

## · 临床研究 ·

# 通过超声显像测量腰多裂肌厚度变化率评估腰多裂肌训练动作的效果

史进军 高启 王颖彦 李卫民 卞荣 王新北

**【摘要】目的** 通过比较腰多裂肌在康复训练中的厚度变化率,评估多种腰多裂肌训练动作的效果。**方法** 利用超声显像观察 11 种不同训练动作下志愿者的腰多裂肌形态学改变,由 2 位超声医生分别测量志愿者在静息态及多种训练动作下的双侧腰多裂肌的厚度,然后计算出腰多裂肌的厚度变化率和腰多裂肌收缩率,进而对各种训练动作下腰多裂肌收缩率进行统计学分析。**结果** 两位超声医生检查结果所计算的腰多裂肌收缩率组间比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。性别对腰多裂肌收缩率的影响差异无统计学意义( $P>0.05$ )。各种训练动作下腰多裂肌收缩率的统计分析比较发现,对侧腿上抬、同侧腿上抬、对侧手上抬、同侧手上抬、对侧下肢上抬五个动作两两比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ );小燕飞式上抬、同侧下肢上抬、同侧上肢对侧下肢上抬三个动作两两比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ );对侧上肢上抬、同侧上肢上抬两两比较差异无统计学意义( $P>0.05$ );同侧上肢对侧下肢上抬、对侧上肢同侧下肢上抬两两比较差异无统计学意义( $P>0.05$ );其余训练动作的腰多裂肌收缩率两两比较差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** 不同的腰多裂肌训练动作取得的效果各不相同,超声显像测量腰多裂肌厚度变化可以为康复训练计划的制订提供一定的依据。

**【关键词】** 超声显像; 腰多裂肌; 训练; 厚度变化率; 效果

**Evaluating the effect of lumbar multifidus muscle training with ultrasonography** Shi Jinjun, Gao Qi, Wang Yingyan, Li Weimin, Bian Rong, Wang Xinbei. Department of Ultrasound, Zhongda Hospital of Southeast University, Nanjing 210009, China

Corresponding author: Shi Jinjun, Email: 349677366@qq.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the effect of lumbar multifidus muscle training on muscle thickness. **Methods** The morphological changes in volunteers' lumbar multifidus muscles were observed in response to 11 kinds of training. Muscle thickness was measured at rest and during contraction using ultrasonography and two examiners. The rate of change in muscle thickness and the contraction rate were calculated. **Results** There was no significant difference in the contraction rates determined by the two examiners using ultrasound imaging. There was no significant difference in average contraction rate between the males and females. Pairwise, there was no significant difference among contralateral leg-raising, ipsilateral leg-raising, contralateral hand-raising, ipsilateral hand-raising and contralateral leg-lifting. Pairwise, there was no significant difference among ipsilateral leg-lifting and ipsilateral arm-lifting compared with contralateral leg-lifting, contralateral arm-lifting or contralateral lower limb-lifting. There was no significant difference between contralateral arm-lifting and ipsilateral arm-lifting. There was no significant difference between ipsilateral arm-lifting with contralateral leg-lifting and contralateral arm-lifting with ipsilateral leg-lifting. Pairwise, there was a significant difference in lumbar multifidus muscle contraction rates among these actions. **Conclusion** Lumbar multifidus muscle training has various effects. Muscle thickness as measured using ultrasonography can provide a basis for formulating a rehabilitation training plan.

