

交换按压手对胸外按压质量和疲劳的影响

李磊 周贤龙 江城 徐冰 熊丹 王黄磊 生立平 赵剡

430071 武汉, 武汉大学中南医院急诊科

通信作者: 赵剡, Email: doctoryanzhao@163.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2016.01.010

【摘要】目的 研究心肺复苏 (cardiopulmonary resuscitation, CPR) 时交换按压手的按压方式对胸外按压质量及操作者疲劳的影响。**方法** 177 名经标准基础生命支持培训的医学生, 用抽签方式随机确定按压方式 (交换按压手即上下手交换的方式或传统按压方式) 的先后顺序, 两种方式间隔 7 d, 分别在模拟人上进行 10 个循环的标准成人单人 CPR; 记录按压质量、CPR 前后操作者的生理参数、主观疲劳指标。计量资料用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 两组均数比较用成组 t 检验, 两组率的比较用 χ^2 检验, 不感到疲劳的概率用 Kaplan-Meier 方法评估, 以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。**结果** 在以优势手为初始按压手的操作者中, 交换按压手组和传统按压组按压质量均差异无统计学意义 ($P > 0.05$), CPR 后 Borg 疲劳评分差异无统计学意义 (13.17 ± 1.62 vs. 13.41 ± 2.11 , $P = 0.437$), 出现疲劳的循环数也差异无统计学意义 ($P = 0.127$)。在以非优势手为初始按压手的操作者中, 交换按压手组比传统按压组按压深度更深 [(39 ± 10) mm vs. (38 ± 9) mm, $P = 0.015$], CPR 后 Borg 疲劳评分更低 (12.67 ± 2.03 vs. 13.33 ± 1.95 , $P = 0.011$), 出现疲劳的循环数更晚 ($P = 0.041$)。**结论** CPR 中交换按压手的按压方式能延缓以非优势手为初始按压手的操作者的疲劳, 改善胸外按压质量。

【关键词】 心肺复苏术; 胸外按压; 按压手; 疲劳; 质量

The effects of up-down hand position switch on the quality of external chest compression and fatigue during cardiopulmonary resuscitation Li Lei, Zhou Xianlong, Jiang Cheng, Xu Bing, Xiong Dan, Wang Huanglei, Sheng Liping, Zhao Yan

Emergency Center, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China

Corresponding author: Zhao Yan, Email: doctoryanzhao@163.com

【Abstract】Objective To investigate the effects of up-down hand position switch on the quality of external chest compression and the fatigue of rescuers during cardiopulmonary resuscitation (CPR). **Methods** Two methods of external chest compression were compared in the experiment. One method was a chest compression by alternating two overlapped hands up-and-down compressing directly on the chest wall, and the other was the chest compression without alternating hand positions. A total of 177 medical students trained by standard basic life support course were randomly assigned to the sequences of those two methods by drawing lots. Two different methods of chest compression were separately performed at 7 days interval. Each time, 10 cycles of standard adult CPR were made on the manikin. The data including CPR quality, physiological variables and subjective fatigue feeling of the rescuers before and after CPR were recorded. The results were expressed as mean \pm SD. The t test was used to compare the means of two groups, and χ^2 test was used to compare the frequency between groups. The probability of event-free (no fatigue appearance) was estimated by Kaplan-Meier. The statistical significance was defined as $P < 0.05$. **Results** Among the rescuers, those used the dominant hand in contact with the sternum firstly, there were no significant differences in chest compression quality ($P > 0.05$), Borg scores after CPR (13.17 ± 1.62 vs. 13.41 ± 2.11 , $P = 0.437$), or cycle number of fatigue appearance ($P = 0.127$) between the alternating compressing hand position group and the conventional compressing without alternating hand position group. While among the rescuers, those used the non-dominant hand in contact with the sternum firstly, compression depth was deeper [(39 ± 10) mm vs. (38 ± 9) mm, $P = 0.015$], Borg score after CPR was lower (12.67 ± 2.03 vs. 13.33 ± 1.95 , $P = 0.011$), and the

appearance of fatigue appeared later ($P = 0.041$) in the compression with alternating hand positions group, compared with the conventional compression without alternating hand positions group. **Conclusion** The up-down hand position alternate during CPR may delay the fatigue which appeared earlier in non-dominant hand position rescuers and improve the quality of external chest compressions.

