

脑瘫儿童呼吸功能特点及水疗的作用

郝文哲^{1,2}, 吴卫红^{1,2}

[摘要] 脑瘫儿童的呼吸运动与呼吸功能有别于正常儿童,表现为呼吸肌、呼吸辅助肌的协调性差、胸廓结构异常、通气及换气功能障碍、总顺应性降低、肌纤维类型的分布改变等,而且静态和动态肺功能值也均有改变,继而会影响到发音、运动耗氧等。水疗是一种有效增强呼吸功能的训练,其适宜的温度可降低呼吸肌张力,流体静压可给外感受器和本体感受器一个广泛的刺激,有利于促进协调呼吸和相关功能,例如进食和说话。

[关键词] 儿童;脑性瘫痪;呼吸;水疗;综述

Features of Respiratory Function of Children with Cerebral Palsy and Effects of Hydrotherapy (review) HAO Wen-zhe, WU Wei-hong. Capital Medical University School of Rehabilitation Medicine, Beijing Charity Hospital, China Rehabilitation Research Center, Beijing 100068, China

Abstract: Compared with normal children, the children with cerebral palsy are different in respiratory movement and respiratory function, showing a less concordant in respiratory muscles, abnormal thoracic cage, disturbance in ventilation and air exchange, decreased compliance, changed distribution in muscle fiber types, and so on. Dynamic and static lung volumes have also changed. Pronunciation and oxygen uptake are involved for the respiratory disturbance too. Hydrotherapy is an effective training in improving respiratory function, proper temperature can reduce respiratory muscular tension, hydrostatic pressure provides extensive stimulation of the exteroceptors and proprioceptors. This is expected to improve coordination, respiration, and related functions such as eating and speaking.

Key words: children; cerebral palsy; respiration; hydrotherapy; review

[中图分类号] R742.3 [文献标识码] A [文章编号] 1006-9771(2008)10-0948-03

[本文著录格式] 郝文哲,吴卫红.脑瘫儿童呼吸功能特点及水疗的作用[J].中国康复理论与实践,2008,14(10):948-950.

脑性瘫痪(cerebral palsy, CP)简称脑瘫,是指小儿出生前至生后 1 个月内由于各种原因所致的非进行性脑组织损伤,症状出现于婴儿时期内,主要表现为中枢性运动障碍或姿势异常,常可伴智力低下、语言障碍、癫痫及感知觉异常等,是造成儿童肢体功能障碍的主要疾病之一。脑瘫的发病率在我国为 1.8‰~4‰。由于脑损伤造成的肌肉运动异常也影响到小儿的呼吸功能和言语发育,因此在脑瘫儿童进行肢体运动功能康复的同时,改善呼吸功能对提高小儿的言语能力十分重要。

1 脑瘫儿童呼吸功能的特点

正常儿童的呼吸运动特点是:吸气运动主要由膈肌和肋间外肌的收缩实现。平静呼吸时,呼气运动是由膈肌和肋间外肌舒张所致。用力吸气时,除膈肌和肋间外肌收缩外,辅助吸气肌也参与收缩;用力呼气时,除吸气肌舒张外,还有肋间内肌和腹肌等参与。以膈肌舒缩活动为主的呼吸运动称为腹式呼吸;以肋间外肌舒缩活动为主的呼吸运动称为胸式呼吸。

脑瘫儿童的呼吸运动与呼吸功能有别于正常儿童。国内有研究显示,占脑瘫儿童 24.3% 的手足徐动型患儿的通气功能、呼吸运动学指标均有改变,表现为呼吸频率增快、潮气量降低、小气道通气功能障碍及阻塞性胸腔内大气道通气功能障碍、总顺应性降低、呼吸系统阻力增加^[1]。此类型脑瘫儿童的原始反射延迟及残存最为显著,常出现全身异常姿势及异常运动模式。此外,患儿全身肌肉运动不协调,除肢体肌张力增高外,包括胸背部、颈部及腹部参与呼吸的肌肉紧张亢进,使肺的