**【Key words】** Ultrasonography; Lumbar multifidus muscle; Muscle thickness

核心稳定在康复和体育训练中有着极其重要的意义<sup>[1]</sup>。核心力量的训练可以加强核心稳定。核心力量的训练实际就是加强核心肌群的力量,而腰多裂肌

作为核心肌群的重要组成部分,越来越得到康复师的重视。本研究旨在通过超声观察腰多裂肌在不同训练动作下的收缩率,来评价不同腰多裂肌训练动作的效果,以指导康复师为患者制订个性化的康复计划。

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.02.014

作者单位:210009 南京,东南大学附属中大医院超声科(史进军、高启、王颖彦、李卫民);江苏省人民医院康复科(卞荣);江苏省老年医院超声科(王新北)

通信作者:史进军, Email: 349677366@qq.com

## 资料与方法

### 一、一般资料

纳入标准:具有正常行为能力且能够配合研究者

规范地完成康复动作的健康志愿者;对本研究知情并签署知情同意书。排除一年内有下腰痛症状者以及既往有肌肉、神经方面的器质性疾病者和既往有肢体或背部手术而影响动作完成者。

本研究选取 2011 年 11 月至 2012 年 6 月符合纳入标准的健康志愿者 40 例(共 80 块腰多裂肌),其中男 18 例,女 22 例,年龄 21 ~ 35 岁。

### 二、训练方法及超声测量

基本训练体位包括俯卧位和四点跪位,训练方法如下。

1. 俯卧位训练方法:①静息态,志愿者双手自然放于身体两侧,双腿伸直放平,身体保持放松状态(图 1a)。②手上抬,一侧上肢采取肩关节 120°、肘关节 90°的姿态,上抬手臂,离开床面 5 cm 的距离,保持姿势 5 s 以上(图 1b);以所检测的腰多裂肌侧别为准,分同侧和对侧两种姿态。③腿上抬,一侧下肢伸直,下肢向后上抬起,离开床面 15 cm 距离,保持姿势 5 s 以上(图 1c);以所检测的腰多裂肌侧别为准,分同侧和对侧两种姿态。④“小燕飞”式上抬,双手抱头,双下肢伸直,头和下肢同时向后抬起,保持姿势 5 s 以上(图 1d)。

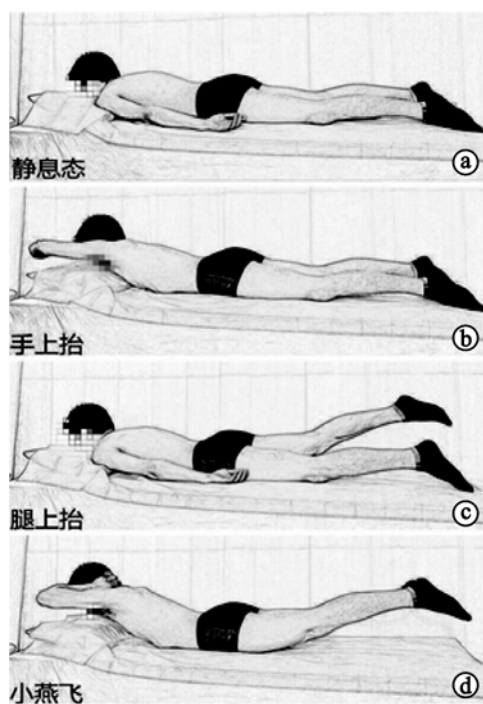


图 1 腰多裂肌的俯卧位训练动作

2. 四点跪位训练方法:①静息态,志愿者双手及双膝支撑身体,身体保持放松状态(图 2a)。②上肢上抬,一侧上肢向前向上平举与床面平行,保持姿势 5 s 以上(图 2c);以所检测的腰多裂肌侧别为准,分同侧和对侧两种姿态。③下肢上抬,一侧下肢向后向上抬

起与床面平行,保持姿势 5 s 以上(图 2b);以所检测的腰多裂肌侧别为准,分同侧和对侧两种姿态。④异侧上下肢上抬,一侧上肢向前向上平举与床面平行,同时,另一侧下肢向后向上抬起与床面平行,保持姿势 5 s 以上。分两侧姿态(图 2d)。

