

水疗对痉挛型双瘫儿童肺功能的影响

郝文哲¹, 吴卫红^{1,2a}, 丛芳^{2b}, 赵红梅^{2c}, 金龙^{2b}, 张焱^{2c}

[摘要] **目的** 观察痉挛型双瘫的脑瘫患儿肺功能特点及水疗对其肺功能的影响作用。**方法** 痉挛型双瘫患儿 30 例,按照自主意愿分为水疗组和对照组。水疗组患儿进行水疗加常规康复训练,对照组患儿只进行常规康复训练。所有患儿治疗前及治疗 2 个月后进行肺功能测试。水疗组患儿还记录其在水中最长憋气时间。**结果** 所有患儿测量肺活量(VC)、补呼气量(ERV)、深吸气量(IC)、用力肺活量(FVC)、第 1 秒用力呼气量(FEV₁)、每分钟最大通气量(MVV)、峰流速(PEF)测定值均显著低于预计值($P=0.000$),1 秒率(FEV₁/FVC)测定值与预计值相比无显著性差异($P=0.141$)。治疗后,所有患儿 VC、FVC、FEV₁、FEV₁/FVC、MVV、PEF 测定值及上测定值占预计值的百分比、最长发声时间较治疗前改善($P<0.05$)。对照组治疗后 ERV、IC 测定值及测定值占预计值的百分比较治疗前略有提高,但无显著性差异($P>0.05$);水疗组此两值治疗前后比较有显著性差异($P<0.05$)。组间比较,两次测定 VC、ERV、IC、FVC、FEV₁、FEV₁/FVC、MVV、PEF 值占预计值的百分比之差、最长发声时间的差值均有显著性差异($P<0.05$)。水疗组的患儿治疗后,水中最长憋气时间显著延长($P=0.000$)。**结论** 痉挛型双瘫患儿的肺功能降低。康复训练能改善患儿肺功能,结合水疗效果更好。

[关键词] 脑性瘫痪;痉挛型双瘫;肺功能;康复;水疗;儿童

Effects of Hydrotherapy on Pulmonary Function of Children with Spastic Diplegia HAO Wen-zhe, WU Wei-hong, CONG Fang, et al. Capital Medical University School of Rehabilitation Medicine, Beijing Charity Hospital, China Rehabilitation Research Centre, Beijing 100068, China

Abstract: **Objective** To observe the characteristic of pulmonary function of children with spastic diplegia and the effects of hydrotherapy on it. **Methods** 30 children with spastic diplegia were divided into hydrotherapy group and control group, who received hydrotherapy and routine rehabilitation or routine rehabilitation only. All patients were tested their pulmonary function and the maximum phonation time before and 2 months after treatment. The longest breath holding time in water of the hydrotherapy group were recorded. **Results** The vital capacity (VC), expiratory reserve volume (ERV), inspiratory capacity (IC), forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV₁), maximum ventilatory volume (MVV), peak expiratory flow (PEF) in all the children decreased significantly compared with the predicted value ($P=0.000$), but a second rate (FEV₁/FVC) didn't ($P=0.141$). After treatment, the VC, FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, MVV, PEF values and their percentage of predicted value improved ($P<0.05$), as well as the maximum phonation time ($P<0.05$). ERV, IC values and their percentage of predicted value improved a little from pre-treatment in the control group ($P>0.05$), but significantly in the hydrotherapy group ($P<0.05$). The percentage of predicted value of VC, ERV, IC, FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, MVV, and PEF, and the maximum phonation time improved more in the hydrotherapy group than in the control ($P<0.05$). The longest breath holding time in water improved in the hydrotherapy group after treatment ($P=0.000$). **Conclusion** The pulmonary function impaired in spastic diplegic children, and can be improved with the rehabilitation, especially with the hydrotherapy in addition.

Key words: cerebral palsy; spastic diplegia; pulmonary function; rehabilitation; hydrotherapy; children

[中图分类号] R742.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-9771(2010)07-0622-04

[本文著录格式] 郝文哲,吴卫红,丛芳,等.水疗对痉挛型双瘫儿童肺功能的影响[J].中国康复理论与实践,2010,16(7):622—625.