活动低下,不能充分扩展,加之脊柱侧弯、胸廓变形导致的通气及换气功能障碍,以及呼吸肌、呼吸辅助肌的协调性差,逐渐使呼吸变浅、效率差,而且由于上中呼吸道产生过度的负压,致使呼吸道狭窄,使通气性降低,呼吸道阻力增加,导致肺顺应性下降^[2]。

痉挛型脑瘫儿童胸廓结构异常。Ersöz 等测量了 40 名正常儿童和 56 例痉挛型脑瘫儿童最大自主吸气时胸廓的周径(circumference at maximal voluntary inspiration, Cinsp)和最大自主呼气时的周径(circumference at maximal voluntary expiration, Cexpir),结果表明脑瘫组两者之差(the difference between Cinsp and Cexpir, CE)显著降低($P < 0.001$),Cexpir 增加($P < 0.02$),Cinsp 无明显不同($P > 0.05$),而在大年龄儿童,脑瘫组和正常组 CE 的差异更为显著^[3]。Park 的研究表明,脑瘫患儿上下胸廓比显著低于对照组($P < 0.001$) (脑瘫组 $R = 0.372$, 对照组 $R = 0.477$),且比例随年龄的增加呈直线增加,用力肺活量(forced vital capacity, FVC)/FVC 预计值和上下胸廓比例有明显相关性($R = 0.542$, $P < 0.01$)^[4]。脑瘫儿童上胸腔有慢性低通气,导致呼吸障碍的原因是:受限的呼吸模式、肺和胸廓不正常的顺应性、通气血流比值不正常、上气道阻塞、阻塞性呼吸睡眠综合征,而上下胸廓的比例低是导致脑瘫儿童呼吸障碍的原因之一。胸廓结构异常可导致机械通气效率降低,呼吸肌疲劳、损伤,出现不正常的通气和异常的残气量。上下胸廓的比例和用力呼气量有关,表明胸廓结构与呼吸有效性相关。严重的脑瘫儿童常表现出快速的和反常的呼吸模式,这和上胸廓的发育不良有关。

脑瘫儿童坐位时的呼吸功能也存在异常^[5]。患儿和正常儿童在椅坐位时,潮气呼吸的频率都较快,但脑瘫儿童的胸廓运动周期较长。

Bjure 等测量了痉挛型和手足徐动型患儿的静态、动态肺

作者单位:1. 首都医科大学康复医学院,北京市 100068;2. 中国康复研究中心北京博爱医院,北京市 100068。作者简介:郝文哲(1985-),女,河南新乡市人,硕士研究生,主要研究方向:儿童脑瘫康复。通讯作者:吴卫红(1956-),女,北京市人,主任医师,副教授,硕士研究生导师,主要研究方向:儿童康复。

容积,痉挛型患儿的静态肺容积值中肺总量(total lung capacity, TLC)为预计值的 85%,肺活量(vital capacity, VC)为预计值的 67%^[6]。Hardy 的测量结果为,手足徐动患儿下降 49%,痉挛型患儿下降 65%^[7]。以上结果与 Rothman^[8]和 Hutzler^[9]的报道一致,都表现为不同程度的 VC 下降,残气量(residual capacity, RC)正常,功能残气量(functional residual capacity, FRC)降低,为预计值的 75%,与 TLC 降低的程度大致相同。手足徐动型患儿 TLC 为预计值的 84%,VC 为预计值的 50%,RV 为预计值的 156%,FRC 正常。在动态值方面,通过比较 FEV1/FVC 值,未表现出明显的气道阻塞,并且 VC/VC 预计值和 FEV1/FEV1 预计值呈线性相关。