[Key words] Cardiopulmonary resuscitation; External chest compression; Compressing hand; Fatigue; Quality

心肺复苏 (cardiopulmonary resuscitation, CPR) 是心脏骤停患者生存链的重要环节, 早期有效的胸外按压是帮助患者恢复自主循环和生存的最重要因素^[1]。影响胸外按压结果的主要因素有很多, 如按压手 (即位于下方接触胸壁的手) 的位置, 操作者的位置, 患者的位置等^[2]。其中在按压手的选择方面, 有研究表明, 对于新手操作者, 以优势手为初始按压手与以非优势手为初始按压手对胸外按压质量的影响差异无统计学意义^[3]; 对于专业人员, 以优势手为初始按压手则更能提高胸外按压质量^[4]。笔者最近做的一项关于新手操作者按压手与 CPR 质量的关系的试验也表明, 约 71% (155/220) 的操作者在 CPR 中以非优势手为初始按压手, 但是以优势手为初始按压手更能提高胸外按压质量, 延缓操作者的疲劳^[5]。

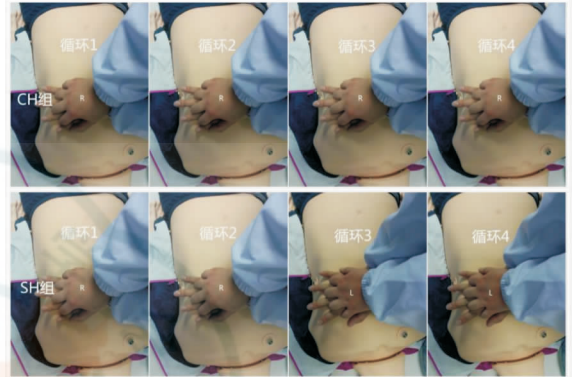
2010 年美国心脏协会 (American Heart Association, AHA) 心肺复苏及心血管急救指南推荐, 胸外按压频率“至少 100 次/min”、按压深度“至少 5 cm”^[6]。同时, 关于操作者的疲劳, 研究表明操作者实际在第 1 min 就已经疲劳, 但没有察觉^[7]。而在很多院外心脏骤停事件中, 操作者可能一个人做 CPR 数分钟或更久。笔者设想如果以非优势手为初始按压手的操作者在胸外按压时用交换按压手 (switching compressing hand position, SH) 的方式代替传统按压 (conventional compressing hand position, CH) 的方式, 使以非优势手为按压手按压的比例降低, 有可能延缓操作者的疲劳, 提高 CPR 质量, 为此设计了本试验。

1 资料与方法

1.1 一般资料

该随机交叉模拟人试验基于 2010 年 AHA 心肺复苏及心血管急救指南施行两种不同方式的胸外按压 (图 1)。所有操作者签署知情同意书, 有创伤, 关节疼痛以及有腰椎间盘突出, 高血压, 妊娠等情况的操作者被排除在外。记录每个操作者的性别、年龄、身高、体质量、专业、CPR 中初始按压手

及优势手等信息。



传统按压组 (CH 组): 10 个循环都为左手在下接触胸壁, 右手在左上; 交换按压手组 (SH 组): 第 1, 2 循环左手在下接触胸壁, 右手在左上, 第 3, 4 循环右手在下接触胸壁, 左手在右上, 以此类推, 每 2 个循环上下手交换, 直到第 10 个循环, 此图只列出前 4 个循环

图 1 以左手为初始按压手为例的两种不同按压方式的图示
Fig 1 A demonstration of conventional compressing hand position (CH) and switching compressing hand position (SH) in a rescuer, who uses left hand in contact with the sternum firstly

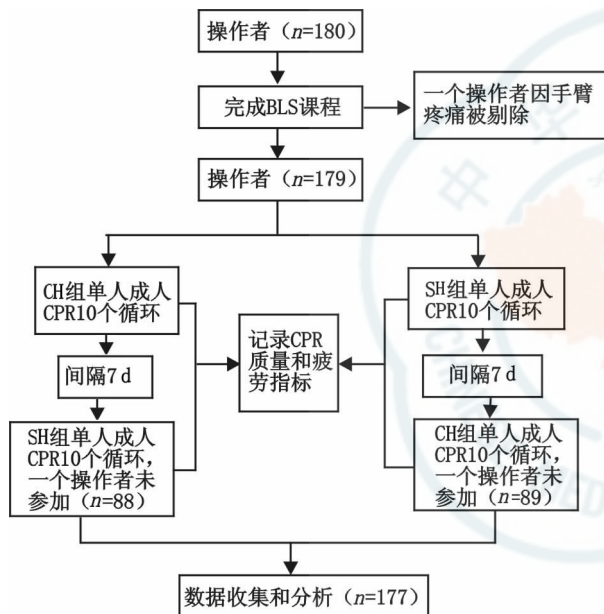
1.2 样本量

在做正式试验前进行了预试验。试验估计交换按压手组与传统按压组平均按压深度差值的标准差为 13, 假设 α 为 0.05, β 为 0.2, 以平均按压深度相差 3 mm 为有差异, 采用 R function power t 检验^[8]进行样本量估计, 则需要 150 人, 最后本研究多招募了 20% 的人, 即 180 名医学生, 以防止由于各种原因导致的退出。

