, Key Laboratory of Pediatrics in Chongqing, Chongqing International Science and Technology Cooperation Center for Child Development and Disorders; 2. Department of Neonatology, the Children's Hospital in Shenzhen, Chongqing Medical University)

【Abstract】Objective: To investigate the roles of tidal breath flow-volume loop (TBFVL) in monitoring lung function of preterm infants with different degrees' bronchopulmonary dysplasia (BPD). **Methods:** One hundred and thirteen preterm infants without BPD and heart & lung disease-free were enrolled as controls and 106 BPD infants were taken as observation group. Observation group was divided into mild, moderate and severe groups according to the definition of BPD. Parameters of lung function test, including TBFVL, functional residual capacity (FRC) and lung clearance index (LCI) were collected and analyzed when the patients were at 44 weeks postmenstrual age (PMA). **Results:** ① Shape of TBFVL showed that in observation groups: ratio of volume to peak tidal expiratory volume against expiratory volume (V_{pef}/V_e) was decreased, peak expiratory flow (TPEF) was markedly higher than peak inspiratory flow (TPIF). Expiratory descending branch was descended sharply; expiratory descending branch of mild observation group was slightly gradient than that of control group; expiratory descending branch of moderate and severe groups was depressed to volume axis. ② Compared with parameters in control group: except moderate observation group, V_{pef}/V_e in mild and severe observation group were lower ($P < 0.05$); TPIF, TPEF, tidal expiratory flow at 75% remaining tidal volume (TEF75) in severe observation group were decreased compared with those

作者介绍: 卫敏超, Email: wei-min-chao@163.com,

研究方向: 新生儿急救。

通信作者: 余加林, Email: yujialin486@sohu.com;

基金项目: 深圳市医疗重点学科专项建设基金资助项目(编号: 2001B19)。

in mild observation group and control group ($P < 0.05$); tidal expiratory flow at 25% remaining tidal volume (TEF25) was lower in mild and moderate observation groups than in control group, while it was higher in severe group than in control group ($P < 0.05$); FRC was lower in moderate and severe observation groups

than in control group; only in moderate observation group; LCI was higher than moderate observation group in control group ($P < 0.05$). ③ Spearman correlation analysis showed that FRC, V_{pef}/V_e , TPIF, TPEF, TEF75, TEF25 had strong correlation with the degree of BPD with statistical significances while LCI not. **Conclusions:** Because of the dysplasia of pulmonary alveoli and terminal small airway, expiratory descending branch of TBFVL in BPD infants is descended sharply and in moderate and severe BPD infants even depressed to volume axis. TBFVL can directly reflect the lung function condition of BPD infants and can be used in clinical for lung development follow-up combining with FRC, LCI.

【Key words】tidal breath flow-volume loop; preterm; bronchopulmonary dysplasia; lung function; function residual capacity; lung clearance index

支气管肺发育不良 (brouchopulmonary dysplasia, BPD) 是早产儿、极低出生体质量儿常见的慢性肺部疾病, 发病机制为肺泡和肺微血管发育阻滞, 病理上表现为肺泡数目减少、体积增大、结构简单化, 气道有轻度的纤维化。这些结构上变化造成 BPD 患儿肺功能的改变^[1]。流量-容积曲线测定通过低容积时流量变化的数值和图形进行判断, 该方法简便易行, 重复性高, 已经得到了广泛的应用^[2]。反复呼吸惰性气体洗出法 (multiple-breath inert gas washout, MBW) 通过测定功能残气量 (functional residual capacity, FRC) 和肺清除指数 (lung clearance index, LCI) 评估婴幼儿肺部气体交换效率和通气均一性^[3]。目前国内外尚缺乏利用潮气呼吸流速-容量曲线 (tidal breath flow-volume loop, TBFVL) 曲线结合 MBW 对不同程度 BPD 患儿肺功能评估的研究。本实验通过对不同程度 BPD 患儿在校正胎龄 44 周时 TBFVL、FRC 和 LCI 进行检查, 探讨 TBFVL 对支气管肺发育不良患儿肺功能的监测意义。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2011 年 1 月-2012 年 10 月在深圳市儿童医院新生儿科及重症监护病房住院病人中非 BPD 早产儿 113 例 (对照组), BPD 患儿 106 例 (观察组), 根据 BPD 诊断标准分为轻、中、重 3 组 (分别为 48 例、42 例、16 例), 这些早产儿均除外先天性心脏病、膈疝、咽喉部先天性畸形等影响肺功能的疾病。BPD 诊断及分度标准根据 2001 年美国多家国立卫生研究机构联合 BPD 组发布的新 BPD 定义及诊断标准^[4]。各组患儿基本资料见表 1。