痉挛型患儿 TLC 降低,但是各部分比例正常,表现为限制性肺损伤。Bjure 认为,尽管痉挛型脑瘫儿童的 VC 降至 67%,但未低到损伤通气功能^[6],因为即使在最大运动量时,也用不到整个肺功能。Hutzler 等认为,痉挛型四肢瘫患儿比痉挛型偏瘫、共济失调和手足徐动患儿的 VC 值低,并且认为痉挛型患儿的肺功能降低和肌肉营养不良有关^[9]。McPherson^[10]和 Blumberg^[11]均认为,痉挛型脑瘫儿童的呼吸控制好于手足运动型患儿,并且注意到当孩子尽可能地用力吸气并尽可能长时间地屏住气,然后呼气时,用力吸气的不同方式反映了神经肌肉控制的差异,波动的肌张力和过度的不协调运动是手足徐动型的特征,这是此类患儿不能屏住呼吸的原因,因此对自主呼吸有要求的运动,对手足徐动型患儿是十分困难的,痉挛型患儿稍好一些,因为他们在呼气前有一个大的潮气量,尽管不能尽可能长地保持呼吸,但能用和正常儿童一样的时间从用力呼吸中恢复过来。

在呼吸对发音的影响方面,Blumberg^[11]和 O'Dwyer 等^[12]注意到手足徐动型患儿呼吸和发音间的协调问题是由于不正常的自主运动控制,而不是不自主运动的中断^[110]。Redstone 认为,和正常儿童相比,脑瘫儿童发 3 和 7 这两个音节的时间明显延长^[5]。

脑瘫儿童的肌肉活体组织检查显示,和正常儿童相比有形态学方面的差异,以一种肌纤维类型为主导。一些脑瘫儿童表现为 I 类纤维主导,而另一些表现为 II 类(正常时当运动量超过乳酸阈, I 类肌纤维疲劳,会增加运用效率稍差一些的 II 类肌纤维),并且肌纤维的大小差异很大。目前,导致这些现象的机理还不清楚,但一般认为以 II 类肌纤维为主导的脑瘫儿童(II 类肌纤维对于走路是非常重要的,例如腓肠肌)会比正常分布的儿童更容易疲劳,并且在运动中呈现低 $\dot{V}O_2$ 。脑瘫儿童呼吸肌的纤维类型有待于以后更深入的研究^[13]。

2 呼吸运动异常造成的运动耗氧

呼吸功能的改变会继发地引起摄氧量($\dot{V}O_2$ ml/kg/min,标准温度和大气压下)、 $\dot{V}CO_2$ 产生量($\dot{V}CO_2$ ml/kg/min,标准温度和大气压下)、最大每分通气量($\dot{V}E_{max}$)、呼吸频率、 $\dot{V}O_2$ 和 $\dot{V}CO_2$ 的通气当量($\dot{V}E_{O_2}$ 、 $\dot{V}E_{CO_2}$)、心率等数值改变,继而引起机体功能改变^[14]。

脑瘫儿童在增加运动量测试的最后阶段,表现出肺功能有效性的损伤,快速和重复的自主运动(尽可能快和深地呼吸 12 s)会导致机体的不协调和痉挛。

在中等轻度训练时,可通过以一定的速度增加每分钟通气

量保持动脉 CO_2 分压和 pH 接近休息时的值。在无氧阈之上,再增加通气会产生代谢酸。在低或中等轻度运动时,通气量的增加只依靠增加潮气量,很少依靠增加呼吸频率。增加呼吸频率的情况通常在超过无氧阈的工作量时发生。轻、中度的脑瘫儿童在更高要求的条件下,表现出通气的改变,因为同样的 $\dot{V}O_2$ 峰值时,脑瘫患儿的 $\dot{V}E_{max}$ 低于正常儿童。

然而,无氧阈上下有高 $\dot{V}E_{CO_2}$,并且潮气量和呼吸频率的差异表明脑瘫儿童通气有效率低,但尚不能确定这些改变是由呼吸肌的力量损伤造成,还是伴有通气死腔增加的拮抗肌协调效率降低造成。