1.3 试验方案

试验分为两轮, 操作者需间隔 7 d 进行两次 CPR, 分别采用交换按压手和传统按压的按压方式, 每次均需在 Resusci Anne QCPR 模拟人 (Laerdal 中国有限公司, 杭州, 中国) 上做 10 个循环的 30:2 CPR (图 2)。操作者在接受标准成人基础生命支持 (basic life support, BLS) 课程培训后, 以抽签的方式决定试验过程中所采用按压方式的先后顺序。如果卡片上有“CH”字样, 则该组操作者先以传统按

压方式进行第一轮 CPR, 7 d 后进行第二轮交换按压手方式的 CPR; 如果卡片上有“SH”字样, 则该组人员先以交换按压手的方式进行第一轮 CPR, 7 d 后进行第二轮传统按压方式的 CPR。以交换按压手方式进行按压时, 所有操作者均需每两个循环上下手交换。记录各个操作者每次 CPR 前后的生理参数和 Borg 疲劳评分 (由操作者按照 Borg 疲劳评分量表上的疲劳程度数据分级自我评分)。在 CPR 过程中, 如果操作者感到疲劳已经影响按压质量, 他们应立即告诉观察员, 观察员将随即记录下操作者感到疲劳的循环数。



CH: 传统按压组; SH: 交换按压手组

图2 试验方案

Fig 2 Study protocol

1.4 监测指标

CPR 质量由模拟人系统客观获得, 包括按压深度、按压频率、充分回弹百分比、正确按压位置百分比、按压总数、按压总时间、平均按压中断时间、平均通气量和平均通气频率。采用多功能监护仪 (M8002A, Philips Medizin Systeme Boeblingen GmbH, Boeblingen, Germany) 监测以下指标: CPR 前后操作者的收缩压、舒张压、平均动脉压、心率、脉搏氧饱和度。采用 Borg 疲劳评分量表^[9] 评估操作者 CPR 前后的主观疲劳评分。Borg 疲劳评分量表 6 ~ 20 分表示: “6 分” 代表一点也不累, “7 ~ 8 分” 代表非常非常轻松, “9 ~ 10 分” 代表非常轻松, “10 ~ 12 分” 代表轻松, “13 ~ 14 分” 代表有点累,

“15 ~ 16 分” 代表累, “17 ~ 18 分” 代表非常累, “19 分” 代表极其累, “20 分” 代表倾尽全力。同时还记录 CPR 过程中操作者感到疲劳的循环次数。

1.5 统计学方法

数据由统计学软件 SPSS 22.0 处理, 以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$)、百分比或数值来表达。如果数据服从正态分布且方差齐, 则用配对 *t* 检验, 如果数据不服从正态分布, 则用非参数配对秩和检验; 百分比的比较用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验; 不感到疲劳的概率用 Kaplan-Meier 方法评估, 其差异性用 log-rank 检验评估; 以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 操作者的一般情况

最初, 有 180 名医学生参与 BLS 课程并同意参与该试验, 2 名学生因未完成第二轮试验, 1 名学生因为手臂疼痛而被剔除, 最终 177 名学生被纳入研究。所有操作者一般情况如表 1 所示, 除了体质量在以优势手为初始按压手和以非优势手为初始按压手的操作者间差异有统计学意义外, 其他各项在两组间均差异无统计学意义。

表 1 操作者的基本信息

Table 1 The demographics of rescuers

指标	所有操作者 (<i>n</i> = 177)	DH 操作者 (<i>n</i> = 58)	NH 操作者 (<i>n</i> = 119)	<i>P</i> 值 ^a
性别 (例, %)				0.571
男	71 (40.1)	25 (43.1)	46 (38.7)	
女	106 (59.9)	33 (56.9)	73 (61.3)	
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	24 (2.0)	24 (1.5)	24 (2.2)	0.651
体质量 (kg, $\bar{x} \pm s$)	57 (10)	59 (12)	55 (10)	0.034
身高 (cm, $\bar{x} \pm s$)	166 ± 8	166 ± 8	165 ± 8	0.816
优势手 (例, %)				0.840
右手	145 (82.5)	48 (82.8)	97 (81.5)	
左手	32 (17.5)	10 (17.2)	22 (18.5)	
BLS 证书 (例, %)				0.807
有	14 (7.9)	5 (8.6)	9 (7.6)	
无	163 (92.1)	53 (91.4)	110 (92.4)	
专业 (例, %)				0.758
急诊医学	4 (2.3)	1 (1.7)	3 (2.5)	
麻醉学	6 (3.4)	3 (5.2)	3 (2.5)	
外科	37 (20.8)	13 (22.4)	24 (20.2)	
内科	55 (31.1)	15 (25.7)	40 (33.6)	
儿科	3 (1.7)	2 (3.5)	1 (0.8)	
口腔科	11 (6.2)	4 (7.0)	7 (5.9)	
其他	61 (34.5)	20 (34.5)	41 (34.5)	