小儿脑性瘫痪(cerebral palsy, CP, 简称脑瘫)是指小儿从出生前到婴儿期,因各种原因所致的非进行性脑损伤综合征,主要表现为中枢性运动障碍及姿势异常,同时伴有不同程度的智力、语言障碍,癫痫及视听觉、行为和感知觉异常等多种障碍^[1]。国内有些研究表明,手足徐动型脑瘫患儿的通气功能、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内大气道通气功能障碍、总顺应性降低、呼吸系统阻力增加,提示手足徐动型脑瘫患儿的肺功能较正常同龄儿童的肺功能有所减低。临床上也常见到手足徐动型患儿存在明显的运动障碍性构音障碍。痉挛性脑瘫占脑瘫患儿总数的

70%。了解痉挛性脑瘫儿童呼吸功能,探讨如何更好地改善脑瘫患儿的呼吸功能有重要意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2007 年 9 月~2009 年 12 月间在中国康复研究中心儿童康复科住院的痉挛型双瘫的患儿 30 例,其中男性 17 例,女性 13 例;年龄 5~16 岁,平均(10.56±3.71)岁;身高 110~173 cm,平均(138.23±19.24) cm;体重 16~76 kg,平均(34.7±13.08) kg;粗大运动功能(GMFCS)分级:Ⅰ级 6 例,Ⅱ级 17 例,Ⅲ级 7 例。

按照患儿及家属的自主选择,进行水疗的 15 例患儿为水疗组,不进行水疗的 15 例患儿为对照组。两组间性别、年龄、身高、体重、GMFCS 分级均无显著性差异。

1.2 治疗方法

1.2.1 水疗^[2] 水疗组患儿在进行水疗训练前,先测量其在水中的最长憋气时间。训练时均不脱离辅助

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,a.儿童康复科;b.物理治疗科;c.内科,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:脑损伤儿童的康复。通讯作者:吴卫红。

具。主要为俯卧位泳式,强调头处于正中位,保持对称性姿势,推荐利用蛙泳蹬腿,促进双下肢外展。具体步骤如下。

1.2.1.1 入池 ①帮助患儿在池边或台阶上坐下;②鼓励患儿独立进入泳池,从最高的台阶走到下面;对于不能步行的患儿,要予以适当辅助;③每实施下一步运动前,告知患儿下一步的计划。

1.2.1.2 水中适应 ①让患儿往自己身上泼水(包括脸和头);②鼓励患儿在水中自己随意玩;③和患儿讨论经验感觉。

1.2.1.3 水中放松训练 ①俯卧位:治疗师支撑患儿头部,食指水平地放在患儿下巴的前面,中指在下巴的下面,拇指在颞下颌关节的上方,使患儿的头部处于中线位,轻度屈曲;为了抑制伸肌紧张的模式,治疗师的另一侧前臂支撑头部;②仰卧位:支撑头部,控制下颌,鼓励患儿在支撑的情况下放松。

1.2.1.4 呼吸技巧训练 ①指导患儿慢慢呼出小的气流;②重复①,从下巴开始,逐渐将嘴,直到将整个脸浸入水中;③示范并鼓励患儿吹水泡;④示范并辅助患儿保持有节律的呼吸。

1.2.1.5 漂浮训练 ①俯卧位:脸在水中,让患儿独自漂浮 5 s(必要时治疗师予以适当辅助);②仰卧位:患儿独自漂浮 5 s(必要时治疗师予以适当辅助)。

1.2.1.6 泳式训练 训练时强调头处于正中位,保持对称性姿势,推荐利用蛙泳蹬腿,以促进双下肢外展。依次按照以下顺序进行训练:①用手划水;②双手划着游;③俯卧位游泳。

