·科研论著·

南京市学龄前儿童吸气肌相关指标预计值研究

何彦璐，杨志勇，陈玮锭，池霞，童梅玲

南京医科大学附属妇产医院（南京市妇幼保健院）儿童保健科，江苏 南京 210004

摘　要：目的　建立南京市学龄前儿童吸气肌的预计值，为评价儿童肺功能及运动能力提供一项参考指标。**方法**　采取分层整群抽样的方法，在南京市主城区抽取 236 名学龄前儿童，采用 Breathe-link 呼吸功能评估系统进行吸气肌评估，获得最大口腔吸气压（MIP）及吸气峰流速。采用 Pearson 相关分析 MIP、吸气峰流速与性别、年龄、身高、体重的相关性。采用多元逐步线性回归法获得 MIP、吸气峰流速的预计值公式。**结果**　MIP、吸气峰流速的测量值在男、女童之间，差异无统计学意义（$P>0.05$）；但在不同年龄组之间，差异具有统计学意义，且随年龄增长呈递增趋势（$F_{MIP}=13.660$，$P<0.001$，$F_{吸气峰流速}=33.581$，$P<0.001$）。MIP、吸气峰流速与儿童年龄、身高、体重呈正相关（$P<0.001$）。分别以 MIP、吸气峰流速作为因变量，以年龄、身高、体重为自变量，进行多元逐步线性回归分析。结果表明，回归模型具有显著的统计学意义（$F=12.913$、22.398，$P<0.001$）。回归模型显示，身高是 MIP 的最佳预测变量，年龄是吸气峰流速的最佳预测变量。**结论**　本研究为国内首个学龄前儿童吸气肌预计值的研究，生成的预计值公式可为临床吸气肌评估提供参考。

关键词：　吸气肌；最大口腔吸气压；吸气峰流速；学龄前儿童

中图分类号：R179　**文献标识码：**A　**文章编号：**1008-6579(2024)05-0507-04　doi:10.11852/zgetbjzz2023-0787

Reference values for inspiratory muscle related indexes of preschool children in Nanjing

HE Yanlu, YANG Zhiyong, CHEN Weiding, CHI Xia, TONG Meiling

Department of Child Health Care, Women's Hospital of Nanjing Medical University (Nanjing Women and Children's Healthcare Hospital), Nanjing, Jiangsu 210004, China

Corresponding author: TONG Meiling, E-mail: meilingtong111@126.com

Abstract:　**Objective**　To generate reference values for inspiratory muscle of preschool children in Nanjing, so as to provide a reference index for evaluating children's lung function and exercise performance.　**Methods**　A total of 236 preschool children were selected from the main urban area of Nanjing by stratified cluster sampling. The inspiratory muscles were evaluated by breath link respiratory function evaluation system to obtain the maximum inspiratory pressure (MIP) and inspiratory peak flow rate. Pearson analysis was used to determine the correlation of MIP and inspiratory peak flow rate with gender, age, height and weight. Multiple linear stepwise regression analysis was used to obtain the formula of MIP and inspiratory peak flow rate.　**Results**　Differences in MIP and peak inspiratory flow rate were not significant between boys and girls ($P>0.05$), but were statistically significant among different age groups and showed an increasing trend with age ($F=13.660$, 33.581, $P<0.001$). MIP and peak inspiratory flow rate were positively correlated with children's age, height and weight ($P<0.001$). The regression model, proved to be statistically significant ($F=12.913$、22.398, $P<0.08$), indicated that height was the best predictor of MIP and age was the best predictor of inspiratory peak flow rate.　**Conclusions**　This study is the first study on the predicted value of inspiratory muscle in preschool children in China. The predicted value formula can provide a reference for clinical inspiratory muscle evaluation.