注: NH: 非优势手为初始按压手; DH: 优势手为初始按压手;

^a在以优势手为初始按压手和非优势手为初始按压手操作者间比较

2.2 按压和通气质量

在以优势手为初始按压手的操作者或以非优势

手为初始按压手的操作者中，交换按压手组和传统按压组间的按压频率均差异无统计学意义，分别为 $[(146 \pm 22) \text{ 次}/\text{min} \text{ vs. } (148 \pm 27) \text{ 次}/\text{min}]$ ， $P = 0.857$ ； $[(140 \pm 18) \text{ 次}/\text{min} \text{ vs. } (143 \pm 22) \text{ 次}/\text{min}]$ ， $P = 0.057$ （图 3A）；在以优势手为初始按压手的操作者中，交换按压手组和传统按压组间平均按压深度差异无统计学意义 $[(41 \pm 10) \text{ mm} \text{ vs. } (39 \pm 10) \text{ mm}]$ ， $P = 0.227$ ，而在以非优势手为初始按压手的操作者中，交换按压手组明显深于传统按压组 $[(39 \pm 10) \text{ mm} \text{ vs. } (36 \pm 8) \text{ mm}]$ ， $P = 0.015$ （图 3B）；两组总体按压深度和按压频率均差异无统计学意义（ $P = 0.294$ ； $P = 0.126$ ）。在以优势手为初始按压手或以非优势手为初始按压手的操作者中，交换按压手组和传统按压组的充分回弹百分比均差异无统计学意义，分别为优势手操作者 $(51.8 \pm 5.7) \% \text{ vs. } (52.8 \pm 6.2) \%$ ， $P = 0.775$ ；非优势手操作者 $(52.3 \pm 4.3) \% \text{ vs. } (54.3 \pm 7.6) \%$ ， $P = 0.247$ （图 3C）；正确按压位置百分比也差异无统计学意义，分别为优势手操作者 $(90.8 \pm 8.6) \% \text{ vs. } (89.8 \pm 7.8) \%$ ， $P = 0.649$ ；非优势手操作者 $(91.7 \pm 10.4) \% \text{ vs. } (89.8 \pm 9.2) \%$ ， $P = 0.206$ （图 3D）。

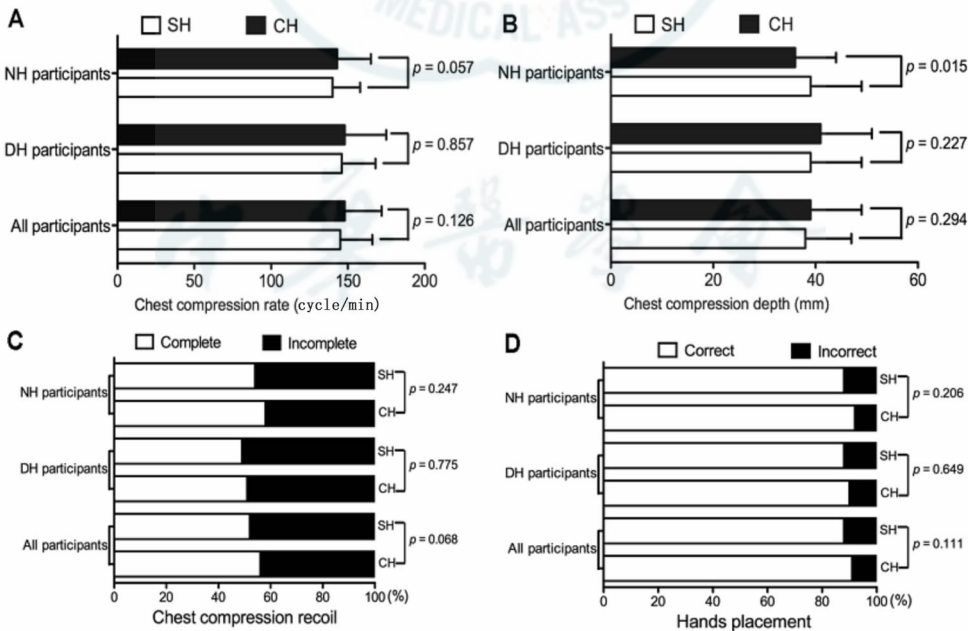
在以优势手为初始按压手或以非优势手为初始按压手的操作者中，交换按压手组和传统按压组总的按压数、CPR 总时间、平均按压中断时间、平均通气频率和平均通气量均差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），见表 2。

