

儿童肺功能系列指南(四):潮气呼吸肺功能

中华医学会儿科学分会呼吸学组肺功能协作组 《中华实用儿科临床杂志》编辑委员会

通信作者:刘传合,Email:liuchc@126.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2016.21.005

潮气呼吸流量-容积曲线(tidal breathing flow volume curve, TBFV)法检测婴幼儿肺功能在我国开展 20 年来^[1-2],目前国内已有很多医院可进行此项检测,但一直缺乏相关的技术操作指南及检测报告解读指南或共识,供技术人员及临床医师参考使用。本指南主要就 TBFV 肺功能测定的原理、技术操作、注意事项、可获得的参数及其在不同疾病改变的特点与临床意义等进行阐述。

1 原理

潮气呼吸肺功能检测原理与传统用力呼吸肺功能检测类似,即采用流量传感器(压差式或超声式流量传感器)获得流量信号,由流量信号积分获得容积信号,从而描绘出流量-容积曲线^[3]。因无法要求受试者用力呼吸,检测在平静呼吸状态下进行,获得的是受试者潮气呼吸状态下的流量-容积曲线。此检测采用面罩扣住患儿口、鼻,所描绘的流量-容积曲线中,其流量信号来源不仅包括下呼吸道,也包括上呼吸道,因此, TBFV 技术检测结果反映的是整个呼吸系统的功能改变,而不是单纯下呼吸道的功能改变。

2 检测前准备及注意事项

目前我国医疗机构使用的潮气呼吸肺功能检测设备来自不同的制造商,不同制造商生产的仪器所设置的肺功能参数不同,同一参数的名称亦有所不同^[4]。本指南内容主要参照国内使用较多的 Jaeger 公司生产的肺功能仪,在具体操作时应注意所购设备的不同。

2.1 患儿的准备及注意事项 (1)记录患儿的姓名、性别、出生年月日,测量身长、体质量等。(2)检查在进食后 1~2 h,无明显腹胀时进行。(3)清除鼻咽分泌物,保持上呼吸道通畅,必要时加用呋麻滴鼻液。(4)检查在婴幼儿充分睡眠状态下进行,选用 100 g/L 水合氯醛浆口服,推荐常用剂量为 0.5~1.5 g,最高剂量不超过 2 g/次^[5],为安全起见,儿科临床上常按 0.5 mL/kg 剂量给药。服用水合氯醛时,患儿容易哭闹,呕吐,建议在镇静室或在医护人员看护下进行,防止发生误吸。(5)检查时体位:小儿呈仰卧位,颈部略伸展。肺容量、通气等均与体位有关,对任何需要进行随访检测的患儿必须强调采取同一体位。(6)面罩的选择:根据患儿的胖瘦,面部大小情况确定合适型号的面罩,以保证测定过程中

不漏气。(7)检测过程中始终有人在检查床旁看护患儿,保证其安全,不可将患儿独自留在检测床上。为安全起见,建议测试完毕,待患儿苏醒并反应正常后方可离去。

2.2 仪器的准备 (1)仪器预热:开机后预热 20 min,使仪器温度和环境温度一致。(2)仪器定标:①检查仪器的环境参数,系统内设置有“环境参数”模块,打开后自动采集环境温度、湿度、大气压力等信号并记录,完成更新(如无,则需手工逐一输入)。环境数据是计算校正系数,出具准确测定结果的重要基础,因此,需每日检测前采集,保存。②传感器的选择:一般情况下,对婴幼儿,选择 PAED-S,所测定最大流量为 $\pm 1\ 500$ mL/s;对早产儿则选择 PAED-XS,所测定最大流量为 ± 800 mL/s。(3)流量计的容积校正:通过标准容积的定标筒(100 mL)进行,要求误差 $< \pm 3\%$ 。将定标筒连接在传感器上,有规律地拉推定标筒的活塞,拉推动作彻底是十分重要的,达到设置的拉推次数后,容积校正自动结束。校正结果,定标系数将显示在屏幕上。定标系数达标要求:呼气校正系数(CorrEx),越接近 1.0 越好;吸气校正系数(CorrIn),越接近 1.0 越好;“呼气”质量(Qex),合格 $< 1.0\%$;“吸气”质量(Qin),合格 $< 1.0\%$ 。若超过此范围:①重复校正;②更换流量传感器后再进行校正。