Keywords:　inspiratory muscle; maximum inspiratory pressure; inspiratory peak flow rate; preschool children

呼吸是维持人体正常生命体征的一项基础生理活动。呼吸肌的功能对肺功能的好坏至关重要。在儿童肺功能检测中，呼吸肌功能检查是一项重要测试。不管是平静呼吸还是用力呼吸，吸气都是主动用力的过程，吸气肌的强弱直接关系到心肺功能的水平和活动参与的持久度，且与各种健康疾病之间密切相关[1]。膈肌作为主要的吸气肌，在最大努力吸气时对肺容量改变的贡献占 60%～80%。在维持正常通气和肺功能方面起重要作用。若因各种原因引起吸气肌收缩力不足，不能产生维持一定的肺

基金项目：江苏省妇幼健康科研项目（F201902）

作者简介：何彦璐（1987-），女，副主任技师，硕士学位，主要研究方向为儿童运动和康复。

通信作者：童梅玲，E-mail：meilingtong111@126.com

泡通气量所需要的胸腔压力，会引起肺功能的下降，使人体在活动时极易发生疲劳和呼吸困难[2]。吸气肌评估是通过测量最大静态吸气压力来反映吸气肌的强弱，基本可反映全部吸气肌的功能，是一种快速无创，操作便捷的测试方法。在国内外，已广泛应用于成人的心肺康复及运动员体能评估、训练[3-6]。近年来，也有国外研究团队开始探索在儿童中的应用[7]。然而国内目前尚缺乏 6 岁以下儿童本土化的的适宜检测方法及正常参考值来进行结果判断。已有研究显示，Breathe-link 呼吸功能评估系统在成人中可以动态地反映吸气功能的变化，操作简单，临床适用性较好[8]。本研究团队首次在学龄前儿童领域引进此评估系统，旨在评估学龄前儿童吸气肌功能并建立正常预计值公式，为评价儿童肺功能及运动能力提供一项参考指标。

1 对象和方法

1.1 对象 本研究采取分层整群抽样的方法，于 2020 年 11 月—2021 年 1 月在南京市主城区随机抽取 3 个城区，并在各城区中随机抽取 1 所幼儿园，每所幼儿园选取小、中、大班各一个，抽取班级序号相同，年龄层覆盖[3.0，4.0）岁组、[4.0，5.0）岁组、[5.0，6.0]岁组，共抽取 236 名儿童，其中有 5 名因胆小拘谨未能完成评估，最终完成者 231 名，其中 3 岁组 71 名（男 33 名，女 38 名），4 岁组 80 名（男 45 名，女 35 名），5 岁组 80 名（男 43 名，女 47 名）。研究对象纳入标准：认知正常，无严重情绪行为问题，可按指导语完成评估者。排除标准：既往有自发性气胸病史，由于创伤性外伤尚未完全愈合造成的气胸，尚未完全愈合的耳膜破裂或耳膜的其他任何病况，哮喘患者中的不稳定型哮喘儿童。研究开始前，课题组在幼儿园的配合下，组织召开家长会，详细向家长告知测试的目的和内容，在获得家长知情同意后入园测试。本研究经南京市妇幼保健院医学伦理委员会审批（宁妇伦字[2019]YL-012 号）。

1.2 方法 采用 Breathe-link 呼吸功能评估系统进行吸气肌评估。评估者打开 Breathe-link 软件，输入儿童姓名、出生日期、性别、身高、体重。儿童舒适立位，评估者指导儿童将一次性呼吸滤嘴完全含入口中，缓慢呼尽气体后快速吸气，获得最大口腔吸气压（maximum inspiratory pressure，MIP）及吸气峰流速。

1.3 质量控制 1）所有评估者皆为工作 5 年以上儿童康复治疗师，具有丰富的儿童评估经验。2）评估者经规范化培训，统一操作步骤及方法。3）设立一名质控专员，对评估工具及现场评估过程进行质控。4）使用 EpiData 软件进行双遍录入，保证数据的准确性及有效性。

1.4 统计学方法 采用 EpiData 3.0 建立数据库，经检查无误后，运用 SPSS 25.0 统计软件进行统计分析。计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 差描述，组间比较采用 t 检验或方差分析。采用 Pearson 相关来评价 MIP、吸气峰流速与性别、年龄、身高、体重的相关性。采用逐步多元回归法获得 MIP、吸气峰流速的预计值公式，$P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结 果