1.2 测量方法

1.2.1 测定仪器 采用德国 GANSHORN 公司生产的 PowerCubic 超声流量仪。应用 2 个 50 kHz 的超声换能器相反方向放置, 与介质流动方向成 40°, 测量超声通过流动介质的时间。流动介质的量根据超声通过所需时间和通过的温度进行计算。每天测定前用 100 ml 容量器进行容量定标。

1.2.2 测试方法 患儿检查前 2 周内没有肺炎等呼吸道症状, 自主呼吸下血氧饱和度维持在 90% 左右、临床表现稳定。测试前使用棉签轻轻拭去婴儿鼻咽分泌物, 确保上呼吸道通畅。测试时不使用镇静剂或呼吸兴奋剂, 在进食后安静自然睡眠状态下进行。婴儿处于仰卧位, 头保持中立, 颈部无任何支撑物, 面罩罩于新生儿口鼻上, 并用无名指和小指轻轻托起下颌, 以确保无漏气。以氦气 (He) 作为指示气体, 使用德国 GANSHORN PowerCubic 超声流量仪在校正胎龄 44 周时对各组 FRC、LCI 和 TBFV 环进行检测。测试结果经体温、气压和水蒸气饱和度校正。每次测试取 10~20 环, 反复检测 3 次, 取 3 次结果的平均值^[5]。进行 FRC、LCI 检测时, 2 次测量间隔 3~5 min, 使上次检测时残留在肺内的 He 完全被呼出。

1.3 主要参数

呼吸频率 (respiratory rate, RR) (次/min), 吸气/呼气时间比 (inspiratory time/respiratory time, T_i/T_{tot}) (%), 呼气达峰时间 (expiratory time to peak expiratory flow, T_{pef}) (s), 呼气达峰容积 (expiratory volume to peak expiratory flow, V_{pef}) (s), 呼气达峰时间/呼气时间 (ratio of time to peak expiratory volume/expiratory time, T_{pef}/T_e) (%), 呼气达峰容积/呼气量 (ratio of volume to peak expiratory volume/expiratory volume, V_{pef}/V_e) (%), 潮气量 (tidal volume, TV) (ml), 呼气峰流量 (tidal peak expiratory flow, TPEF) (ml/s), 75%、50%、25% 潮气量时的呼气流速 (tidal expiratory flow at 75%、50%、25% remaining tidal volume, TEF75、TEF50、TEF25) (ml/s), 25% 潮气量时的呼气流速/呼气峰流速 (25/PF), FRC (ml/kg), LCI。

1.4 统计学处理

运用 SPSS 19.0 软件进行数据处理。正态分布计量数据

表 1 各组患儿基本资料 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.1 Basic information of different groups ($\bar{x} \pm s$)

	早产儿 ($n=113$)	轻度 BPD ($n=48$)	中度 BPD ($n=42$)	重度 BPD ($n=16$)	F 值	P 值
孕周 (周)	33.33 $\pm$ 2.09	30.09 $\pm$ 2.54	30.34 $\pm$ 1.68	30.43 $\pm$ 2.12	38.476	<0.01
出生体质量 (kg)	1.97 $\pm$ 0.57	1.61 $\pm$ 0.46	1.35 $\pm$ 0.30	1.29 $\pm$ 0.35	28.907	<0.01
测试时体质量 (kg)	3.73 $\pm$ 1.32	3.45 $\pm$ 0.82	3.32 $\pm$ 1.03	3.32 $\pm$ 0.80	1.842	0.149
测试时身长 (cm)	49.59 $\pm$ 4.90	49.06 $\pm$ 5.24	48.64 $\pm$ 2.60	48.76 $\pm$ 3.11	0.836	0.479