表 2 两组总按压数、按压中断时间、总 CPR 时间和通气的比较（ $\bar{x} \pm s$ ）

Table 2 The comparisons of total number of chest compressions, hands off time, total CPR time and ventilations between two sessions ($\bar{x} \pm s$)

指标	操作者	CH 组 (n = 177)	SH 组 (n = 177)	P 值
总按压次数	NH	300 ± 26	302 ± 22	0.413
	DH	297 ± 22	301 ± 25	0.326
平均按压中断时间 (s)	NH	24 ± 7	25 ± 6	0.946
	DH	24 ± 5	24 ± 6	0.974
CPR 总时间 (s)	NH	214 ± 31	217 ± 33	0.414
	DH	217 ± 24	220 ± 29	0.317
通气频率 (次/min) ^a	NH	4 ± 3	4 ± 3	0.976
	DH	4 ± 2	4 ± 3	0.897
平均通气量 (mL)	NH	681 ± 408	658 ± 405	0.398
	DH	670 ± 387	679 ± 390	0.420

注：NH 非优势手为初始按压手；DH 优势手为初始按压手；CH 传统按压组；SH 交换按压手组；^a 通气频率为总的通气次数除以总 CPR 时间得出



Chest compression rate: 按压频率; Chest compression depth: 按压深度; Chest compression recoil: 按压回弹; Hands placement: 手的位置; NH: 非优势手为初始按压手; DH: 优势手为初始按压手; CH: 传统按压组; SH: 交换按压手组

图 3 SH 组和 CH 组按压频率 (A)、按压深度 (B)、按压回弹 (C) 和手的位置 (D) 的比较

Fig 3 The comparisons of chest compression rate (A), depth (B), recoil (C) and hands placement (D) between SH and CH groups