脑瘫儿童在低运动水平时可表现出呼吸浅快,在接近最大运动量时缺少潮气量(tidal volume, VT)/FVC 的渐进线,即 VT 持续增加直至运动结束。

3 增强呼吸功能的训练

增强呼吸功能的训练包括增强胸廓、上臂和腰部的可动性、防止脊柱侧弯、保持良好的换气及通气状态、训练胸廓的控制能力,以诱发呼吸肌及横膈出现正常的运动模式。

抗阻训练可有效增强肌力^[15]。在脑瘫儿童呼吸时,在不引起痉挛和不协调运动的前提下,可人为地对胸廓施加一定的阻力,使呼吸肌做抗阻运动。

水中治疗是目前比较流行的一种治疗方法,在国外已经有 60 多年的历史,而国内则刚刚起步。水疗训练可采用基本的胸式泳式和背部泳式,食指水平放在下颌的前面,中指在下颌下面,拇指在颞下颌关节上方,孩子的头部处于中线位,轻度屈曲,治疗师的另一侧前臂支撑头部。采取中线位是为了抑制非对称性紧张性颈反射,轻度屈曲是为了抑制伸肌紧张的模式,并利用蛙泳的蹬腿促进外展^[16]。

4 水疗训练的特点

游泳和有氧训练被认为是脑瘫儿童全面治疗的一部分。水上运动具有显著的优点,包括:①水的浮力:当神经肌肉系统不能抗重力运动时,利用水的浮力可以使开始运动变得容易^[8,17];②水的高黏度使整个运动过程中都有逐渐增加的阻力,并且使过度的运动变得不可能;③在水中比在空气中有更大的热量转换,能降低痉挛和其他不自主运动($\geq 32^\circ C$ 的热量主要在水中储存);④流体静压给外感受器和本体感受器一个广泛的刺激,对肺、其他内脏器官和呼吸肌肉也一样,有利于促进协调呼吸和相关功能,例如进食和说话^[9]。

水疗的温热作用机理:对病理性肌肉痉挛或肌张力增高可以直接作用于肌梭,使其发放的冲动频率降低,从而不易引起反射性肌纤维收缩,而且温度的迅速升高甚至可以直接引起肌梭活性的暂时性完全抑制;其次,大范围的热疗使体温升高后,受下丘脑和大脑皮质运动中枢等中枢神经系统控制的纤维活性降低,导致纤维控制的肌梭兴奋性降低,对肌肉牵拉作用反应减弱,使肌张力降低,有利于脑瘫患儿的康复^[18]。

温水符合脑瘫儿童的生理要求,使其有安全感、不易受凉,而且在温水中按摩肌肉放松效果好、无痛苦,不仅增加了与成人的感情交流,而且能促进患儿肌肉及智力的发育^[19]。

水疗的形式多种多样。气泡浴能减轻痉挛型脑瘫患儿的肌痉挛,产生的小气泡对脑瘫患儿的皮肤有按摩作用,可使患儿精神放松、镇静,改善肌肉痉挛。气泡浴配合功能训练能改善痉挛型脑瘫患儿的肌痉挛,使肌肉张力下降,减少降低肌张

力的训练时间,能有更多的时间进行运动促通和异常姿势的矫正,从而提高治疗效果^[18]。

Harris 提出了一个基于神经发育的游泳计划,在大池中练习游泳,根据脑瘫患儿的不同分型和严重程度进行游泳计划分类^[16]。Hutzler^[9]用 Water Orientation Checklist(WOS)^[20]评价水中定位或游泳技巧,并对水疗组和非水疗组脑瘫患儿进行治疗前后 VC 测试和水疗组治疗前后 WOS 测定,结果进行水疗训练的患儿 VC 提高比非水疗组显著, WOS 有明显提高,从能完成整个动作(漂浮位到站立位的改变)的 45 % 提高到 60 %,显示在水中有独立运动出现,而且进行水疗的患儿 VC 和 WOS 呈中等程度相关。游泳训练对提高呼吸肌肉功能和矫正已有的阻碍有效呼吸的姿势反射很有帮助。水疗的特性与优点能否改善脑瘫儿童呼吸功能,目前国内尚无相关报道。