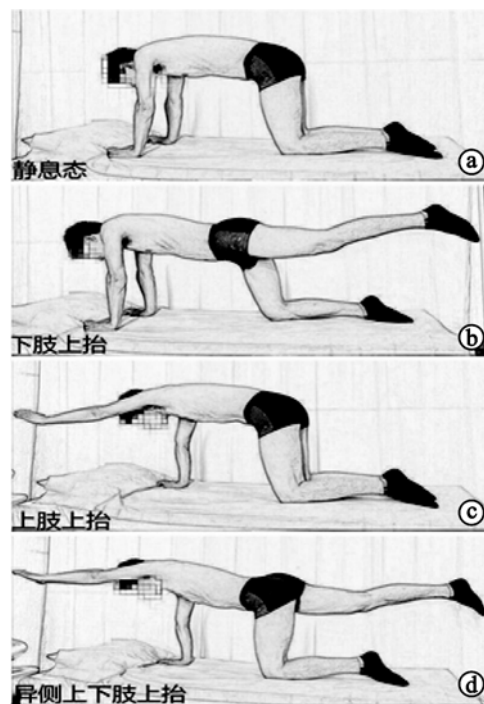


图 2 腰多裂肌的四点跪位训练动作

各种训练动作标记如下:对侧腿上抬标记为动作 1,同侧腿上抬标记为动作 2,对侧手上抬标记为动作 3,同侧手上抬标记为动作 4,小燕飞式上抬标记为动作 5,对侧上肢上抬标记为动作 6,同侧上肢上抬标记为动作 7,对侧下肢上抬标记为动作 8,同侧下肢上抬标记为动作 9,同侧上肢对侧下肢上抬标记为动作 10,对侧上肢同侧下肢上抬标记为动作 11。详见表 1。

3. 超声测量:采用 Philips IU-22 型彩色多普勒超声诊断仪,探头采用 C5-2 腹部探头。由 2 位高年资超声科医师(检查者 A 和检查者 B)分别独立完成双侧腰多裂肌的取图和测量(图 3)。志愿者依次采取多种训练姿态,检查者沿志愿者身体长轴脊柱旁斜断面探

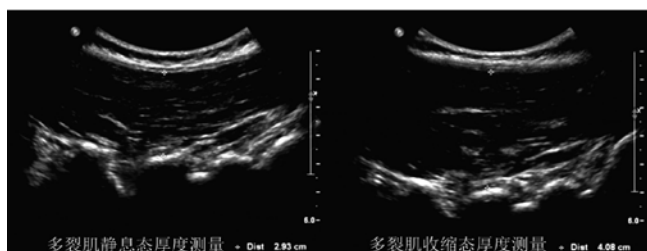


图 3 多裂肌的超声测量

表 1 俯卧位和四点跪位各种训练动作下腰多裂肌收缩率的变化(%,  $\bar{x} \pm s$ )

动作	俯卧位训练	例数	肌肉厚度变化率			腰多裂肌收缩率
			检查者 A	检查者 B	P 值	
1	对侧腿上抬	80	22.81 ± 7.87	21.86 ± 6.67 <sup>a</sup>	0.814	22.84 ± 5.52
2	同侧腿上抬	80	19.31 ± 7.44	20.73 ± 7.13 <sup>a</sup>	0.057	20.41 ± 6.29
3	对侧手上抬	80	21.43 ± 6.38	20.65 ± 5.93 <sup>a</sup>	0.778	21.14 ± 4.48
4	同侧手上抬	80	19.00 ± 7.26	19.78 ± 6.38 <sup>a</sup>	0.750	19.57 ± 6.01
5	小燕飞式上抬	80	25.47 ± 8.47	26.82 ± 6.99 <sup>a</sup>	0.426	26.55 ± 6.46