2.1 学龄前儿童吸气肌指标评估结果 男、女童，各年龄段的身高、体重、MIP、吸气峰流速的评估结果见表 1。

表 1 学龄前儿童吸气肌指标结果（$\bar{x}\pm s$）

Tab. 1 Results of inspiratory muscle related indexes of preschool children（$\bar{x}\pm s$）

性别	年龄（岁）	样本量	身高（cm）	体重（kg）	MIP（cmH_2O）	吸气峰流速（L/s）
男	3～	33	102.12±3.97	17.09±2.79	26.84±11.30	1.07±0.27
	4～	45	108.24±4.56	18.87±2.78	36.90±16.74	1.33±0.40
	5～6	43	114.49±4.89	21.05±3.64	45.58±15.98	1.67±0.44
女	3～	38	100.11±3.80	15.95±2.46	32.71±12.60	1.09±0.27
	4～	35	107.31±4.10	18.17±2.68	34.49±14.87	1.34±0.36
	5～6	37	114.84±4.39	20.51±2.19	39.10±14.95	1.51±0.49

2.2 吸气肌指标的性别特征 MIP、吸气峰流速的测量值在男、女童之间，差异无统计学意义（$P>0.05$）。见表 2。

2.3 吸气肌指标的年龄特征 MIP、吸气峰流速的测量值随年龄增大而增高。见图 1、图 2。且在不同年龄组之间，差异具有统计学意义（$F_{MIP}=13.660$，$P<0.001$，$F_{吸气峰流速}=33.581$，$P<0.001$）。

2.4 吸气肌指标与儿童年龄、身高、体重的相关性 Pearson 相关分析显示：MIP、吸气峰流速与儿童年龄、身高、体重呈正相关（$P<0.001$）。见表 3。

2.5 吸气肌指标正常预计值公式 分别以 MIP、吸气峰流速作为因变量，以年龄、身高、体重为自变量，

表 2　男、女童吸气肌指标结果比较($\bar{x}\pm s$)

Tab. 2　Comparison of inspiratory muscle related indexes between boys and girls($\bar{x}\pm s$)

吸气肌指标	性别	样本量	结果	t 值	P 值
MIP(cmH_2O)	男	121	37.24±16.76	0.882	0.379
	女	110	35.42±14.29		
吸气峰流速(L/s)	男	121	1.38±0.45	1.276	0.203
	女	110	1.30±0.42		

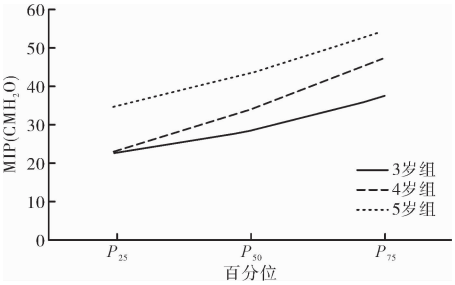


图 1　学龄前儿童 MIP 的年龄特征

Fig. 1　Age characteristics of MIP in preschool children

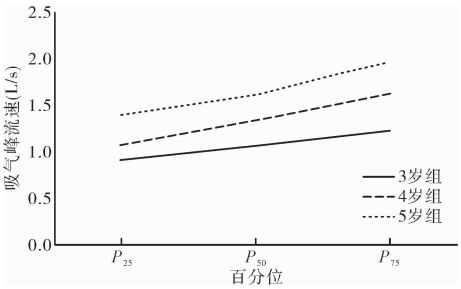


图 2　学龄前儿童吸气峰流速的年龄特征

Fig. 2　Age characteristics of inspiratory peak flow rate in preschool children

表 3　吸气肌指标与儿童年龄、身高、体重的相关关系(r)

Tab. 3　Correlation between inspiratory muscle related indexes and children's age, height and weight(r)