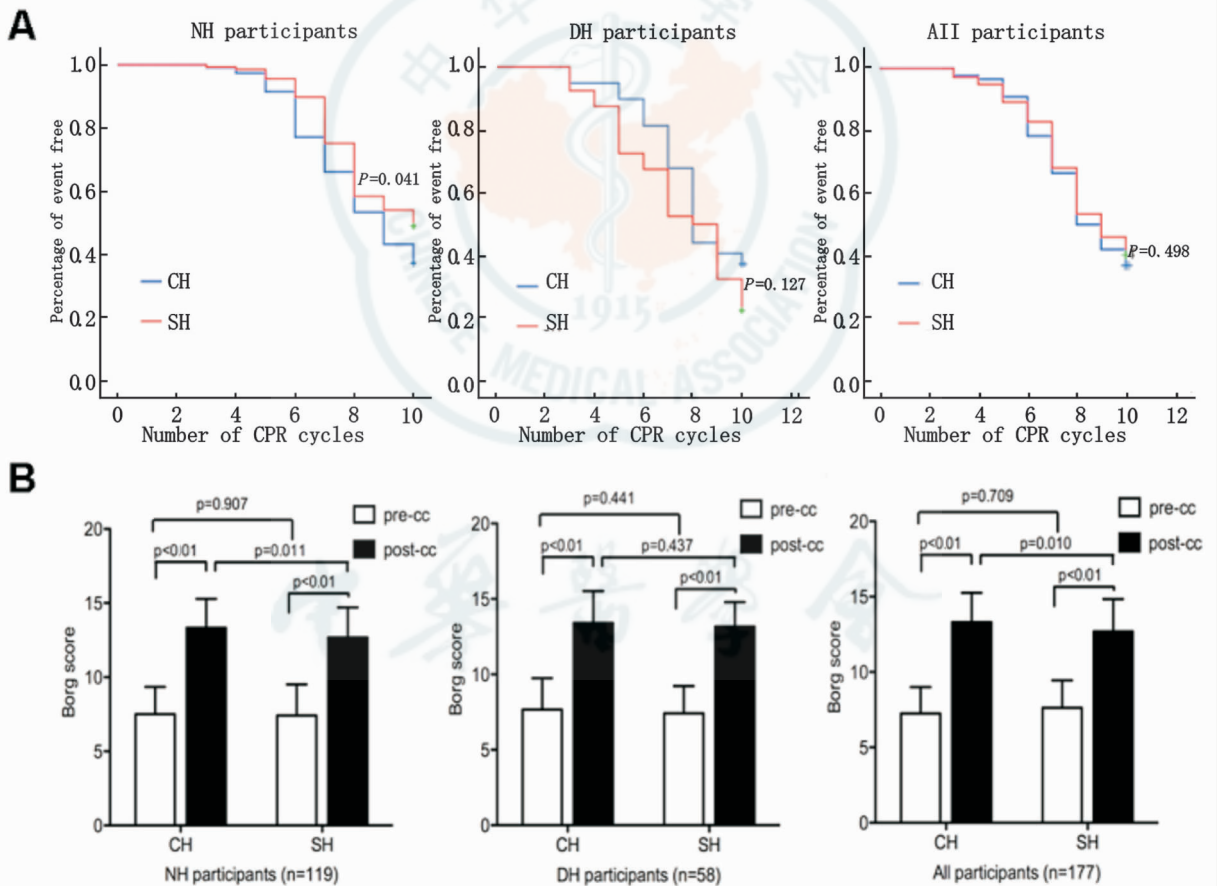
2.3 疲劳

在试验中笔者通过 CPR 前后生理参数 (表 3), Borg 疲劳评分和感到疲劳的循环数 (图 4) 来评估操作者的疲劳。

交换按压手组和传统按压组 CPR 后比 CPR 前均有更高的收缩压、平均动脉压和心率 ($P < 0.01$), 两组 CPR 前后舒张压均差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 两组脉搏氧饱和度在 CPR 后均明显下降 ($P < 0.01$)。在以优势手为初始按压手的操作者或以非优势手为初始按压手的操作者中, 两组 CPR 前后的收缩压、舒张压、平均动脉压、心率、脉搏氧饱和度均差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

在 CPR 前交换按压手组与传统按压组间 Borg

疲劳评分均差异无统计学意义 ($P > 0.05$), CPR 后两组 Borg 疲劳评分均明显增高 ($P < 0.05$)。在以优势手为初始按压手的操作者中, 两组 CPR 后 Borg 疲劳评分差异无统计学意义 (13.17 ± 1.62 vs. 13.41 ± 2.11 , $P = 0.437$), 出现疲劳的循环数也差异无统计学意义 ($P = 0.127$)。而在以非优势手为初始按压手的操作者中, Borg 疲劳评分在交换按压手组更低 (12.67 ± 2.03 vs. 13.33 ± 1.95 , $P = 0.011$), 感到疲劳的循环数在交换按压手组更晚 ($P = 0.041$)。交换按压手组总体 Borg 评分低于传统按压组 (13 ± 2 vs. 14 ± 2 , $P = 0.010$), 但感到疲劳的循环数相似 ($P = 0.498$)。



Percentage of event free: 不感到疲劳百分比; number of CPR cycles: CPR 循环数; NH: 非优势手为初始按压手; DH: 优势手为初始按压手; pre-cc: 心肺复苏前; post-cc: 心肺复苏后; CH: 传统按压组; SH: 交换按压手组

图 4 SH 组和 CH 组疲劳表现 (A) 和 Borg 评分 (B) 的比较

Fig 4 The comparisons of fatigue appearance (A) and Borg score (B) between SH and CH groups

表 3 操作者 CPR 前后的生理参数的比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 The comparisons of physiologic parameters changes of rescuers before and after CPR ($\bar{x} \pm s$)

组别	指标	CH 组			SH 组			P 值 ^a	P 值 ^b
		CPR 前	CPR 后	P 值	CPR 前	CPR 后	P 值		
NH 操作者 (n = 119)	收缩压 (mmHg)	121.3 ± 13.1	130.2 ± 14.3	<0.01	122.8 ± 13.7	129.4 ± 15.2	<0.01	0.318	0.667
	舒张压 (mmHg)	73.1 ± 9.4	72.5 ± 8.4	0.058	73.3 ± 9.5	72.5 ± 8.6	0.358	0.862	0.328
	平均动脉压 (mmHg)	89.2 ± 9.5	91.0 ± 9.1	0.007	89.8 ± 9.7	91.5 ± 9.2	0.150	0.554	0.693
	心率 (次/min)	89.4 ± 14.8	124.2 ± 18.5	<0.01	88.7 ± 14.4	123.8 ± 19.7	<0.01	0.712	0.856
	脉搏氧饱和度 (%)	99.6 ± 0.8	98.9 ± 1.3	<0.01	99.6 ± 1.2	98.8 ± 1.4	<0.01	0.948	0.586
DH 操作者 (n = 58)	收缩压 (mmHg)	125.5 ± 12.7	130.1 ± 13.2	0.043	122.8 ± 10.9	129.3 ± 11.6	<0.01	0.237	0.712
	舒张压 (mmHg)	73.8 ± 9.0	73.1 ± 8.2	0.476	72.8 ± 8.8	72.5 ± 8.8	0.987	0.553	0.813
	平均动脉压 (mmHg)	91.0 ± 8.8	92.1 ± 8.3	0.197	89.4 ± 8.6	91.6 ± 8.6	0.013	0.353	0.718
	心率 (次/min)	88.5 ± 15.2	120.2 ± 21.2	<0.01	89.6 ± 15.1	117.8 ± 19.3	<0.01	0.689	0.446
	脉搏氧饱和度 (%)	99.5 ± 0.9	98.8 ± 1.4	<0.01	99.6 ± 0.8	98.9 ± 1.3	<0.01	0.813	0.548