动作	四点跪位训练	例数	肌肉厚度变化率			腰多裂肌收缩率
			检查者 A	检查者 B	P 值	
6	对侧上肢上抬	80	2.811 ± 7.01	3.245 ± 7.39 <sup>a</sup>	0.642	3.028 ± 6.58
7	同侧上肢上抬	80	2.071 ± 9.05	1.020 ± 8.60 <sup>a</sup>	0.174	1.546 ± 8.50
8	对侧下肢上抬	80	22.56 ± 11.10	22.00 ± 12.05 <sup>a</sup>	0.577	22.05 ± 9.40
9	同侧下肢上抬	80	26.94 ± 10.01	26.23 ± 10.35 <sup>a</sup>	0.929	26.54 ± 9.19
10	同侧上肢对侧下肢上抬	80	29.33 ± 11.15	27.78 ± 11.36 <sup>a</sup>	0.244	29.12 ± 10.33
11	对侧上肢同侧下肢上抬	80	33.61 ± 13.02	30.80 ± 11.63 <sup>a</sup>	0.059	31.65 ± 9.60

注:与检查者 A 比较,<sup>a</sup> $P > 0.05$

查,清晰显示腰多裂肌的声像图,于腰椎第 4-5 关节突关节处测量腰多裂肌的厚度,声像图上显示为关节突强回声表面至皮下脂肪层与肌肉所形成的界面之间的距离<sup>[2]</sup>。

每位检查者在标准切面测量 3 次,取平均值代表测量的厚度;按公式(1)求得腰多裂肌训练动作下的厚度变化率,并由公式(2)求得腰多裂肌的收缩率。

$$\text{腰多裂肌厚度变化率} = \frac{\text{收缩态厚度} - \text{静息态厚度}}{\text{静息态厚度}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{腰多裂肌收缩率} = \frac{\text{肌肉厚度变化率}_A + \text{肌肉厚度变化率}_B}{2} \quad (2)$$

公式(2)中肌肉厚度变化率 A 为第 1 位检查者得出的肌肉厚度变化率,肌肉厚度变化率 B 为第 2 位检查者得出的肌肉厚度变化率。

### 三、统计学方法

采用 SPSS 19.0 版统计软件完成统计学分析。2 位超声科医师之间测量结果的比较采用配对  $t$  检验,腰多裂肌的厚度变化率采用多因素方差分析(ANOVA),组间比较用 LSD 法。 $P < 0.05$  认为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、各种训练动作下腰多裂肌收缩率的变化

检查者 A 和检查者 B 对不同训练动作下腰多裂肌的肌肉厚度进行测定,根据上述公式求得各种训练动作下肌肉的厚度变化率及肌肉的收缩率;在同一训练动作下,2 位检查者检测的肌肉厚度变化率组间比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。具体数据详见表 1。

为了直观地反映各动作下的腰多裂肌收缩率,能够简单指导康复师理解各动作的效果,绘制各种训练

动作下腰多裂肌的收缩率均值如图 4 所示。

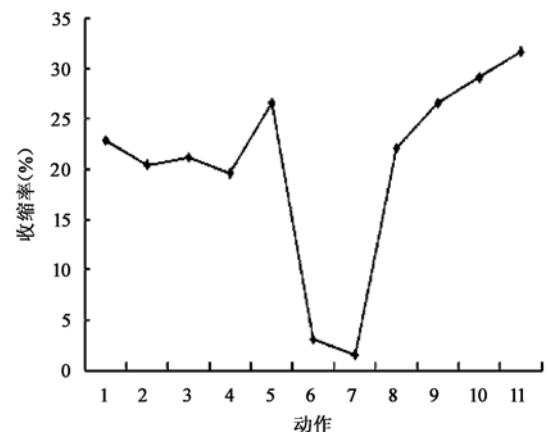


图 4 各训练动作下腰多裂肌收缩率均值的折线图

### 二、性别及训练动作对腰多裂肌收缩率的影响

以训练动作和性别为控制变量,腰多裂肌的收缩率为观测变量,经多因素方差分析各控制变量及控制变量的交互作用对观测变量的影响,结果如下:训练动作对腰多裂肌的收缩率的影响有统计学意义( $P < 0.05$ ),而性别以及性别与训练动作的交互作用对腰多裂肌的收缩率的影响无统计学意义( $P > 0.05$ )。

