·论著·

不同提示措施对中医院第1年规范化培训住院医师胸外按压质量的影响

曾瑞峰[1]　殷雪莲[2]　谭彩霞[2]　赖芳[1]　李荣满[1]　张伟[1]　李俊[1]

[1]广州中医药大学第二附属医院，广东省中医院，广东省中医急症研究重点实验室，广东广州 510120；
[2]广州中医药大学第二临床医学院，广东广州 510405
曾瑞峰现在广州中医药大学针灸康复临床医学院工作，510006
通信作者：李俊，Email：lijun1401@163.com

【摘要】 目的 观察不同提示措施对中医院规范化培训住院医师（规培生）心肺复苏（CPR）胸外按压质量的影响。**方法** 从2016年7月至8月广东省中医院招募第1年规培生，选择84名剔除胸外按压反馈装置数据采集不完整者11名，实际纳入志愿者73名。按随机数字表法分为手机节拍器组、音乐节拍组、深度提示组、空白对照组，最终纳入结果，手机节拍器组16名、音乐节拍组15名、深度提示组22名、空白对照组20名。手机节拍器组使用手机节拍器进行频率指导CPR，频率110次/min，节拍2/4；音乐节拍组提示伴随音乐《活着》进行CPR，频率107次/min，节拍4/4；深度提示组按压期间依据模拟人的电子显示器实时反馈按压深度以及回弹情况；空白对照组没有任何提示措施。每名志愿者对模拟人各进行5个循环的CPR。按压时在按压点上放置一个胸腔按压反馈装置，操作者将手放置在该装置上进行CPR，通过反馈装置内置的双传感器和压力传感器读取胸外按压比例1（CCF1）、按压深度、频率、太慢次数、太快次数、太浅次数、总按压次数、正确次数、正确率、按压滞留率，作为初评数据；同时将模拟人自带的电子显示器上显示的按压正确率、正确通气比例、胸外按压比例2（CCF2）作为复核评价标准。观察4组志愿者胸外按压质量。**结果** 深度提示组按压频率、太快次数均较音乐节拍组明显增多〔频率（次/min）：140.59±17.90比124.27±21.43，太快次数（次）：134.18±49.88比95.40±53.76，均$P<0.05$〕，深度提示组总按压次数较音乐节拍组和空白对照组明显增加（次：152.73±27.05比135.60±10.38，144.60±12.56，均$P<0.05$），按压滞留率较空白对照组明显增加〔37.50%（4.75%，88.25%）比12.00%（2.75%，47.00%）〕。两种胸外按压反馈装置的一致性检测上，音乐节拍组胸腔按压反馈装置提示CCF1明显低于模拟人的电子显示器〔（53.60±9.87）%比（58.20±28.17）%〕，深度提示组胸腔按压反馈装置提示CCF1明显高于模拟人的电子显示器〔（56.32±7.77）%比（43.86±27.63）%，$P<0.05$〕，手机节拍器组、音乐节拍组、深度提示组、空白对照组胸腔按压反馈装置提示胸外按压正确率均明显低于模拟人的电子显示器〔手机节拍器组：0.00%（0.00%，60.75%）比38.50%（24.25%，92.00%）；音乐节拍组：0.00%（0.00%，7.00%）比60.00%（32.00%，89.00%）；深度提示组：0.00%（0.00%，0.25%）比34.00%（20.75%，68.25%）；空白对照组：0.00%（0.00%，1.75%）比61.50%（30.75%，84.25%），均$P<0.05$〕，提示两种反馈装置指标的一致性较差，信度不高。**结论** 胸外按压提示措施对按压质量的影响因人而异，只有通过系统及反复训练才能真正提高胸外按压的质量。

【关键词】 住院医师规范化培训；　胸外按压；　提示措施；　质量

基金项目：公益性行业科研专项项目（201502019）；广东省科技计划项目（2017ZC0164，2017ZC0160）；广东省教育厅临床教学基地教学改革研究项目（2016JBD060）；广东省中医院中医药科研专项项目（YK2013B2N17）

DOI：10.3969/j.issn.1008-9691.2019.02.014

Influence of different prompt measures on the quality of cardiopulmonary resuscitation chest compressions in the first year standardized training of residents in Chinese medicine hospitals

Zeng Ruifeng[1], Yin Xuelian[2], Tan Caixia[2], Lai Fang[1], Li Rongman[1], Zhang Wei[1], Li Jun[1]