项目	年龄	身高	体重
MIP	0.327*	0.378*	0.267*
吸气峰流速	0.447*	0.386*	0.248*

注：* $P<0.001$。

进行逐步多元回归分析($P<0.05$)。所得回归方程为：MIP＝－51.093＋0.794×身高，吸气峰流速＝0.240×年龄。回归模型具有统计学意义($F=12.913$、22.398，$P<0.001$)。结果显示身高是 MIP 的最佳预测变量，年龄是吸气峰流速的最佳预测变量。

3　讨　论

3.1　儿童吸气肌评估的临床意义　呼吸肌功能对于儿童肺功能至关重要，直接影响到儿童的生存状态和生活质量[9]。在整个呼吸过程中，吸气是主动用力的过程，吸气肌是肺通气的原动力，为呼气提供驱动力和气体容量。当吸气肌无力时，将从三个方面影响儿童肺功能，首先肺通气功能下降，呼吸效率下降。其次使呼气的驱动力降低，从而影响平静呼吸。第三，当运动或进行稍大强度的日常活动时，呼吸肌血流量占心输出量较正常人明显增加，导致相应运动系统骨骼肌血流量减少，产生“窃流现象”，从而运动耐力下降。MIP 和吸气峰流速是评价吸气肌功能的非创伤性重要指标，可分别反映吸气肌肌力和吸气肌快速收缩、克服阻力的能力，也可作为训练后的效果评价。儿童正处于肺功能发育期，也是呼吸系统疾病高发期，早期感染会影响肺的正常发育，导致成年后肺功能下降[10]。英国一项时间跨度长达 80 年的全国性新生儿队列研究发现，与没有感染的儿童相比，儿童早期(＜2 岁)的下呼吸道感染，成年后因呼吸道疾病过早死亡的可能性增加 93%。如果二者之间存在是因果关系，那么成年后(26～73 岁)20.4%的呼吸道相关死亡是儿童早期下呼吸道感染引起的[11]。因此，儿童早期肺部感染的长期影响不容小觑，呼吸功能的监测十分重要。吸气肌评估可为评价儿童呼吸功能水平、监测呼吸功能发育、评估呼吸系统疾病的病情、治疗反应和预后判断提供参考和依据。也为儿童运动能力的评估提供一项参考指标。

3.2　学龄前儿童吸气肌功能发育特点　本次研究结果显示，学龄前儿童随年龄增长，MIP、吸气峰流速呈逐渐递增趋势，表明儿童吸气肌肌力逐渐增加，快速启动能力逐渐增强，与儿童的生长发育规律一致。不同性别之间差异无统计学意义。《儿童肺功能检测及评估专家共识》中指出，儿童肺功能的大部分参数，小年龄儿童的性别差异小[9]。此次吸气肌的研究结果与专家共识较一致。此外，《儿童肺功能系列指南》中指出，儿童呼吸功能的发育与身高、年龄、性别密切相关，尤其是身高[12]。本次研究显示 MIP、吸气峰流速与儿童年龄、身高、体重呈正相关，与指南一致。

本研究在国内首次将吸气肌评估应用于学龄前儿童，与国外的研究存在一些差异。巴西的研究显示，4～12 岁儿童，男童的 MIP 高于女童，但差异无统计学意义。MIP 随年龄增长而增加，学龄前儿童明显低于其他年龄组。MIP 与年龄、身高、体重呈显著正相关($r=0.70\sim0.75$)，与本研究一致，但其相关系数高于本研究($r=0.267\sim0.378$)，可能受儿童年龄段、使用的仪器不同，种族差异等影响[13]。韩国