3 检测

充分镇静后,婴幼儿取仰卧位,选用合适的面罩扣紧口鼻,保证不漏气,面罩与流量传感器相连,受试者潮气呼吸的流量和容积信号实时显示在屏幕上。呼吸平稳后连续记录 5 次,每次记录至少 20 个潮气呼吸流量-容积环,仪器自动取其平均值作为最终结果,储存,打印报告。

4 质量控制

潮气呼吸肺功能检测过程在患儿平静呼吸状态下进行,其检测的质量控制主要在于技术人员的操作过程。(1)每日记录环境参数,按操作要求对仪器进行定标。(2)保证检测系统密封性:①选择合适的面罩;②操作时,调整好面罩的位置和角度;③充分镇静,以免在检测过程中患儿有头面部活动,影响密封性,如果有活动,重新调整面罩位置。(3)开始检查后及检查过程中,随

时观察潮气量等参数,潮气量太低(降低幅度 >10% 预计水平),或患儿潮气量等参数波动过大,应重新检查检测系统,确定是否漏气。(4)控制信号偏移,采集 15~20 次连续呼吸信号,去除两侧各 25% 偏移信号,选择中间 50% 呼吸信号,取均值,检测 5 次,再取其均值作为最终检测结果,以上步骤通过设置,仪器自动完成。(5)各次检测相互之间,若主要参数差异 $\geq 10\%$,应删除偏移较大的,重新计算或测试。

5 主要参数及临床意义 潮气呼吸肺功能测定报告出具的参数较多,与常规用力通气有所不同,其参数除容积、流量参数外,尚有时间参数。

5.1 潮气量(V_T /kg, mL/kg) 潮气量是平静呼吸状态下每次吸入或呼出的气量。新生儿潮气量为 15~20 mL,1 岁时为 30~70 mL,2 岁时为 86 mL,4 岁时为 120 mL,随着年龄增长,潮气量逐渐增加^[6]。为校正体质量对于潮气量的影响,采用单位公斤体质量的潮气量,儿童单位公斤体质量潮气量为 6~10 mL/kg。潮气量下降通常提示存在限制性肺疾病。存在呼吸道阻塞性肺疾病,尤其是中/重度阻塞时,气流受阻,亦可出现潮气量的下降。对于重度肥胖或重度营养不良的患儿,建议参照同年龄正常体质量健康儿童的正常值,分析其是否真正存在通气功能障碍。

5.2 呼吸频率(respiratory rate, RR) 小儿代谢旺盛,但肺容量小,只能通过增加 RR 进行补偿,年龄越小,RR 越快。阻塞性或限制性通气功能障碍,均可导致呼吸加快,表现为 RR 增加。

5.3 吸气时间[inspiratory time, T_i (s)] 上呼吸道梗阻患儿, T_i 延长。很少单独使用,通常用于计算吸/呼比(ratio of T_i to T_e , T_i/T_e)。

5.4 呼气时间[expiratory time, T_e (s)] 下呼吸道阻塞或呼气性呼吸困难患儿由于呼气阻力增加,可致 T_e 延长。

5.5 T_i/T_e 正常 T_i/T_e 为 1:1.0~1:1.5(0.67~1.00),呼气性气流受限患儿因呼气阻力增加, T_e 延长,使 T_i/T_e 降低,可达 1:2(0.5),甚至更长。吸气性呼吸困难患儿,如先天性喉喘鸣、喉梗阻患儿, T_i 明显延长,导致 $T_i/T_e > 1$ 。此外, T_i/T_e 尚与神经、呼吸肌等的调节有关。

5.6 达峰时间[time to peak tidal expiratory flow, TPTEF(s)] 从呼气开始至到达呼气峰流量的时间。阻塞性通气障碍(下呼吸道)患儿,由于呼吸道阻力增加,呼气相可达到的流量峰值降低,从而使 TPTEF 缩短。上呼吸道阻塞时,则使达峰延迟,TPTEF 增加。

5.7 达峰容积[volume to peak tidal expiratory flow, VPTEF(mL)] 呼气过程中达到呼气峰流量时呼出的气体容积。阻塞性通气障碍患儿,由于 TPTEF 缩短,呼

气流量降低,从而使 VPTEF 下降。

5.8 达峰时间比[time to peak tidal expiratory flow as a proportion of expiratory time, TPTEF/ T_e (%)] 即 TPTEF 与 T_e 的比值,是反映呼吸道阻塞的一个重要指标。阻塞性通气功能障碍患儿由于 TPTEF 缩短,同时 T_e 延长,使 TPTEF/ T_e 降低,阻塞越重,此比值越低^[7]。