可根据患儿不同情况佩戴浮板、手臂圈、背漂、游泳圈等辅助具。

1.2.2 常规康复训练 运用 Vojta、Bobath 等康复训练原理结合儿童生长发育规律,对患儿进行物理疗法(PT)、作业疗法(OT)、言语治疗(ST)、音乐、感觉统合训练等,特别是呼吸训练。呼吸训练方法如下。

1.2.2.1 姿势 训练前应首先调整坐姿,即 3 个 90°:踝关节 90°,膝关节 90°,髋关节 90°。躯干竖直,双肩要平,头保持正中位。鼓励患儿尽量延长呼气时间。如果患儿呼气时间较短而且较弱,可以采取手法介入的方法:患儿仰卧位,治疗人员将手放在患儿的上腹部,在呼气末推压腹部帮助延长呼气。

1.2.2.2 引导气流法 这种方法是引导气流通过口腔,减少鼻漏气。如吹乒乓球、吹吸管、吹喇叭、吹哨、吹奏乐器、吹蜡烛、吹气球、吹纸张等都可以用来集中和引导气流^[3]。

患儿周一至周五进行训练。水疗组每日进行水疗训练 1 h,并进行常规康复训练。对照组仅进行常规康复训练。两组患儿每日的训练时间约 5~6 h,共 2 个月。

1.3 观察指标

1.3.1 肺功能 采用 Medisoft 肺功能检查仪测量肺活量(VC)、补呼气量(ERV)、深吸气量(IC)、用力肺活量(FVC)、第 1 秒用力呼气量(FEV₁)、1 秒率(FEV₁/FVC)、每分钟最大通气量(MVV)、峰流速(PEF)。肺功能测试前 1~2 d,先指导患儿深吸气和深呼气,避免因患儿不会呼吸方法而误认为是肺功能缺陷。测试前休息 5~10 min,测试时均取坐位,上身挺直,头位正,勿低头或抬头。上鼻夹,含口器与肺功能测试仪相连,主试者随时注意患儿是否按要求进行测试,及时予以纠正。

重复测量 3 次,取平均值。

1.3.2 最长发声时间(MPT) 在深吸气后让患儿舒适地发元音 *a*,用秒表记录其最长发声时间^[3]。

1.3.3 水中最长憋气时间 深吸气后迅速将头浸入水中时时刻起,直至鼻抬离水面的时刻止,用秒表记录时间。仅测量水疗组患儿。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 11.5 统计软件对实验结果进行分析。肺功能测定值与预计值(本机)比较,对符合正态分布的 VC、ERV、IC、FVC、FEV₁、MVV 采用配对样本 *t* 检验,对不符合正态分布的 FEV₁/FVC、PEF,加权后仍为偏态分布,采用配对比较的秩和检验。两组患儿治疗前后肺功能测定值及最长发声时间、水疗组患儿治疗前后水中最长憋气时间采用配对样本 *t* 检验。两组间治疗前后肺功能测定值差值及最长发声时间差值采用独立样本 *t* 检验。

2 结果

2.1 测定值与预计值比较 30 例患儿肺功能测定值占预计值百分比见表 1。与预计值比较,患儿 VC、ERV、IC、FVC、FEV₁、MVV、PEF 具有显著性差异($P < 0.05$),FEV₁/FVC 无显著性差异($P = 0.141$)。见表 2。

表 1 30 例患儿肺功能测定值占预计值百分比

参数	占预计值百分比(%)
VC	69.533±17.578
ERV	43.666±33.271
IC	78.766±41.906
FVC	66.900±20.447
FEV ₁	67.400±20.368
FEV ₁ /FVC	102.666±12.172
PEF	83.033±24.771
MVV	55.233±20.572

2.2 治疗前后组内比较 水疗组患儿治疗后,VC、ERV、IC、FVC、FEV₁、FEV₁/FVC、MVV、PEF 测定值及测定值占预计值的百分比(%),最长发声时间均有改善($P < 0.05$)。见表 3。对照组治疗后,VC、FVC、FEV₁、FEV₁/FVC、MVV、PEF 测定值及测定值占预计值的百分比(%),最长发声时间均有改善($P < 0.05$),但 ERV、IC 无明显改善($P > 0.05$)。见表 4。