采用均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$), 各组间差异根据方差是否齐性采用单因素方差分析或 Welch 法方差分析, 两两比较根据方差是否齐性采用 LSD-*t* 检验或 Dunnett T3 检验; 各指标与 BPD 严重程度行 Spearman 相关分析。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 TBFVL 形态分析

各组吸气相均较光滑, 呈半个扁椭圆形; BPD 患儿呼气降支陡峭, 呼气达峰提前, 呼气峰流量明显高于吸气峰流量, 轻度 BPD 呼气降支斜率较非 BPD 早产儿组增大, BPD 中重组呼气降支明显向容量轴凹陷。见图 1。

2.2 TBFVL 肺功能指标分析

BPD 轻、中、重组 RR、TPIF、TPEF、TEF75、TEF50 比对照组高, Tpef、Tpef/Te、Vpef/Ve、TEF25、25/PF 比对照组低 (均 $P < 0.05$); 各组 TV 无统计学差异。BPD 轻组与对照组相比, Tpef、Vpef/Ve、TEF25、25/PF 差异有统计学意义; BPD 中组 RR、Tpef、Tpef/Te、TPIF、TEF25、25/PF 与对照组相比有统计学差异; BPD 重组 Tpef、Tpef/Te、Vpef/Ve、TPIF、TPEF、TEF75、TEF25 与对照组和 BPD 轻组相比均有统计学差异。见表 2。

2.3 FRC 和 LCI 分析

除 BPD 轻组外, BPD 中、重组 FRC 均比对照组低, LCI 只有 BPD 中组比对照组高 (均 $P < 0.05$)。见表 3。

2.4 各指标与 BPD 严重程度相关性分析

FRC、RR、Tpef/Te、TPEF、TEF75、TEF25、25/PF 与 BPD 严重程度相关 ($P < 0.05$), LCI 与 BPD 严重程度相关性不明显。见表 2 和表 3。

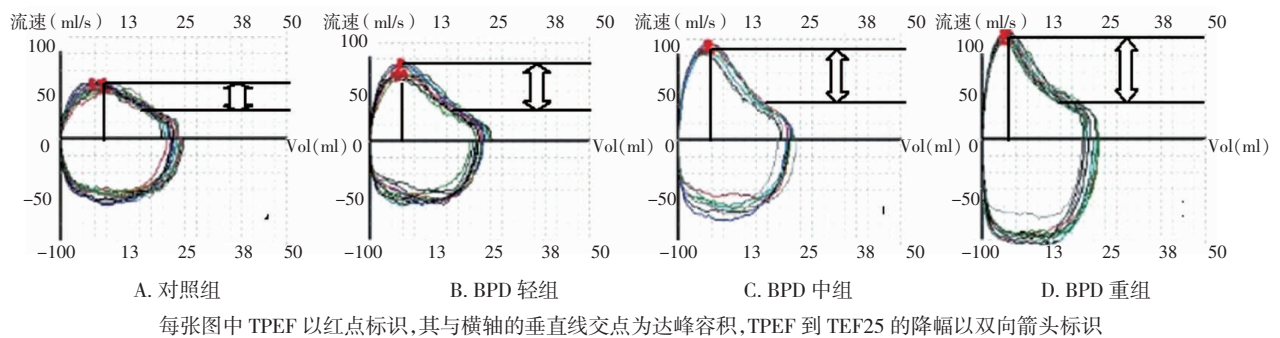


图 1 各组患儿 TBFVL

Fig.1 TBFVL of different groups

表 2 各组患儿 TBFVL 肺功能指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.2 Comparison of lung functional parameters of all groups ($\bar{x} \pm s$)