5.9 达峰容积比[volume to peak expiratory flow as a proportion of exhaled volume, VPEF/VE(%)] 即 VPTEF 与呼气容积(潮气量)的比值,是反映呼吸道阻塞的另一个重要指标。阻塞性通气功能障碍患儿 VPTEF 降低,故表现为 VPEF/VE 下降,阻塞越重,比值越低^[8],与 TPTEF/ T_e 临床意义类似^[9]。

5.10 潮气呼吸呼气峰流量[peak tidal expiratory flow, PTEF(mL/s)] 潮气呼吸肺功能测试时呼气完全是被动的,呼气流量取决于肺和胸廓的弹性回缩力和呼吸道阻力,在呼吸道阻力增加时,PTEF 常提前出现,在呼吸道阻塞相对严重患儿,由于呼吸中枢的兴奋,呼吸功能代偿,PTEF 不仅提前出现,且可能升高。

5.11 呼气中期流量与吸气中期流量比值(the ratio of tidal expiratory flow and tidal inspiratory flow when 50% of tidal volume remains in the lung, TEF_{50}/TIF_{50}) 反映呼/吸气相峰流量的相对高低,是反映大呼吸道阻塞的常用参数,其正常均值在新生儿为 0.89~0.92^[1],在 1~12 个月婴儿为 0.91~0.98^[10],在 2~3 岁幼儿为 0.78~0.82^[11]。如 TBFV 环呼气相出现平台,提示存在胸内上呼吸道阻塞;如 TBFV 环吸气相出现平台,提示胸外上呼吸道阻塞,如呼气相与吸气相均出现平台,常提示固定大呼吸道阻塞^[12-13]。根据 TEF_{50}/TIF_{50} 比值水平判断胸外或胸内呼吸道阻塞可行性如何,尚存在不同观点。

5.12 其他参数 TEF_{50} (呼出 50% 潮气容积时的呼气流量)、 TEF_{25} (呼出 75% 潮气容积时的呼气流量)、 TEF_{25-75} (呼出 25% 至 75% 潮气容积时段的平均呼气流量),有观点认为可以反映小呼吸道阻塞的状况^[13-14]。

6 正常值

自 TBFV 检测技术在我国开展以来,一些地区,如北京^[1-2]、上海^[15]、广州^[10-11]等先后在新生儿、婴幼儿进行了正常值的测定,为探索其在不同疾病患儿的改变提供了参考。因年龄人群的特殊性,国内外有关婴幼儿潮气呼吸肺功能正常值的研究资料较少^[16-18]。国际上最新的婴幼儿潮气呼吸肺功能正常值是 2013 年 Nguyen 等^[18]在 153 例婴幼儿中完成的。

婴幼儿肺功能参数主要与身高、体质量、年龄有关,而受性别影响较小^[13,15]。肺容积、流量随年龄增加而增大,RR 随年龄增长而下降。每公斤体质量潮气量(V /kg)随年龄增长,从 1~3 个月的 6 mL/kg 至 3 岁时

达 8.8 mL/kg, TPTEF/TE、VPEF/VE 均值随着年龄增长从 30.5% 逐渐达到 34.6%^[15]。目前使用的潮气肺功能测定仪中,尚缺乏依据年龄、身高及体质量等校正的正常预计值。因此测定结果均是各项参数的实测值,书写检测报告时,只能参照文献发表的正常值。

7 报告解读

TBFV 的横轴是潮气量,纵轴是吸气和呼气流量,因此,潮气呼吸过程中吸/呼气相的流量和潮气量的改变决定了环的形态。健康婴幼儿的 TBFV 环近似椭圆形(图 1A)。在 6 月以下小婴儿表现为高峰位置略前移,降支略倾斜的不典型圆形^[2]。主要参数 V_T/Kg 的正常范围为 6~10 mL/kg、 T_i/T_e 的正常范围为 0.67~1.00、TPTEF/TE(%) 和 VPEF/VE(%) 的正常范围为 28%~55%^[19]。与常规通气功能检测结果解读类似,根据 TBFV 环的形状通常可初步判断患儿通气功能受损的情况,同时根据其具体参数改变,并结合支气管舒张试验及临床情况,进一步明确其通气功能障碍类型及损伤程度。