表 2 30 例患儿肺功能测定值与预计值比较

参数	测定值	预计值	<i>t</i>	<i>P</i>
VC(L)	1.628±0.703	2.344±0.813	8.484	0.000
ERV(L)	0.462±0.459	1.012±0.426	7.242	0.000
IC(L)	1.057±0.403	1.661±0.875	5.047	0.000
FVC(L)	1.562±0.720	2.344±0.813	8.133	0.000
FEV ₁ (L)	1.418±0.675	2.092±0.705	7.917	0.000
FEV ₁ /FVC(%)	87.292±10.241	>85.00	-1.471 ^a	0.141
MVV(L)	52.240±24.970	92.794±34.432	7.852	0.000
PEF(L/s)	3.374±1.356	5.815±9.497	-3.692 ^a	0.000

注:a:应用配对比较的秩和检验,为 *Z* 值。下同。

表 3 水疗组患儿治疗前后评定结果比较

参数	治疗前	治疗后	<i>t</i>	<i>P</i>
VC(L)	1.750±7.089	2.023±0.766	-4.481	0.001
VC%	73.933±19.251	79.400±22.573	-3.987	0.032
ERV(L)	0.376±0.452	0.728±0.470	-3.015	0.009
ERV%	33.200±32.511	66.133±32.594	3.881	0.002
IC(L)	1.145±0.432	1.536±0.557	-5.106	0.000
IC%	78.000±40.841	103.200±42.547	-4.862	0.000
FVC(L)	1.720±0.825	2.062±0.761	-3.392	0.002
FVC%	71.666±21.754	87.933±23.334	-4.100	0.001
FEV ₁ (L)	1.529±0.753	1.775±0.654	-4.015	0.001
FEV ₁ %	70.800±22.863	83.466±17.373	-4.043	0.001
FEV ₁ /FVC(%)	82.065±10.197	93.460±6.180	-4.183	0.001
FEV ₁ /FVC%	96.400±12.070	110.066±7.136	-4.300	0.001
PEF(L/s)	3.341±1.346	3.876±1.481	-3.983	0.001
PEF%	77.133±17.707	89.056±17.260	-4.647	0.000
MVV(L)	55.074±23.993	67.864±27.022	-5.886	0.000
MVV%	56.666±21.212	67.933±21.412	-6.158	0.000
最长发声时间	5.385±1.876	7.701±2.148	-9.824	0.000

表 4 对照组患儿治疗前后评定结果比较

参数	治疗前	治疗后	<i>t</i>	<i>P</i>
VC(L)	1.506±0.700	1.580±0.728	-6.122	0.000
VC%	65.133±15.099	68.066±15.054	-7.903	0.000
ERV(L)	0.547±0.464	0.571±0.469	-2.134	0.051
ERV%	54.133±31.642	55.866±30.654	-2.038	0.056
IC(L)	0.969±0.364	1.000±0.480	-0.508	0.619
IC%	79.533±44.368	80.533±43.722	-2.254	0.062
FVC(L)	1.403±0.582	1.503±0.633	-5.320	0.000
FVC%	62.133±18.550	66.146±17.996	-9.238	0.000
FEV ₁ (L)	1.308±0.592	1.4093±0.610	-3.752	0.002
FEV ₁ %	64.000±17.659	68.566±16.041	-4.913	0.000
FEV ₁ /FVC(%)	92.520±7.396	95.886±6.504	-3.392	0.004
FEV ₁ /FVC%	108.933±8.778	112.600±7.538	-3.071	0.008
PEF(L/s)	3.408±1.412	3.472±1.419	-3.516	0.003
PEF%	88.933±29.714	90.466±28.891	-4.219	0.001
MVV(L)	49.206±26.409	52.433±28.036	-5.198	0.000
MVV%	53.800±20.550	57.133±21.138	-7.702	0.000
最长发声时间	5.718±1.385	7.398±1.546	-11.047	0.000