指标	对照组 ($n=113$)	BPD轻组 ($n=48$)	BPD中组 ($n=42$)	BPD重组 ($n=16$)	F 值	P 值	r_s 值
RR	49.91 $\pm$ 12.78	52.97 $\pm$ 12.59	56.79 $\pm$ 8.91 ^b	58.11 $\pm$ 10.12 ^b	4.796	0.003	0.198 ^d
TV ^a	24.80 $\pm$ 9.14	23.37 $\pm$ 8.78	22.17 $\pm$ 8.67	22.05 $\pm$ 3.36	1.951	0.128	-0.037
Tpef	0.18 $\pm$ 0.05	0.15 $\pm$ 0.06 ^b	0.15 $\pm$ 0.07 ^b	0.10 $\pm$ 0.03 ^{b,c}	10.482	<0.001	-0.237 ^d
Tpef/Te	28.79 $\pm$ 9.06	24.29 $\pm$ 12.80	20.36 $\pm$ 9.15 ^b	18.07 $\pm$ 5.28 ^{b,c}	18.851	<0.001	-0.219 ^d
Vpef/Ve ^a	32.32 $\pm$ 6.62	28.46 $\pm$ 8.08 ^b	29.51 $\pm$ 10.37	25.58 $\pm$ 4.07 ^b	10.947	<0.001	-0.083
TPIF ^a	52.39 $\pm$ 20.12	55.27 $\pm$ 21.61	60.91 $\pm$ 20.54 ^b	75.30 $\pm$ 14.43 ^{b,c}	6.903	<0.001	0.313 ^d
TPEF ^a	58.55 $\pm$ 23.09	56.03 $\pm$ 24.93	69.59 $\pm$ 33.17	85.33 $\pm$ 11.48 ^{b,c}	21.340	<0.001	0.374 ^d
TEF75 ^a	54.24 $\pm$ 22.46	52.83 $\pm$ 24.90	66.05 $\pm$ 34.26	81.46 $\pm$ 14.05 ^{b,c}	16.317	<0.001	0.359 ^d
TEF50 ^a	50.27 $\pm$ 20.72	43.43 $\pm$ 19.70	52.69 $\pm$ 25.80	63.68 $\pm$ 14.13 ^{b,c}	6.623	0.001	0.341 ^d
TEF25 ^a	34.24 $\pm$ 16.61	26.69 $\pm$ 14.89 ^b	28.50 $\pm$ 13.31 ^b	35.87 $\pm$ 11.61 ^c	3.735	0.012	0.250 ^d
25/PF	0.58 $\pm$ 0.14	0.49 $\pm$ 0.15 ^b	0.43 $\pm$ 0.12 ^{b,c}	0.42 $\pm$ 0.11 ^b	16.507	<0.001	-0.214 ^d

注: TPIF, 吸气峰流量; a, 可从 TBFVL 图上直观判断的指标; b, 与早产儿相比, $P < 0.05$; c, 与轻度 BPD 相比, $P < 0.05$; r_s , 各指标与 BPD 严重程度的 Spearman 相关系数; d, $P < 0.05$

表 3 各组功能残气量和肺清除指数比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.3 Comparison of FRC and LCI in different groups ($\bar{x} \pm s$)

指标	对照组 ($n=113$)	BPD轻组 ($n=48$)	BPD中组 ($n=42$)	BPD重组 ($n=16$)	F 值	P 值	r_s 值
FRC	19.96 $\pm$ 5.04	17.74 $\pm$ 5.47	15.37 $\pm$ 3.14 ^a	15.06 $\pm$ 3.85 ^a	17.229	<0.001	-0.232 ^b
LCI	8.36 $\pm$ 2.78	9.01 $\pm$ 3.22	9.93 $\pm$ 3.34 ^a	10.31 $\pm$ 2.85	3.983	0.012	0.161