7.1 阻塞性通气功能障碍

患儿常因呼吸代偿,呼气峰流量提前,同时呼气相后期流量降低,致使呼气相后段明显向 X 轴倾斜(图 1B),甚至出现凹陷。出现此种图形的哮喘患儿,其 TPTEF/TE 与 VPEF/VE 低于 28%^[20]。潮气呼吸肺功能检测通常以 TPTEF/TE、VPEF/VE 作为判断阻塞性通气功能障碍的参数。存在阻塞性通气功能障碍时,由于患儿呼气 TPTEF 缩短,同时 T_e 延长,表现为 TPTEF/TE 降低,阻塞越重,比值越低,常见于支气管哮喘、喘息性支气管炎、毛细支气管炎等^[20-24]。一般认为 TPTEF/TE 是反映呼吸道阻塞敏感、可靠的指标^[7,9,19],这一参数在不同年/月龄婴幼儿变化较小。其正常范围为 28%~55%,并据此将阻塞分为不同程度,即轻度阻塞(28%~23%)、中度阻塞(22%~15%)、重度阻塞(<15%)^[19]。VPEF/VE 亦是反映呼吸道阻塞的重要指标,在阻塞性疾病患儿,阻塞愈重,此比值下降愈明显。多数情况下其改变与 TPTEF/TE 类似,二者具有很高的相关性^[9]。

在一些特殊类型的阻塞性通气功能障碍中,TBFV 环常出现一些特征性图形^[13-14,25],如小呼吸道阻塞、上呼吸道阻塞等。图 2A 为正常;图 2B 显示呼气相后段向下倾斜并呈现明显凹陷,与年长儿童用力呼气流量-容积曲线上表现出的小呼吸道功能受损情况类似,在喘息较重的婴幼儿中常见此类图形^[20,22];图 2C 显示呼气相出现平台,呼气流量低,而吸气相正常,可见于胸内上呼吸道阻塞;图 2D 显示吸气相出现平台,吸气流量低,而呼气相正常,常见于胸外上呼吸道阻塞,如声带麻痹、喉软骨发育不良;图 2E 显示吸气相、呼气相均出现平台,则见于固定性大呼吸道阻塞,如先天性气管狭窄、气管

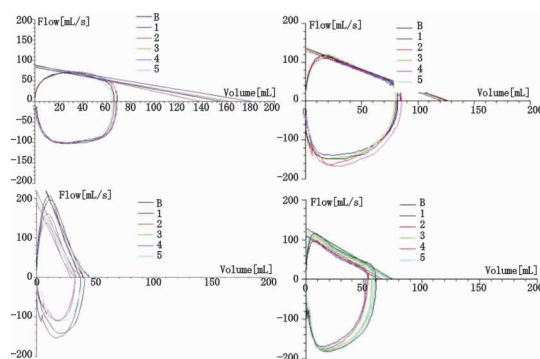
内肿物等;图 2F 显示流量-容积环的呼气相前段低平,呼气末端流量突然增高,或呼气相曲线形态不规则,带有切迹,常见于大呼吸道及鼻咽分泌物增多或患儿打鼾(痰鸣)的情况下^[13-14]。

7.2 限制性通气功能障碍

患儿因各种肺疾病导致肺容量下降,使患儿呼吸时的潮气量下降,由于呼吸气流不受影响,故表现为 TBFV 环变窄,呈瘦高型(图 1C)。潮气呼吸肺功能参数中,以 V_T/kg 下降最为明显,亦有建议使用 PTEF 与潮气量比值($PTEF/V_T$),升高即提示存在限制^[13]。无论是 V_T/kg 降低或 $PTEF/V_T$ 升高,其意义与图形改变一致,反映的是潮气量下降。与年长儿童用力呼气肺功能中用力肺活量(forced vital capacity, FVC)的意义相同,是否存在限制性通气功能障碍,不能单纯根据潮气量改变判断,必须结合临床,方能做出正确判断。限制性通气功能障碍常见于肺纤维化、胸腔积液、胸膜增厚、胸廓畸形、肺叶切除、肺内占位等疾病。

7.3 混合性通气功能障碍

由于同时存在阻塞和限制性疾病,患儿 TBFV 环呼气相峰提前,呼气相后段向下倾斜,甚至凹陷,环变窄(图 1D)。潮气呼吸肺功能参数上可出现潮气量下降,呼气延长,TPTEF/TE、VPEF/VE 下降。