### 三、所有训练动作腰多裂肌收缩率两两比较

对所有训练动作的腰多裂肌收缩率进行统计学两两比较:对侧腿上抬(动作 1)、同侧腿上抬(动作 2)、对侧手上抬(动作 3)、同侧手上抬(动作 4)、对侧下肢上抬(动作 8)五个动作两两比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );小燕飞式上抬(动作 5)、同侧下肢上抬(动作 9)、同侧上肢对侧下肢上抬(动作 10)三个动作两两比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );对侧上肢上抬(动作 6)、同侧上肢上抬(动作 7)两两比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ );同侧上肢对侧下肢上抬(动作 10)、对侧上肢同侧下肢上抬(动作 11)两两比较差异

无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 其余动作的腰多裂肌收缩率两两比较, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。具体  $P$  值数据详见表 2。

## 讨 论

### 一、腰多裂肌的训练方法

国外学者研究认为, 多裂肌和腹横肌是维持脊柱稳定性的最重要的肌肉<sup>[3]</sup>。核心稳定的训练主要是指对核心稳定肌群(主要包括背部、下腹部、骨盆肌群)的训练, 通过对核心肌群进行相应的、有计划训练, 能够使核心肌群的整体原动性和局部稳定性得到有效的发展和提高<sup>[4]</sup>。简言之, 就是稳定脊柱和骨盆, 提高机体的平衡力和控制力。

在训练方法上, 国内外研究者不断开发出新的锻炼方法和手段, 其中有不借助任何器械的徒手练习, 也有借助各种辅助器械的悬吊训练和健身球、平衡板等。本研究所采用的训练动作是简单的手腿上抬动作, 这些简单的康复训练动作是所有复杂训练的有效基本单元。一方面这些简单训练对腰部肌肉的锻炼有着积极的作用, 是最基本、最常规的训练动作; 另一方面, 在做这些训练动作时, 方便使用超声显像观察肌肉的训练效果; 再者, 这些动作对训练环境要求不高, 便于患者自己执行, 有利于康复训练的推广。

### 二、超声显像对腰多裂肌观察的信度

既往对于肌肉的形态观察方面, 绝大多数研究以 MRI 为重要手段; 对于肌肉收缩状况的研究往往以肌电图为标准。但随着超声显像技术的发展, 康复领域的超声应用越来越广泛。超声显像检查具有价格便宜、方便快捷、无创等优点, 已经成为康复师制订康复计划, 观察康复效果的重要工具。而且国内外的多项研究表明<sup>[5-7]</sup>, 超声显像对腰多裂肌的观察有着较高的信度。本研究中, 同一训练动作下, 2 位检查者(超声科医师)检测的肌肉厚度变化率组间比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 说明 2 位检查者所得的肌肉厚度

变化率组间信度较高, 亦证实了超声显像的高信度。

### 三、腰多裂肌训练动作的效果

在疾病的诊治过程中, 个性化方案越来越得到医生的青睐, 对于疾病治疗的效果亦日益提高<sup>[8]</sup>; 在康复训练计划的制订中, 个性化方案将会是发展的趋势。因此, 康复训练师就需要在康复前对患者的每个动作效果有充分的掌握, 从而需要超声显像对每个康复训练动作所带来肌肉收缩情况进行全方位的评估。

本研究涉及 2 种体位下的 11 项基本训练动作, 经过分析发现, 这 11 项训练动作的腰多裂肌收缩率排序如下: 对侧上肢同侧下肢上抬 > 同侧上肢对侧下肢上抬 = 同侧下肢上抬 = 小燕飞式上抬 > 对侧腿上抬 = 同侧腿上抬 = 对侧手上抬 = 同侧手上抬 = 对侧下肢上抬 > 对侧上肢上抬 = 同侧上肢上抬。俯卧位时, 5 项训练动作的排序: 小燕飞式上抬 > 对侧腿上抬 = 同侧腿上抬 = 对侧手上抬 = 同侧手上抬; 四点跪位时, 6 项训练动作的排序: 对侧上肢同侧下肢上抬 > 同侧上肢对侧下肢上抬 = 同侧下肢上抬 > 对侧下肢上抬 > 对侧上肢上抬 = 同侧上肢上抬。