8～12 岁健康儿童 MIP 为(48.46±18.1)cmH_2O[14]，高于本研究学龄前儿童的数值，符合儿童吸气肌发育增龄性变化规律。

此外，正常预计值的选取对于检查的临床运用至关重要。不同仪器、不同人群、不同地区、不同年龄的预计值也会有差异，不同预计值的选择会直接影响到结果的判断。因此，国外儿童的吸气肌预计值不适合直接在国内应用[13-14]。进行学龄前儿童吸气肌功能评价时，只有与本地区的正常预计值比较，才能得出可靠的结果。本研究抽取南京市 231 名学龄前儿童，进行 MIP 及吸气峰流速测定，并采用多元回归分析，计算预计值公式。结果表明身高为 MIP 公式的主要变量，年龄为吸气峰流速公式的主要变量。

3.3 吸气肌评估在儿童健康管理中的临床运用

儿童呼吸肌功能不仅与其健康水平和运动技能相关，在儿童保健及临床慢性疾病的长期管理中发现，还与多种疾病如早产儿支气管肺发育不良、脑瘫[15]、发育性协调障碍[16]等都密切相关。随着围生医学和新生儿危重症救治水平的提升，越来越多的早产儿得以存活，但与此同时，早产儿特有且最常见的慢性呼吸系统疾病——支气管肺发育不良逐年增多，也成为其婴幼儿期、学龄前期乃至学龄期、青春期呼吸道感染或喘息的重要危险因素，其肺功能异常可持续到成年期，严重影响患儿及其家庭的生活质量[17]。因此，迫切需要对这类早产儿进行呼吸功能的随访和监测，必要时进行呼吸训练，以提高其生命、生活质量。

近年来，肺康复在儿童呼吸相关疾病中逐渐受到重视。肺康复是一项综合的干预措施，内容包括运动训练、行为改变、自我管理等，旨在对患儿科学评估后，实施个性化康复治疗，从而改善身心状况，促进健康行为长期坚持。其中吸气肌训练被认为是改善患者肺功能和生活质量的一种有效训练方式，已应用在哮喘儿童管理中[18-20]。此外，吸气肌特别是膈肌是核心肌群重要的组成部分，对呼吸功能、躯干稳定起着十分重要的作用。通过吸气肌训练，可提升 6～12 岁脑瘫儿童膈肌力量，增强躯干控制和日常生活能力[15]。在既往干预研究中，主要将吸气肌参数作为观察指标之一，通过治疗，观察指标的变化。本研究的贡献在于获得健康儿童的吸气肌参数及预计值公式，为临床吸气肌评估提供参考。

综上所述，吸气肌评估操作便捷，可作为儿童肺功能检查指标之一，临床应用范围广泛。未来，可将个体化的吸气肌评估结果作为依据，开展针对性的吸气肌训练，探索对不同年龄、不同健康状况的人群，最适合的干预方案。

参考文献

[1] Bhammar DM, Jones HN, Lang JE. Inspiratory muscle rehabilitation training in pediatrics: What is the evidence? [J]. Can Respir J, 2022, 2022: 5680311.

[2] 曹海燕. 重复经颅磁刺激联合吸气肌训练对脑卒中患者肺功能康复的影响[D]. 苏州：苏州大学，2021：3-13.
Cao HY. Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with inspiratory muscle training on rehabilitation of pulmonary function in patients with stroke [D]. Suzhou: Soochow University, 2021: 3-13. (in Chinese)

[3] 吴雨晨，丁楠楠，姜变通，等. 阈值负荷吸气肌训练对呼吸肌功能影响的 Meta 分析[J]. 中国康复理论与实践，2019，25(10)：1150-1162.
Wu YC, Ding NN, Jiang BT, et al. Effect of threshold inspiratory muscle training on respiratory muscle function: A Meta-analysis[J]. Chin J Rehabil Theory Pract, 2019, 25(10): 1150-1161. (in Chinese)

[4] 孙月，田妍卉，林碧莹，等. 使用 POWER-breathe 进行吸气肌训练对 PCI 术后患者心肺功能的影响[J]. 中国老年保健医学，2021，19(3)：21-23.
Sun Y, Tian YH, Lin BY, et al. Effect of POWER-breathe muscle training on cardiopulmonary function in patients after PCI[J]. Chin J Geriatric Care, 2021, 19(3): 21-23. (in Chinese)