注:A:健康婴幼儿;B:阻塞性通气功能障碍;C:限制性通气功能障碍;D:混合性通气功能障碍 A: healthy infant; B: obstructive ventilation dysfunction; C: restrictive ventilation dysfunction; D: mixed ventilation dysfunction

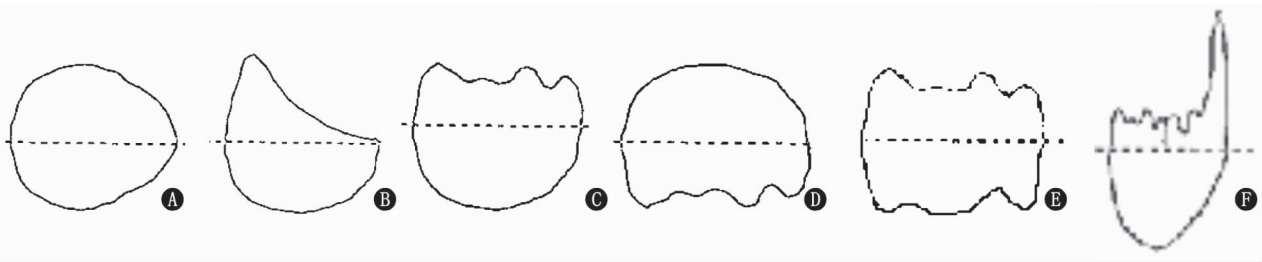
图 1 潮气呼吸流量-容积曲线的典型图形

Figure 1 The typical graph of tidal breathing flow volume curve

8 适应证和禁忌证

8.1 适应证

主要用于协助呼吸系统疾病的诊断与鉴别诊断;病情严重程度评估,治疗效果评价,病情监测及预后;术前、术后评价等。(1)支气管哮喘、喘息性支气管炎、毛细支气管炎等呼吸道阻塞性疾病的诊断和鉴别诊断以及病情评估;(2)上呼吸道阻塞性疾病,如先天性呼吸道畸形、后天性呼吸道疾病、支气管异物、声带疾病、喉软骨发育不良等筛查和辅助诊断;(3)闭塞性细支气管炎、间质性肺病的病情评估及干预效果的评价;(4)肺功能发育的评估;(5)婴幼儿胸腹疾病外科手术前后的肺功能评价。



注:A:正常;B:小呼吸道阻塞;C:胸内上呼吸道阻塞;D:胸外上呼吸道阻塞;E:固定性大呼吸道阻塞;F:呼吸道分泌物/打鼾 A: normal; B: small airway obstruction; C: intrathoracic obstruction; D: extrathoracic obstruction; E: fixed large airway obstruction; F: grunting secretions/snoring

图 2 几种特殊类型的潮气呼吸流量-容积曲线图

Figure 2 Several special types of tidal breathing flow volume curve

8.2 禁忌证 潮气呼吸肺功能测定在患儿平静潮气呼吸状态下进行,通常需要患儿服用镇静药物,临床上常使用水合氯醛,其安全性很高。除此之外,对患儿无太多要求。因此,除危重患儿、呼吸系统疾病血氧饱和度低于 92% 需要氧疗的患儿及传染病患儿不建议进行外,无特别禁忌。

9 结语与展望

潮气呼吸肺功能检测技术由于在自然呼吸状态下进行,与传统用力肺功能比较,仍有其局限性,所反映的是患儿在疾病状态下其呼吸力学改变或代偿后的特征,一些参数改变并非能完全或准确地反映疾病状况,因此,必须结合患儿个体情况及临床特点,对患儿病情进行综合评估,不能仅凭借肺功能检测结果。无论如何,近年我国婴幼儿喘息及各种先天/少见呼吸疾病患病明显增多,临床上对婴幼儿肺功能检测技术的需求不断增加,而潮气呼吸肺功能是婴幼儿肺功能最基本的检测技术,一些较为复杂的肺功能检测技术,如快速挤压肺功能、婴幼儿体描仪均建立于其上。这些不同技术常可同时进行,相互补充,为临床医师提供更多患儿呼吸系统疾病生理改变的信息。