注: a, 与早产儿相比, $P < 0.05$; r_s , 各指标与 BPD 严重程度的 Spearman 相关系数; b, $P < 0.05$

3 讨 论

潮气呼吸流速-容量检测是在自然安静睡眠状态下检测的,无需特殊配合,是近年来用于反映婴幼儿肺功能的新技术。TBFVL 是以容量为横轴,以流速为纵轴绘制的环形曲线。曲线横轴可直观显示肺活量,纵轴正轴显示呼气流速,负轴显示吸气流速,环的形态反映随着肺容量的变化,气流速度的变化。潮气呼吸肺功能参数 T_{pef}/T_e 、 V_{pef}/V_e 、 $25/PEF$ 能反映小气道的阻塞,已得到许多学者肯定^[6]。

健康新生儿 TBFV 环近似椭圆形或扁椭圆形,气道阻塞时 TBFV 环呼气降支斜率增加,严重时出现不同程度的凹陷,类似用力呼气的曲线图形^[7]。BPD 患儿由于肺泡和肺微血管发育阻滞,肺泡数目减少、体积增大,肺泡结构简单化,气道和周围组织轻度纤维化,导致气道阻力增加,肺弹性降低,使 BPD 患儿呈现阻塞性呼气功能障碍。本实验结果显示轻度患儿 TBFV 环呼气降支斜率增加,呼气末小气道流速下降, T_{pef} 、 V_{pef}/V_e 、 $TEF25$ 降低,表明轻度患儿存在小气道阻塞;而中重度 BPD 患儿不仅存在小气道发育不良,还存在肺组织弹性降低、弹性回缩力大和大气道狭窄,导致在呼气早期时,气道本身的结构和肺组织的弹性即已不能维持气道的扩张,随着呼气的进行,气道阻力就愈大,气流速度下降更明显,呼气末出现小气道的广泛陷闭,因而中重度 BPD 患儿 TBFV 环呼气降支斜率增加更明显,甚至出现凹陷。BPD 患儿呼气斜率增加,出现切迹的现象可用等压点学说解释。呼气时,由于气流阻力的作用,肺内气体沿周围气道呼出至气管开口端的过程中,气道内压逐渐下降,当气道内压降至与胸内压相等的某一点,称为等压点。等压点在用力呼气过程中并非固定位置不变,驱动力愈大,气道阻力愈小,则等压点离肺泡愈远,当小气道发生病变或阻塞性通气功能障碍时,气道阻塞和狭窄加重,等压点向小气道移动,在呼气早期即可出现明显的流量受限,呈现流量容积曲线呼气相降支向容积轴凹陷的特征性图形^[8]。重度 BPD 患儿吸气相 $TPEF$ 、 $TEF75$ 、 $TEF25$ 比轻度 BPD 增加,是由于重度 BPD 患儿 RR 增快,大气道明显狭窄,气流通过狭窄的气道时流速增加,在数值上反而比轻度 BPD 增加,与 Schmalisch 等^[9]研究结果一致。

反复呼吸惰性气体洗出法能检测婴幼儿肺部气体交换效率,尤其对于肺部疾病的早期检测和监测婴幼儿肺的生长发育具有巨大的潜在应用价值,主要参数 FRC 和 LCI 常被用评估机械通气患儿和

肺囊性纤维化患儿肺部通气均一性、肺组织的弹性^[3]。利用 MBW 检测 FRC 和 LCI 能间接反映肺发育和疾病病理生理^[3,10]。TBFVL 结合 FRC、LCI,能从功能和结构上综合反映 BPD 患儿肺发育情况。健康婴幼儿在出生后不仅存在肺泡体积的增大,同时存在更复杂的肺泡囊和肺泡数目的增加,而 BPD 患儿仅有肺泡体积的增大,肺间隔形成受阻,严重时出现肺泡萎陷,所有肺间隔纤维化,影响 BPD 患儿的 FRC 和气体交换效率。本实验结果示除轻度 BPD 组外,BPD 中、重组 FRC 均比非 BPD 早产儿组低,LCI 只有中度 BPD 组比非 BPD 早产儿组高。提示中重度 BPD 患儿肺组织弹性回缩力大,肺泡局部塌陷,周围气道陷闭、卷曲,导致局部气体阻滞,通气不均一,FRC 降低。Latzin 等^[11]人对 127 名 BPD 患儿、58 名非 BPD 早产儿 FRC、通气均一性进行检查,结果发现 BPD 患儿 FRC 比非 BPD 早产儿低,通气均一性组间无差异。本实验显示 FRC 与 BPD 严重程度明显相关,LCI 与 BPD 严重程度相关性不明显,这与 Latzin 等^[11]结果一致。