[5] 朱政，付常喜，马文超. 吸气肌训练改善肥胖大学生吸气肌力量和运动能力效果分析[J]. 中国学校卫生，2021，42(6)：838-841.
Zhu Z, Fu CX, Ma WC. Inspiratory muscle training improves inspiratory muscle strength and exercise performance in obese college students[J]. Chin J Sch Health, 2021, 42(6): 838-841. (in Chinese)

[6] Areias G, Luan RS, Teixeira DS, et al. Concurrent validity of the static and dynamic measures of inspiratory muscle strength: Comparison between maximal inspiratory pressure and s-index [J]. Braz J Cardiovasc Surg, 2020, 35(4): 459-464.

[7] Verma R, Chiang J, Qian H, et al. Maximal static respiratory and sniff pressures in healthy children. A systematic review and meta-analysis[J]. Ann Am Thorac Soc, 2019, 16(4): 478-487.

[8] 冯慧，付娟娟，开绍江，等. Breath-link 呼吸功能评估在老年卒中人吸气肌功能评价中的应用研究[J]. 实用老年医学，2019，33(5)：433-436.
Feng H, Fu JJ, Kai SJ, et al. Study of Breath-link respiratory function assessment on inspiratory muscle function in the elderly patients with stroke[J]. Pract Geriatr, 2019, 33(5): 433-436. (in Chinese)

[9] 张皓，邬宇芬，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.
Zhang H, Wu YF, Huang JF, et al. Expert consensus on

(下转第 526 页)

673. (in Chinese)

[31] 李葵南,牛玉硕,孙孟珂,等. 儿童道路交通安全现况及干预措施研究进展[J]. 中国学校卫生, 2021, 42(6):7.
Li KN, Niu YS, Sun MK, et al. Current situation and advances in road transportation safety among children[J]. Chin J School Health, 2021, 42(6):7. (in Chinese)

[32] 余凌云,黄琳. 论儿童安全座椅"叫好不叫座"的法治困局及其应对思路[J]. 四川大学学报(哲学社会科学版), 2020, No. 229(4):113-122.
Yu LY, Huang L. The legal dilemma of child safety seats and its countermeasures[J]. J Sichuan University(Philosophy and Social Science Edition), 2020, 229(4):113-122. (in Chinese)

[33] 徐丽,王一然,李巍涛. 我国儿童安全座椅使用困境立法分析及对策建议[J]. 道路交通管理, 2023(7):46-49.
Xu L, Wang YR, Li WT. Legislative analysis and countermeasures on the use of child safety seats in China[J]. J Road Traffic Management, 2023(7):46-49. (in Chinese)

[34] Janmohammed A, Attwood P, Mtambeka P, et al. The need for stronger child restraint laws[J]. S Afr Med J, 2019, 109(8):12672.

[35] 文静,曹佳彦,杨丽君,等. 我国儿童安全座椅发展现状及标准法规分析[J]. 标准科学, 2021, 561(2):66-69.
Wen J, Cao JY, Yang LJ, et al. An analysis on the development status and standards for child safety seats in China[J]. Standard Science, 2021, 561(2):66-69. (in Chinese)

[36] 蒋运诚,于浩,骆子行,等. 浅析儿童安全座椅的质量控制[J]. 轻工标准与质量, 2022, 183(3):49-51.
Jiang YC, Yu H, Luo ZX, et al. Analysis on the quality control of child safety seats[J]. Standard &Quality of Light Industry, 2022, 183(3):49-51. (in Chinese)

[37] Almodovar HL, Thorson CM, Cardy CR. Standardizing child passenger safety screening in the emergency department: A quality improvement study[J]. J Trauma Nurs, 2023, 30(3):177-185.

[38] Sun YR, Liu T, Ran N, et al. Assessment of the effectiveness of parent-targeted interventions for the use of child restraint systems: A systematic review and meta-analysis[J]. Transl Pediatr, 2022, 11(12):1939-1948.