参与本指南制订专家:刘传合(首都儿科研究所附属儿童医院哮喘防治中心);万莉雅(天津市儿童医院呼吸内科);张皓(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心呼吸内科);向莉(首都医科大学附属北京儿童医院过敏反应科);郝创利(苏州大学附属儿童医院呼吸科);李硕(首都儿科研究所附属儿童医院肺功能室);杨哲(首都儿科研究所附属儿童医院哮喘防治中心);许巍(首都医科大学附属北京儿童医院过敏反应科);黄剑峰(复旦大学附属儿科医院呼吸科);郭宇芬(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心呼吸内科);刘莎(重庆医科大学附属儿童医院呼吸科);鲍一笑(上海交通大学医学院附属新华医院儿内科);申昆玲(首都医科大学附属北京儿童医院呼吸科);洪建国(上海交通大学附属第一人民医院儿内科);陈育智(首都儿科研究所附属儿童医院哮喘防治中心);郑劲平(广州医科大学附属第一医院广州呼吸疾病研究所、国家呼吸疾病临床医学研究中心、呼吸疾病国家重点实验室)

参与本指南审定专家:任立歆(天津市儿童医院);龙珍(湖北省妇幼保健院);刘丽(吉林大学第一医院);刘建梅(江西省儿童医院);饶小春(首都医科大学附属北京儿童医院呼吸科);苑修太(济宁市第一人民医院);李金英(河北省儿童医院);张艳丽(郑州大学第三附属医院);计明红(安徽省立医院);王艳丽(武汉市儿童医院);刘静(广西医科大学第一附属医院);代富力(洛阳市妇女儿童医疗保健中心);宋瑜欣(哈尔滨市儿童医院)

参考文献

[1] 刘玺诚,江载芳,袁晓霞,等 新生儿的肺功能测定[J] 中华医学杂志,1995,75(8):489-493.

Liu XC, Jiang ZF, Yuan XX, et al. Respiratory function tests of newborn [J]. Natl Med J Chin, 1995, 75(8): 489-493.

[2] 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. DOI: 10. 3969/j. issn. 1003-515X. 1999. 01. 006.

Wu JC, Fan XM, Liu XC, et al. The shape and significance of TFV loops in healthy infants [J]. J Appl Clin Pediatr, 1999, 14(1): 11-12. DOI: 10. 3969/j. issn. 1003-515X. 1999. 01. 006.

[3] Bates JH, Schmalisch G, Filbrun D, et al. Tidal breath analysis for infant pulmonary function testing. ERS/ATS Task Force on Standards for Infant Respiratory Function Testing. European Respiratory Society/American Thoracic Society [J]. Eur Respir J, 2000, 16(6): 1180-1192.

[4] 郑劲平. 肺功能学-基础与临床[M]. 广州: 广东科技出版社, 2007: 487-511.

Zheng JP. Textbook of pulmonary function testing [M]. Guangzhou: Guangdong science and technology press, 2007: 487-511.

[5] 陈新谦, 金有豫, 汤光. 新编药理学[M]. 17 版. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 231.

Chen XQ, Jin YY, Tang G. New materia medica [M]. 17th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2011: 231.

[6] 张泮生. 下呼吸道解剖生理特点[M]//郭迪, 李助莹. 基础儿科学. 北京: 人民卫生出版社, 1988: 178176-178180.

Zhang PS. Anatomical physiology characteristics of lower respiratory tract [M]//Guo D, Li ZX. Basic pediatrics. Beijing: People's Medical Publishing House, 1988: 178176-178180.

[7] Manczur T, Greenough A, Hooper R, et al. Tidal breathing parameters in young children: comparison of measurement by respiratory inductance plethysmography to a facemask pneumotachograph system [J]. Pediatr Pulmonol, 1999, 28(6): 436-441.

[8] Banovcin P, Seidenberg J, Von Der Hardt H. Assessment of tidal breathing patterns for monitoring of bronchial obstruction in infants [J]. Pediatr Res, 1995, 38(2): 218-220. DOI: 10. 1203/00006450-199508000-00014.

[9] Beydon N, Davis SD, Lombardi E, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: pulmonary function testing in preschool children [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2007, 175(12): 1304-1345. DOI: 10. 1164/rccm. 200605-642ST.

[10] 邓力, 叶启慈, 江文辉, 等. 广州地区 1~12 月龄健康婴儿肺功能的测定结果[J]. 中华儿科杂志, 2000, 38(12): 762-765.

Deng L, Ye QC, Jiang WH, et al. Pulmonary function of normal infants between 1-12 months in Guangzhou area [J]. Chin J Pediatr, 2000, 38(12): 762-765.