为了进一步研究水疗干预的潜在效果,应从脑瘫儿童粗大运动功能、有氧和无氧能力等方面进行深入研究。

[参考文献]

- [1]林庆,李松. 小儿脑性瘫痪[M]. 北京:北京医科大学出版社,2000:344.
- [2]李润洁,徐鸿霞. 手足徐动型脑瘫患儿的肺功能改变[J]. 中国康复理论与实践,2005,11(10):843.
- [3]Ersoz M, Selcuk B, Gunduz R, et al. Decreased chest mobility in children with spastic cerebral palsy[J]. Turk J Pediatr,2006,48(4):344—350.
- [4]Park ES, Park JH, Rha DW, et al. Comparison of the ratio of upper to lower chest wall in children with spastic quadriplegic cerebral palsy and normally developed children[J]. Yonsei Med J,2006,47(2):237—242.
- [5]Redstone F. The effects of seating position on the respiratory patterns of preschoolers with cerebral palsy[J]. Int J Rehabil Res, 2004,27(4):283—288.
- [6]Bjore J, Berg K. Dynamic and static lung volumes of school children with cerebral palsy[J]. Acta Paediatr Scand,1970,Suppl 204:35.
- [7]Hardy JC. Long function of athetoid and spastic quadriplegic chil-

- dren[J]. Dev Med Child Neurol,1964,89:378—388.
- [8]Rothman JG. Effects of respiratory exercises on the vital capacity and forced expiratory volume in children with cerebral palsy[J]. Phys Ther,1978,58(4):421—425.
- [9]Hutzler Y, Chacham A, Bergman U, et al. Effects of a movement and swimming program on vital capacity and water orientation skills of children with cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol,1998,40(3):176—181.
- [10]McPherson KA, Kenny DJ, Koheil R, et al. Ventilation and swallowing interactions of normal children and children with cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol,1992,34(7):577—588.
- [11]Blumberg ML. Respiration and speech in the cerebral palsied child[J]. AMA Am J Dis Child,1955,89(1):48—53.
- [12]ODwyer NJ, Neilson PD. Voluntary muscle control in normal and athetoid dysarthric speakers[J]. Brain,1988,111,877—899.
- [13]Potter CR, Unnithan VB. Interpretation and implementation of oxygen uptake kinetics studies in children with spastic cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol,2005,47(5):353—357.
- [14]da Silva AC, Steinberg LL, Coutinho AV, et al. Breathing patterns of athletes with cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol, 2005,47(4):286—287.
- [15]Damiano DL, Vaughan CL, Abel MF. Muscle response to heavy resistance exercise in children with spastic cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol,1995,37:731—739.
- [16]Harris SR. Neurodevelopmental treatment approach for teaching swimming to cerebral palsied children[J]. Phys Ther,1978,58(8):979—983.
- [17]Miriam G, Yeshayahu H, Adri V. Effects of aquatic interventions in children with neuronmotor impairments: a systematic review of the literature[J]. Clin Rehabil,2006,20:927—936.
- [18]王益梅,王跑球,张惠佳,等. 气泡浴配合功能训练治疗痉挛型脑瘫患儿肌痉挛疗效观察[J]. 中国康复理论与实践,2006,12(10):841.
- [19]吴月红. 水疗对脑瘫患儿肌力恢复效果观察及护理体会[J]. 河北医药,2001,23(5):389.
- [20]Killian KJ, Joyce-Petrovich RA, Menna L, et al. Measuring water orientation and beginner swim skills of autistic individuals[J]. Adapted Phys Activity Q,1984,1:287—295.

(收稿日期:2008-03-24)