腰多裂肌的收缩率反映了训练动作对肌肉作用的效果, 因此, 各种训练动作的效果排序理论上应与上述排序一致。可以得知, 对侧上肢同侧下肢上抬在所有动作中作用效果最强; 俯卧位训练时, 小燕飞式上抬的作用效果最强。因此, 在得到这些训练动作的效果排序后, 训练师可以根据“由易到难、由简单到复杂”的原则, 个性化的制订和实施康复计划。

本研究中, 对侧腿上抬、同侧腿上抬、对侧手上抬、同侧手上抬、对侧下肢上抬五个训练动作下的腰多裂肌收缩率比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 通过均值的折线图, 可以直观地看出, 这 5 个训练动作下的腰多裂肌收缩率大致处于同一水平, 约 20% 左右。这在康复训练中有一定的意义, 训练师为了达到一定的训练效果, 可以根据患者的具体情况进行多样的动作选择。

表 2 11 种训练动作两两比较的  $P$  值

动作	动作										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-	0.139	0.301	0.056	0.029	0.029	0.000	0.615	0.036	0.000	0.000
2	0.139	-	0.655	0.663	0.000	0.000	0.000	0.328	0.000	0.000	0.000
3	0.301	0.655	-	0.377	0.001	0.000	0.000	0.594	0.002	0.000	0.000
4	0.056	0.663	0.377	-	0.000	0.000	0.000	0.157	0.000	0.000	0.000
5	0.029	0.000	0.001	0.000	-	0.000	0.000	0.007	0.930	0.139	0.004
6	0.029	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.383	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.383	-	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.615	0.328	0.594	0.157	0.007	0.000	0.000	-	0.010	0.000	0.000
9	0.036	0.000	0.002	0.000	0.930	0.000	0.000	0.010	-	0.117	0.003
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.139	0.000	0.000	0.000	0.117	-	0.157
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.003	0.157	-

注: - 表示同一种动作无比较

本研究中,性别对于腰多裂肌的收缩率没有影响,换言之,训练动作对于男女志愿者的腰多裂肌训练效果是相同的。所以,在制订康复计划时,康复师可以忽略性别的影响因素。

在对本研究的数据分析时,笔者发现对侧上肢上抬(动作 6)和同侧上肢上抬(动作 7)的收缩率分别为(3.028 ± 6.58)%和(1.546 ± 8.50)%,是 11 个训练动作中收缩率最低的,由此反映出在进行四点跪位时,上肢上抬对腰多裂肌的训练效果很小。同时,笔者发现在进行动作 6 和动作 7 训练时,腰多裂肌的收缩率出现了负值的情况。笔者认为原因主要有以下几点:①四点跪位时所谓的静息态并非腰多裂肌完全放松状态,而是相对的静息态,此时腰多裂肌有一定的收缩,在进行上肢上抬训练时,腰多裂肌较之静息态可能出现了舒张的情况;②因为上肢上抬动作产生的收缩率较小,误差对其的影响较大,其中包括志愿者动作的完成度和超声医生测量的精确度等方面。既然,上肢上抬动作训练有着很小的收缩率,并且离散度很大,甚至出现了负收缩,在进行腰多裂肌康复动作选择时,可以放弃这两个动作。

综上所述,腰多裂肌训练动作的效果各有不同,康复师可以根据需要,因人而异地制订康复计划。本研究对象均为健康志愿者,体重指数均在正常范围。因此,在下一步的研究中,可纳入有症状而需要进行康