[11] 何春卉, 邓力, 黄旭强, 等. 广州地区 1~3 岁健康幼儿肺功能测定结果的探讨[J]. 中国循证儿科杂志, 2007, 2(1): 21-26.

He CH, Deng L, Huang XQ, et al. Pulmonary function of normal toddlers from 1 to 3 years old in Guangzhou area [J]. Chin J Evid Based Pediatr, 2007, 2(1): 21-26.

[12] Abramson AL, Goldstein MN, Stenzler A, et al. The use of the tidal breathing flow volume loop in laryngotracheal disease of neonates and infants [J]. Laryngoscope, 1982, 92(8 Pt 1): 922-926.

[13] 邓力. 婴幼儿肺功能检查[M]//郑劲平. 肺功能学-基础与临床. 广州: 广东科技出版社, 2007: 338.

Deng L. Pulmonary function testing of infant [M]// Zheng JP. Textbook of pulmonary function testing. Guangzhou: Guangdong science and technology press 2007 338.

- [14] 李硕,刘传合. 婴幼儿肺功能测定[M]//周怡,赖利芬,李硕. 肺呼吸功能检查(实例解析). 北京:人民卫生出版社,2015:242-262. Li S, Liu CH. Pulmonary function testing of infant[M]//Zhou Y, Lai LF, Li S. Pulmonary respiratory function testing (case analysis). Beijing: People's Medical Publishing House, 2015:242-262.
- [15] 张皓,肖现民,郑珊,等. 1002 例 4 岁以下小儿潮气呼吸流速-容量环正常值的研究[J]. 临床儿科杂志, 2006, 24(6):486-488. DOI: 10. 3969/j. issn. 1000-3606. 2006. 06. 021. Zhang H, Xiao XM, Zheng S, et al. Study on the reference values of tidal flow-volume loop in 1002 normal Chinese children under 4 years old[J]. J Clin Pediatr, 2006, 24(6):486-488. DOI: 10. 3969/j. issn. 1000-3606. 2006. 06. 021.
- [16] Schmalisch G, Wilitzki S, Wauer RR. Differences in tidal breathing between infants with chronic lung diseases and healthy controls[J]. BMC Pediatr, 2005, 5:36. DOI: 10. 1186/1471-2431-5-36.
- [17] Fuchs O, Latzin P, Thamrin C, et al. Normative data for lung function and exhaled nitric oxide in unsedated healthy infants[J]. Eur Respir J, 2011, 37(5):1208-1216. DOI: 10. 1183/09031936. 00125510.
- [18] Nguyen TT, Hoo AF, Lum S, et al. New reference equations to improve interpretation of infant lung function [J]. Pediatr Pulmonol, 2013, 48(4):370-380. DOI: 10. 1002/ppul. 22656.
- [19] 张皓, 鄢宇芬, 黄剑峰, 等. 儿童肺功能检测及评估专家共识[J]. 临床儿科杂志, 2014, 32(2):104-114. DOI: 10. 3969/j. issn. 1000-3606. 2014. 02. 002. Zhang H, Wu YF, Huang JF, et al. Expert consensus of pulmonary function testing and evaluation in children [J]. J Clin Pediatr, 2014, 32(2):104-114. DOI: 10. 3969/j. issn. 1000-3606. 2014. 02. 002.
- [20] 龙珍, 周晓勤, 皮桂秀, 等. 潮气呼吸肺功能在婴幼儿哮喘诊断中的临床价值[J]. 华中医学杂志, 2004, 28(3):167, 169. Long Z, Zhou XQ, Pi GX, et al. Clinical value of tidal breathing lung function in diagnosis of infants asthma [J]. Centr Chin Med J, 2004, 28(3):167, 169.
- [21] 向莉, 饶小春, 焦安夏, 等. 婴幼儿支气管哮喘和闭塞性细支气管炎患儿肺功能比较[J]. 临床儿科杂志, 2012, 30(2):120-123. DOI: 10. 3969/j. issn. 1000-3606. 2012. 02. 006. Xiang L, Rao XC, Jiao AX, et al. Comparison of pulmonary function between bronchial asthma and bronchiolitis obliterans in infants [J]. J Clin Pediatr, 2012, 30(2):120-123. DOI: 10. 3969/j. issn. 1000-3606. 2012. 02. 006.
- [22] 李硕, 刘传合, 宋欣, 等. 喘息患儿潮气呼吸肺功能改变的特征[J]. 临床儿科杂志, 2006, 24(6):483-485, 511. DOI: 10. 3969/j. issn. 1000-3606. 2006. 06. 020. Li S, Liu CG, Song X, et al. Dynamic changing characteristics of tidal flow-volume (TFV) in different wheezing infants [J]. J Clin Pediatr, 2006, 24(6):483-485, 511. DOI: 10. 3969/j. issn. 1000-3606. 2006. 06. 020.
- [23] 张琴, 袁艳, 万莉雅. 婴幼儿支气管肺炎潮气呼吸肺功能检测的特点[J]. 天津医药, 2007, 35(6):471-472. DOI: 10. 3969/j. issn. 0253-9896. 2007. 06. 036. Zhang Q, Yuan Y, Wan LY. Characteristics of tidal breathing lung function testing of bronchopneumonia in infant [J]. Tianjin Med J, 2007, 35(6):471-472. DOI: 10. 3969/j. issn. 0253-9896. 2007. 06. 036.
- [24] 吴冀川, 樊寻梅, 刘玺诚. 伴喘鸣的婴儿肺炎其 TFV 环变化及临床意义[J]. 小儿急救医学, 1999, 6(1):17-19. Wu JC, Fan XM, Liu XC. The clinical significance of TFV loops in infants with wheezing pneumonia [J]. Pediatr Emerg Med, 1999, 6(1):17-19.
- [25] 崔振泽, 吕瑞, 黄燕, 等. 婴幼儿气管支气管异物误诊分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2003, 5(6):560-561. DOI: 10. 3969/j. issn. 1008-8830. 2003. 06. 022. Cui ZZ, Lyu R, Huang Y, et al. Misdiagnosis of bronchial foreign bodies in infants [J]. Chin J Contemp Pediatr, 2003, 5(6):560-561. DOI: 10. 3969/j. issn. 1008-8830. 2003. 06. 022.