综上所述,BPD 患儿由于肺泡、终末小气道发育不良,导致 TBFV 环呼气末降支斜率增加,中重度 BPD 患儿呼气降支出现切迹。TBFV 环可直观的反映 BPD 患儿肺功能状况,可结合 FRC、LCI 用于 BPD 患儿肺发育的监测。不同程度 BPD 患儿随着年龄增长肺功能如何变化及其与生长发育、营养的关系,尚需进一步探讨。同时有必要建立各项指标的正常值,以便临床应用。

参 考 文 献

- [1] 陈泽伟,余加林,刘晓红,等.支气管肺发育不良婴儿肺功能的初步研究[J].重庆医学,2012,41(29):3017-3019.
Chen Z W, Yu J L, Liu X H, et al. The lung function tests of infants with bronchopulmonary dysplasia by ultrasonic flow meter[J]. Chongqing Medicine, 2012, 41(29): 3017-3019.
- [2] 朱 蕾,刘又宁,于润江.临床肺功能[M].北京:人民卫生出版社,2004:10-15.
Zhu L, Liu Y N, Yu R J. Clinical pulmonary function[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2004: 10-15.
- [3] Aurora P, Kozłowska W, Stocks J. Gas mixing efficiency from birth to adulthood measured by multiple-breath washout[J]. Respir Physiol Neurobiol, 2005, 148(1-2): 125-139.
- [4] Jobe A H, Bancalari E. Bronchopulmonary dysplasia[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2001, 163(7): 1723-1729.
- [5] 刘 晨,丁晓春,陈小倩,等.支气管肺发育不良肺功能变化的初步观察[J].中国新生儿科杂志,2010(4):212-115.
Liu C, Ding X C, Chen X Q, et al. Pulmonary function changes in infants with bronchopulmonary dysplasia and clinical significance[J]. Chi-

围产医学

DOI: 10.11699/cyxh20131022

超声流量仪对不同孕周新生儿潮气呼吸正常值的测定

齐利峰¹, 余加林¹, 刘晓红², 卫敏超¹

(1. 重庆医科大学附属儿童医院新生儿科、儿童发育疾病研究省部共建教育部重点实验室、儿科学重庆市重点实验室、重庆市儿童发育重大疾病诊治与预防国际科技合作基地, 重庆 400014; 2. 重庆医科大学深圳市儿童医院新生儿科, 深圳 518026)