2.3 治疗前后差值比较 将 VC、ERV、IC、FVC、FEV₁、FEV₁/FVC、MVV、PEF 测定值占预计值的百分比、最长发声时间进行差值比较,水疗组各项参数均优于对照组($P<0.05$)。见表 5。

2.4 水中最长憋气时间 水疗组患儿治疗前水中最长憋气时间为(11.916±5.729) s,治疗后为(16.802±6.021) s,有非常高度显著性差异($t=-16.822, P=0.000$)。

表 5 两组患儿治疗前后评定结果差值比较

参数	水疗组	对照组	<i>t</i>	<i>P</i>
VC%	11.266±8.215	2.933±1.437	3.870	0.001
ERV%	32.933±32.866	3.733±5.470	3.394	0.002
IC%	25.200±20.072	4.000±3.722	4.022	0.000
FVC%	15.666±15.877	4.000±1.812	2.827	0.009
FEV ₁ %	12.666±12.134	4.566±3.599	2.479	0.019
FEV ₁ /FVC%	13.666±12.309	3.666±4.623	2.945	0.006
PEF%	11.933±9.946	1.533±1.407	4.010	0.000
MVV%	11.266±7.085	3.333±1.676	4.220	0.000
最长发声时间	2.316±0.913	1.680±0.558	2.267	0.033

注:差值=治疗后值-治疗前值。

3 讨论

国内已有研究显示,占脑瘫儿童 24.3% 的手足徐动型儿童的通气功能、呼吸运动学指标均有改变^[4]。此类型脑瘫患儿的原始反射消退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。

痉挛型脑瘫患儿常显示胸廓结构异常^[5]。Ersoz 等测量了 40 名正常儿童和 56 例痉挛性脑瘫儿童的最大自主吸气时胸廓的周径(circumference at maximal voluntary inspiration, C_{insp})和最大自主呼气时胸廓的周径(circumference at maximal voluntary expiration, C_{expir}),结果表明脑瘫组两者之差(the difference between C_{insp} and C_{expir} , CE)显著降低($P<0.001$), C_{expir} 增加($P<0.02$), C_{insp} 无显著性差异($P>0.05$);在大年龄患儿,脑瘫组和正常组 CE 的差异更为显著。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 $R=0.477$),且比例都随年龄的增加呈直线增加,FVC% 和上下胸廓比例有明显相关性($r=0.542, P<0.01$)^[6]。脑瘫患儿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患儿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不正常的残气量。上下胸廓的比例和用力呼气量有关,表明胸廓结构和呼吸有效性相关。严重的脑瘫患儿也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。

痉挛型脑瘫患儿肺总量降低,但是各部分比例正常,表现为限制性肺损伤^[7],与本实验研究结果一致。McPherson^[8]和 Blumberg^[9]均认为,痉挛型脑瘫患儿的呼吸控制好于手足徐动型患儿,并且注意到当让患儿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,对手足徐动型患儿十分困难,而对痉挛型患儿稍好一些,因为他们的潮气量较大,尽管不

能尽可能长地保持呼气,但能用和正常孩子一样的时间从用力呼吸中恢复过来。

脑瘫患儿的肌肉活体组织检查显示,和正常儿童相比,脑瘫患儿的肌肉组织有形态学改变,表现为以一种肌纤维类型为主导:一些患儿以 I 型纤维主导,而另一些则为 II 型,并且肌纤维的大小差异很大^[10]。目前,导致这些现象的机理还不清楚,但一般认为以 II 类肌纤维为主导的患儿会比正常分布的孩子更容易疲劳,并且在运动中呈现低摄氧量。痉挛型脑瘫儿童的肌力弱^[11],但能发育成正常肌力,并且在短时间的抗阻训练中,肌群的牵拉-张力模式也正常。中枢神经系统损伤的影响一直存在,持续的训练对肌力的增加是很有必要的,抗阻训练可有效地增加肌力。