(收稿日期:2016-08-27)

(本文编辑:李建华)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《中华实用儿科临床杂志》对来稿中统计学处理的有关要求

1. 统计研究设计:应交代统计研究设计的名称和主要做法。如调查设计(分为前瞻性、回顾性或横断面调查研究);实验设计(应交代具体的设计类型,如自身配对设计、成组设计、交叉设计、析因设计、正交设计等);临床试验设计(应交代属于第几期临床试验,采用了何种盲法措施等)。主要做法应围绕 4 个基本原则(随机、对照、重复、均衡)概要说明,尤其要交代如何控制重要非试验因素的干扰和影响。

2. 资料的表达与描述:用 $\bar{x} \pm s$ 表达近似服从正态分布的定量资料,用 $M(Q_R)$ 表达呈偏态分布的定量资料;用统计表时,要合理安排纵横标目,并将数据的含义表达清楚;用相对数时,分母不宜小于 20,要注意区分百分率与百分比。

3. 统计分析方法的选择:对于定量资料,应根据所采用的设计类型、资料所具备的条件和分析目的,选用合适的统计分析方法,不应盲目套用 t 检验和单因素方差分析;对于定性资料,应根据所采用的设计类型、定性变量的性质和频数所具备的条

件以及分析目的,选用合适的统计分析方法,不应盲目套用 χ^2 检验。对于回归分析,应结合专业知识和散布图,选用合适的回归类型,不应盲目套用简单直线回归分析,对具有重复实验数据的回归分析资料,不应简单化处理;对于多因素、多指标资料,要在一元分析的基础上,尽可能运用多元统计分析方法,以便对因素之间的交互作用和多指标之间的内在联系进行全面、合理的解释和评价。

4. 统计结果的解释和表达:当 $P < 0.05$ ($P < 0.01$) 时,应说明对比组之间的差异有统计学意义,而不应说对比组之间具有显著性(或非常显著性)的差别;应写明所用统计分析方法的具体名称(如:成组设计资料的 t 检验、两因素析因设计资料的方差分析、多个均数之间两两比较的 q 检验等),统计量的具体值(如 $t = 6.15$, $\chi^2 = 7.48$, $F = 8.56$ 等)应尽可能给出具体的 P 值(如 $P = 0.011$);当涉及到总体参数(如总体均数、总体率等)时,在给出显著性检验结果的同时,再给出 95% 可信区间。