【摘要】目的:建立正常足月儿及不同孕周早产儿潮气呼吸正常值并分析其差异。**方法:**对 55 例足月儿、30 例晚期早产儿和 25 例出生胎龄 < 34 周早产儿, 在生后 1、14 日及 28 日龄, 用超声流量仪进行潮气呼吸检测。**结果:**新生儿期各孕周潮气呼吸功能参数呈正态分布。在第 1、14 天及 28 天呼气达峰时间/呼气时间, 呼气达峰容积/呼气量, 75%、50%、25% 潮气量时呼气流速 (tidal expiratory flow at 75% remaining tidal volume, TEF75; tidal expiratory flow at 50% remaining tidal volume, TEF50; tidal expiratory flow at 25% remaining tidal volume, TEF25) 值逐渐升高, 而呼吸频率 (respiratory rate, RR) 值则逐渐下降; RR 与 TEF75、TEF25 的相关性在足月儿组为显著相关 ($r=0.469, 0.539$, 均 $P<0.01$), 在早产儿组为不相关 ($r=0.190, 0.220$, 均 $P>0.05$)。而晚期早产儿组则 RR 只与 TEF25 有相关性 ($r=0.231, P<0.05$), 而与 TEF75 无相关性 ($r=0.130, P>0.05$); 纠正胎龄 40 周时, 早产儿组潮气呼吸参数 TEF25、TEF50、TEF75、潮气量明显低于足月儿组, RR 明显高于足月儿组 (均 $P<0.05$), 晚期早产儿组同足月儿比较, 上述潮气呼吸参数差别无统计学意义 (均 $P>0.05$)。**结论:**新生儿肺功能参数随日龄逐渐改善, 在纠正胎龄 40 周时, 小于 34 周早产儿潮气呼吸参数仍不能达到足月儿组水平。而 RR 与 TEF25、TEF75 在足月儿具有相关性, 早产儿则未能体现, 新生儿潮气呼吸肺功能的测定及相关性分析有助于评估新生儿特别是早产儿的肺发育。不同孕周新生儿潮气呼吸各项指标可作为临床参考正常值。

【关键词】肺功能; 新生儿; 肺发育**【中国图书分类法分类号】**R72**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2013-04-15

Detection of normal values of tidal breathing parameters by ultrasonic flow meter in infants at different gestational ages

QI Lifeng¹, YU Jialin¹, LIU Xiaohong², WEI Minchao¹

(1. Department of Neonatology, the Children's Hospital, Chongqing Medical University; Key Laboratory of Child Development and Disorders Cofounded by Provincial Government and Ministry of Education/Key Laboratory of Pediatrics in Chongqing; Chongqing International Science and Technology Cooperation Center for Child Development and Disorders; 2. Department of Neonatology, Shenzhen Children's Hospital of Chongqing Medical University)

【Abstract】Objective: To investigate normal values of tidal breathing parameters in infant at different gestational ages without respira-**作者介绍:** 齐利峰, Email: huan777@sina.com,

研究方向: 新生儿急救。

通信作者: 余加林, Email: yujialin486@sohu.com;

刘晓红, Email: lxh201366@163.com。

基金项目: 深圳市医疗重点学科专项建设基金资助项目 (编号: 2001B19)。

nese Journal of Neonatology, 2010(4): 212-215.

[6] Sly P D, Lanteri C J, Hayden M J. Respiratory function testing in infants and other noncooperative subjects[M]//Taussig I M, Landall L. Pediatric respiratory medicine. St. Louis: Mosby Inc, 1999, 194-205.

[7] 吴冀川, 樊寻梅, 刘玺诚, 等. 健康婴幼儿潮气流速容量曲线特点及意义[J]. 实用儿科临床杂志, 1999, 14(1): 11-12.

Wu J C, Fan X M, Liu X C, et al. The shape and significance of TFV loops in healthy infants[J]. Journal of Applied Clinical Pediatrics, 1999, 14(1): 11-12.

[8] 赵立军, 李 强. 实用肺功能临床解读手册[M]. 上海: 第二军医大学出版社, 2010: 13-20.

Zhao L J, Li Q. Practical clinical lung function interpretation manual[M]. Shanghai: the Second Military Medical University Press, 2010: 13-20.

[9] Schmalisch G, Wauer R R, Foitzik B, et al. Influence of preterm onset of inspiration on tidal breathing parameters in infants with and without CLD[J]. Respir Physiol Neurobiol, 2003, 135(1): 39-46.

[10] Hjalmarson O, Sandberg K L. Lung function at term reflects severity of bronchopulmonary dysplasia[J]. J Pediatr, 2005, 146(1): 86-90.

[11] Latzin P, Roth S, Thamrin C, et al. Lung volume, breathing pattern and ventilation inhomogeneity in preterm and term infants[J]. PloS One, 2009, 4(2): e4635.

(责任编辑: 冉明会)