注: NH 非优势手为初始按压手; DH 优势手为初始按压手; CH 传统按压组; SH 交换按压手组; ^a 两组 CPR 前比较; ^b 两组 CPR 后比较

3 讨论

胸外按压是 CPR 成功的关键, 疲劳是影响胸外按压的重要因素。本研究发现在以非优势手为初始按压手的操作者中, 交换按压手组平均按压深度更深, CPR 后 Borg 疲劳评分更低, 感到疲劳的循环数更晚。

在操作者的基本特征中, 本研究发现, 平均体质量在以优势手为初始按压手的操作者中更重, 也有研究表明按压深度与操作者的性别, 身高, 体质量无关^[10]。

本试验纳入的研究对象为新手操作者, 笔者以前的试验显示, 新手操作者在以优势手为初始按压手时能提高 CPR 质量, 延缓疲劳^[5]。这与 Nikandish 等^[4]的研究是不一致的, 其研究显示以优势手为初始按压手和以非优势手为初始按压手对 CPR 质量的影响差异无统计学意义。可以从几方面解释两者结果不同的原因: 首先, 纳入研究的样本量不一样, 本研究的样本量明显更大 (220 vs. 59); 另一方面, 本研究进行的是 30:2 的 CPR, 而 Nikandish 等^[3]的试验是单纯胸外按压的 CPR。有证据^[11]表明单纯胸外按压 CPR 会更易疲劳, 且 2010 年 AHA 指南也推荐经过培训的人员做 30:2 的 CPR^[1]。

试验中大部分 (119/177) 的操作者以非优势手为初始按压手, 这与笔者以前的研究^[5]是一致的。本研究设想在胸外按压时用交换按压手的方式来减少以非优势手为按压手的比例, 增加以优势手为按压手的比例, 从而减少操作者的疲劳, 改善胸外按压质量, 而试验结果也表明以非优势手为初始

按压手的操作者中交换按压手组平均按压深度更深, CPR 后 Borg 疲劳评分更低, 感到疲劳的循环数更晚。有研究指出更大的深度与成功复苏关系很大^[12], 也有试验发现当动态监测按压质量时按压深度随时间明显下降, 表明疲劳是按压深度降低的主要原因^[13]。

本研究还发现, 虽然传统按压组和交换按压手组按压频率差异无统计学意义, 但均达到 150 次/min。尽管 2010 年 AHA 心肺复苏及心血管急救指南推荐的是所有操作者用力快速按压, 频率至少 100 次/min^[1]。但 2010 年欧洲复苏委员会指南进一步推荐按压频率范围为 100 ~ 120 次/min^[14]。已有研究指出超出适当按压频率会导致按压深度变小^[15]。本研究中交换按压手组和传统按压组按压频率差异无统计学意义, 但交换按压手组的按压频率总体数值更低些。

根据 2010 欧洲复苏委员会的指南推荐, 如果可能, 在胸外按压时应该每 2 min 换人以减少操作者的疲劳对 CPR 质量的影响^[14]。但在很多院外心脏骤停事件中, 操作者必须一个人做 CPR 数分钟或更久。这时如果持续采用以非优势手为按压手按压显然会增加疲劳, 降低 CPR 质量。现在有些通过其他按压辅助装置^[16]来减少按压疲劳, 改善心肺复苏质量。而本研究的交换按压手的方式不需要借助其他工具, 经济简单方便, 可在一定程度上延缓疲劳, 提高 CPR 质量。