[39] Glerum KM, Zonfrillo MR, Fleisher L, et al. Systematic review of child restraint system interventions (2007-2018)[J]. Traffic Inj Prev, 2019, 20(8):866-872.

[40] Sartin EB, Lombardi LR, Mirman JH. Systematic review of child passenger safety laws and their associations with child restraint system use, injuries and deaths[J]. Inj Prev, 2021, 27(6):577-581.

收稿日期:2023-07-14 **修回日期**:2023-09-15 **本文编辑**:杨媛媛

(上接第 510 页)

detection and assessment of lung function in children expert consensus on detection and assessment of lung function in children[J]. J Clin Pediatr, 2014, 32(2):104-114. (in Chinese)

[10] Decrue F, Gorlanova O, Usemann J, et al. Lung functional development and asthma trajectories[J]. Semin Immunopathol, 2020, 42(1):17-27.

[11] Allinson JP, Chaturvedi N, Wong A, et al. Early childhood lower respiratory tract infection and premature adult death from respiratory disease in Great Britain: A national birth cohort study[J]. Lancet, 2023, 401(10383):1183-1193.

[12] 中华医学会儿科学分会呼吸学组肺功能协作组. 儿童肺功能系列指南(一):概述[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2016, 31(9):653-658.
Pulmonary Function Collaboration Group, Respiratory Science Group, Pediatrics Society of Chinese Medical Association. Seriesguidelines on pulmonary function in children: Overview[J]. J Applied Clin Pediatr, 2016, 31(9):653-658. (in Chinese)

[13] Heinzmann-Filho JP, Vasconcellos Vidal PC, Jones MH, et al. Normal values for respiratory muscle strength in healthy preschoolers and school children[J]. Respir Med, 2012, 106(12):1639-1646.

[14] Choi WH, Shin MJ, Jang MH, et al. Maximal inspiratory pressure and maximal expiratory pressure in healthy Korean children[J]. Ann Rehabil Med, 2017, 41(2):299-305.

[15] 王景刚,负国俊,叶天航,等. 呼吸肌训练对脑瘫患儿运动功能的影响[J]. 中国康复, 2019, 36(7):423-426.
Wang JG, Fu GJ, Ye TH, et al. Effect of respiratory muscle training on motor function in children with cerebral palsy[J]. Chin J Rehabil, 2019, 36(7):423-426. (in Chinese)

[16] Martins R, Wamosy RMG, Cardoso J, et al. Evaluation of cardiopulmonary system outcomes in children with developmental coordination disorder: A systematic review[J]. Hum Mov Sci, 2021, 80:102888.

[17] 邵光花,李丽丽,刘冬云. 早产儿肺功能检查的临床应用研究进展[J]. 发育医学电子杂志, 2019, 7(1):64-69.
Shao GH, Li LL, Liu DY. Progress of clinical application of lung function test in premature infants[J]. J Dev Med (Electronic Version), 2019, 7(1):64-69. (in Chinese)

[18] 姜源,徐红贞,陈志敏. 儿童肺康复应用进展[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2022, 37(18):1434-1437.
Jiang Y, Xu HZ, Chen ZM. Application of pulmonary rehabilitation in children[J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2022, 37(18):1434-1437. (in Chinese)

[19] 李竹霞,舒畅. 肺康复治疗在儿童哮喘管理中的应用[J]. 国际儿科学杂志, 2019, 46(12):911-914.
Li ZX, Shu C. Pulmonary rehabilitation for children with asthma[J]. Int J Pediatr, 2019, 46(12):911-914. (in Chinese)

[20] 刘锐. 吸气肌训练在儿童支气管哮喘中的应用前瞻性队列研究[D]. 重庆:重庆医科大学, 2022:5-13.
Liu R. Application of inspiratory muscle training in children withbronchial asthma: A prospective cohort study[D]. Chongqing: Chongqing Medical University, 2022: 5-13. (in Chinese)

收稿日期:2023-08-04 **修回日期**:2023-12-06 **本文编辑**:杨媛媛