本研究结果显示,痉挛型双瘫的患儿肺功能有别于正常儿童。VC 值约占预计值为 69.533%,与此前的研究^[7,12-13]结果一致。与之相关的 IC 和 ERV 也相应降低。FVC 要求呼吸肌必须要有一定的爆发力和耐力,若呼吸肌肌力差,则难以以最大力量、最快速度呼出全部气量。MVV 用来评估肺组织弹性、气道阻力、胸廓弹性和呼吸肌的力量。FEV₁ 与 PEF 主要反映呼吸肌的力量及气道有无阻塞。脑瘫患儿呼吸肌力量差,且呼吸肌痉挛,影响呼吸肌的协调性,故 FEV₁、PEF 下降,但 FEV₁/FVC 无明显下降,表明无气道阻塞。脑瘫患儿胸背部、颈部及腹部参与呼吸的肌肉紧张亢进,导致限制性通气障碍。相应地,痉挛型双瘫患儿最长发声时间较短。

水中运动具有显著的优点,包括:①水的浮力作用: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^[14-15];②水的高黏度使整个运动过程中都有逐渐增加的阻力,可以控制过度的运动;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;④流体静压给外感受器和本体感受器一个广泛的刺激,同样对肺及其他内脏器官也存在广泛的刺激,有利于促进协调呼吸和相关功能,例如进食和说话^[14]。

水的温热作用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,对肌肉牵拉作用的反应减弱,使肌张力降低,有利于脑瘫患儿的康复^[16]。

Harris 提出了一个基于神经发育的游泳计划,根据脑瘫患儿的分型和严重程度进行游泳计划分类^[2]。Hutzler 用 Water Orientation Checklist

(WOS)^[17]评价水中定位或游泳技巧,并对进行水疗训练的脑瘫患儿进行治疗前、后肺活量的测试,和治疗前后 WOS 的测定,结果进行水疗训练的患儿肺活量提高显著,WOS 也有明显提高,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的 VC 和 WOS 呈中等程度相关^[14]。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。

本研究显示,水疗组治疗后所有指标均有改善,但对照组 ERV、IC 无明显改善。其原因可能为单纯常规康复训练后,呼吸肌肌力提高不明显,使得呼吸肌用力收缩产生的深吸气量和补呼气量提高不明显。而水疗呼吸肌肌力的提高更有效,表现在肺功能上为深吸气量和补呼气量的提高。水疗组患儿最长憋气时间也显著提高,同样表明呼吸控制能力的加强。

有效的水中训练计划,可有效降低呼吸肌肌张力,提高呼吸肌、呼吸辅助肌的肌力及协调性,提高口周肌肉的协调性。以此配合其他功能训练可以更好地促进脑瘫儿童肺功能发育,进而提高最长发声时间,促进患儿的言语能力发育。

【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]Harris SR. Neurodevelopmental treatment approach for teaching swimming to cerebral palsied children[J]. Phys Ther, 1978, 58(8): 979-983.
- [3]李胜利.言语治疗学[M].北京:华夏出版社,2002:78-93.
- [4]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.
- [5]Ersoz M, Selcuk B, Gunduz R, et al. Decreased chest mobility in children with spastic cerebral palsy[J]. Turkish J Pediatr, 2006, 48(4):344-350.
- [6]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.
- [7]Bjure J, Berg K. Dynamic and static lung volumes of school children with cerebral palsy[J]. Acta Paediatr Scand, 1970, 204(Suppl):35.
- [8]McPherson KA, Kenny DJ, Kobeil 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.
- [9]Blumberg ML. Respiration and speech in the cerebral palsied child[J]. AMA Am J Dis Child, 1955, 89(1):48-53.
- [10]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.
- [11]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.
- [12]Hardy JC. Long function of athetoid and spastic quadriplegic children[J]. Dev Med Child Neurol, 1964, 89:378-388.
- [13]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.
- [14]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.
- [15]Getz M, Hutzler Y, Vermeer A. Effects of aquatic interventions in children with neuromotor impairments: a systematic review of the literature[J]. Clin Rehabil, 2006, 20:927-936.
- [16]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.
- [17]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:2010-05-10)