本研究有以下局限性: 第一, 该试验为模拟人试验, 尚不能完全代表临床上的真实情况, 以后可在真实临床场景下做进一步研究; 第二, 为了体现换手对 CPR 质量的影响, 又不过分干扰操作者,

本研究将换手频率规定为每两个循环上下手交换,而改变换手频率结果可能会不一样;第三,试验中由于模拟人系统的设置,只能测量 10 个循环的总体指标,并未能测得每个循环的各项指标,所以无法观测到各项指标的变化趋势;第四,本研究纳入的研究对象为医学生,并且他们都比较年轻,而在专业救护人员和年龄大的操作者中该项研究结果是否相同有待进一步研究。第五,疲劳又称疲乏,是主观上一种疲乏无力的不适感觉。因此,本研究用 Borg 疲劳评分和感到疲劳的循环数来评价操作者的主观疲劳程度,但除生理参数外尚无更多的客观指标,如血乳酸值。

综上,在 2010 年 AHA 的 CPR 指南下,胸外按压时交换按压手的方式可增加按压深度,不改变按压频率和通气质量,并可延缓以非优势手为初始按压手的操作者的疲劳。

志谢 感谢广东外语外贸大学英语专业的刘慧奕同学对本文摘要的翻译

参 考 文 献

[1] Berg RA, Hemphill R, Abella BS, et al. Part 5: Adult basic life support 2010 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care [J]. *Circulation*, 2010, 122 (18 suppl 3): S685-705. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970939.

[2] Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest [J]. *JAMA*, 2005, 293 (3): 299-304. DOI: 10.1001/jama.293.3.299.

[3] Nikandish R, Shahbazi S, Golabi S, et al. Role of dominant versus non-dominant hand position during uninterrupted chest compression CPR by novice rescuers: a randomized double-blind crossover study [J]. *Resuscitation*, 2008, 76 (2): 256-260. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2007.07.032.

[4] Kundra P, Dey S, Ravishankar M. Role of dominant hand position during external cardiac compression [J]. *Br J Anaesth*, 2000, 84 (4): 491-493.

[5] Jiang C, Jiang S, Zhao Y, et al. Dominant hand position improves the quality of external chest compression: A manikin study based on 2010 CPR guidelines [J]. *J Emerg Med*, 2015, 48 (4): 436-444. DOI: 10.1016/j.jemermed.2014.12.034.

[6] Travers AH, Rea TD, Bobrow BJ, et al. Part 4: CPR overview;

2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [J]. *Circulation*, 2010, 122 (18Suppl 3): S676-684. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970913.

[7] Manders S, Geijsel FE. Alternating providers during continuous chest compressions for cardiac arrest: every minute or every two minutes [J]. *Resuscitation*, 2009, 80 (9): 1015-1018. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2009.05.014.

[8] R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [EB/OL] <http://www.R-project.org/>.

[9] Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 1982, 14 (5): 377-381.

[10] degaard S, Kramer-Johansen J, Bromley A, et al. Chest compressions by ambulance personnel on chests with variable stiffness: abilities and attitudes [J]. *Resuscitation*, 2007, 74 (1): 127-134. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2006.12.006.

[11] Shin J, Hwang S, Lee H, et al. Comparison of CPR quality and rescuer fatigue between standard 30:2 CPR and chest compression-only CPR: a randomized crossover manikin trial [J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2014, 22: 59. DOI: 10.1186/s13049-014-0059-x.

[12] Chen SQ. Advances in clinical studies of cardiopulmonary resuscitation [J]. *World J Emerg Med*, 2015, 6 (2): 85-93. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2015.02.001.

[13] Ochoa FJ, Ramalle-Gomara E, Lisa V, et al. The effect of rescuer fatigue on the quality of chest compressions [J]. *Resuscitation*, 1998, 37 (3): 149-152. DOI: 10.1016/S0300-9572 (98)00057-4.

[14] Koster RW, Baubin MA, Bossaert LL, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators [J]. *Resuscitation*, 2010, 81 (10): 1277-1292. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2010.08.009.

[15] Hong MY, Tsou JY, Tsao PC, et al. Push-fast recommendation on performing CPR causes excessive chest compression rates, a manikin model [J]. *Am J Emerg Med*, 2014, 32 (12): 1455-1459. DOI: 10.1016/j.ajem.2014.08.074.

[16] Kovic I, Lulic D, Lulic I. CPR PRO device reduces rescuer fatigue during continuous chest compression cardiopulmonary resuscitation: a randomized crossover trial using a manikin model [J]. *J Emerg Med*, 2013, 45 (4): 570-577. DOI: 10.1016/j.jemermed.2013.04.021.

(收稿日期: 2015-05-14)

(本文编辑: 郑辛甜)