复训练的志愿者进行研究,以期获得更加全面的数据,为康复师制订计划提供更有力的帮助。

#### 参 考 文 献

- [1] 曹立全,陈爱华,谭思洁. 核心肌力理论在运动健身和康复中的应用进展[J]. 中国康复医学杂志,2011,26(1):93-97.
- [2] Kiesel KB,Uhl TL,Underwood FB,et al. Measurement of lumbar multifidus muscle contraction with rehabilitative ultrasound imaging[J]. Man Ther,2007,12(2):161-166.
- [3] Stanford ME. Effectiveness of specific lumbar stabilization exercises:a single case study[J]. J Man Manip Ther,2002,10(1):40-46.
- [4] 王卫星,廖小军. 核心力量训练的作用及方法[J]. 中国体育教练员,2008,12(2):12-15.
- [5] 张志杰,朱毅,刘四文,等. 骨肌超声在慢性腰痛患者多裂肌厚度和横截面积测量中的应用[J]. 中国康复医学杂志,2013,28(3):262-263.
- [6] 史进军,卞荣,王新北,等. 在多种训练姿态下超声成像对多裂肌的形态测量的研究[J]. 江苏医药,2012,38(22):2671-2673.
- [7] Koppenhaver SL,Hebert JJ,Fritz JM,et al. Reliability of rehabilitative ultrasound imaging of the transversus abdominis and lumbar multifidus muscles[J]. Arch Phys Med Rehabil,2009,90(1):87-94.
- [8] 杨霖,杨永红,何红晨,等. 脊柱稳定训练与脊柱骨质疏松压缩骨折治疗效果:个性化方案的意义[J]. 中国组织工程研究与临床康复,2010,14(26):4937-4940.

(修回日期:2014-06-15)

(本文编辑:汪 玲)

## 术前前列地尔联合高压氧治疗先天性心脏病伴重度肺动脉高压

吴帆 张近宝 何春阳 高峰 丁盛

**【摘要】目的** 观察术前前列地尔联合高压氧(HBO)治疗对先天性心脏病伴发重度肺动脉高压患者的疗效。**方法** 按随机数字表法将 41 例室间隔缺损伴发重度肺动脉高压的患者分为对照组( $n=21$ ,常规治疗)和观察组( $n=20$ ,常规治疗+HBO 辅助治疗),常规治疗以多巴胺[3~5  $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ ]、呋塞米片(5~20 mg/次,3/日)、前列地尔[2~5  $\text{ng}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ ]等药物治疗以及常压间断吸氧(每次 0.5 h,3 次/日)治疗为主。比较 2 组患者入院时(T1)、术前治疗 15 d 后(T2)和术后治疗 10 d 后(T3)三个时间点体肺血流动力学变化。**结果** 2 组患者的平均肺动脉压(mPAP)、肺循环阻力(PVR)和肺动脉压/主动脉压比值(Pp/Ps)经术前综合治疗后下降为(57.09 ± 9.45)/(53.17 ± 11.62) mmHg、(943.82 ± 245.87)/(927.22 ± 119.28)  $\text{dyns}/\text{cm}^5$  和(0.71 ± 0.18)/(0.69 ± 0.14),再经手术及术后综合治疗后进一步下降;动脉血氧饱和度(SaO<sub>2</sub>)经治疗后逐步上升,而平均体循环压(mSAP)和体循环阻力(SVR)经术前治疗后(T2)略有下降( $P<0.05$ ),但在术后 10 d(T3)恢复至入院时水平(T1)。与对照组相比,观察组经术前治疗 15 d 后(T2)mPAP 和 PVR 下降更显著,而 SaO<sub>2</sub> 上升也更为明显( $P<0.05$ )。**结论** 先天性心脏病伴发重度肺动脉高压的患者在术前进行前列地尔药物降压的同时辅以 HBO 治疗可有效降低肺动脉压,提高血氧饱和度,从而为手术的实施和减少术后并发症提供更有力的保障。

**【关键词】** 先天性心脏病; 室间隔缺损; 肺动脉高压; 前列地尔; 高压氧

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.02.015

作者单位:610083 成都,成都军区总医院心血管外科(吴帆、张近宝、高峰、丁盛);成都军区总医院高压氧科(何春阳)

通信作者:张近宝,Email:jinz19@126.com