[1]The Second Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangdong Provincial Hospital of Chinese Medicine, Guangdong Provincial Key Laboratory of Research on Emergency in Traditional Chinese Medicine, Guangzhou 510120, Guangdong, China; [2]The Second Clinical College of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510405, Guangdong, China

Zeng Ruifeng is working in the Clinical Medical College of Acupuncture Moxibustion and Rehabilitation of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, Guangdong, China

Corresponding author: Li Jun, Email: lijun1401@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the influence of different prompt measures on the quality of cardiopulmonary resuscitation (CPR) chest compressions in the standardized training of residents in Chinese medicine hospitals. **Methods** There were 84 participants who were the first year standardized training residents recruited from Guangdong Provincial Hospital of Chinese medicine during July to August 2016, and eleven of them were excluded because of incomplete chest compression data collected from the feedback system. Finally, 73 participants being volunteers were enrolled. They were divided randomly into phone metronome group (n = 16), music metronome group (n = 15), depth display group (n = 22), and blank control group (n = 20). In phone metronome group, a mobile phone metronome was applied in the duration of CPR, with a frequency of 110 beats per minute, beat 2/4; in the music metronome group, it was accompanied by the music *Staying Alive* during the compression period, with frequency of 107 beats per minute, beat 4/4; in depth display group, a model electronic displayer was used in the duration of the

compressions to feedback the real time compression depth and its rebound situation in CPR; there was no any intervention measure in blank control group. Each participant performed 5 cycles of CPR on a manikin. A chest compression feedback device was placed on the pressing point, on which the participants places the hand for CPR. The chest compression fraction 1 (CCF1), compression depth, compression rate, too slow frequency, too fast frequency, too shallow frequency, the total times of compressions, the correct times of compressions, correct rate, and the rate of compression retention were record as preliminary evaluation data by using the dual sensor and the pressure sensor built in the chest compression feedback device. At the same time, the correct compression ratio, correct ventilation ratio, the chest compression fraction 2 (CCF2) displayed on the human electronic displayer of the manikin were used as the review criteria. The quality of chest compression among the four groups of volunteers was compared. **Results** The compression rate and the too fast frequency in the depth display group were significantly higher than those in the music metronome group [compression rate (bpm): 140.59±17.90 vs. 124.27±21.43, the too fast frequency (times): 134.18±49.88 vs. 95.40±53.76, both $P<0.05$], and the total compression times in depth display group were significantly higher than either in music metronome group or in blank control group (times: 152.73±27.05 vs. 135.60±10.38, 144.60±12.56, all $P<0.05$), the rate of compression retention in depth display group was significantly higher than that in blank control group [37.50% (4.75%, 88.25%) vs. 12.00% (2.75%, 47.00%)]. Consistency detection of two sets of feedback systems for chest compression showed that the chest compression ratio in music metronome group evaluated by the chest compression feedback device was obviously lower than that assessed by the analog human electronic displayer [(53.60±9.87)% vs. (58.20±28.17)%], and it was suggested that the chest compression ratio in depth display group evaluated by the chest compression feedback device be markedly higher than that assessed by the analog human electronic displayer [(56.32±7.77)% vs. (43.86±27.63)%, $P<0.05$], and it was shown that the correct rates of chest compression assessed by the chest compression feedback device were significantly lower than those evaluated by the analog human electronic displayer in metronome, music, depth and blank control groups [phone metronome group: 0.00% (0.00%, 60.75%) vs. 38.50% (24.25%, 92.00%), music metronome group: 0.00% (0.00%, 7.00%) vs. 60.00% (32.00%, 89.00%), depth display group: 0.00% (0.00%, 0.25%) vs. 34.00% (20.75%, 68.25%), blank control group: 0.00% (0.00%, 1.75%) vs. 61.50% (30.75%, 84.25%), all $P<0.05$], suggesting that the consistency of this two feedback systems be poor and their degrees of reliability low. **Conclusion** The effects of intervention measures on the quality of chest compressions vary from person to person, and the quality of chest compressions can be really elevated only by systematic training and repeated practice.

【Key words】 Standardized training of residents; Chest Compression; Prompt measures; Quality

Fund program: Public Welfare Science and Technology Program of China (201502019); Science and Technology Planning Project of Guangdong Provincial(2017ZC0164, 2017ZC0160); Educational Reform Project of Clinical Teaching Base of Guangdong Provincial Education Department (2016JBD060); Science and Technology Research Program of Chinese Medicine in Guangdong Provincial Hospital of Chinese Medicine (YK2013B2N17)

DOI : 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.02.014

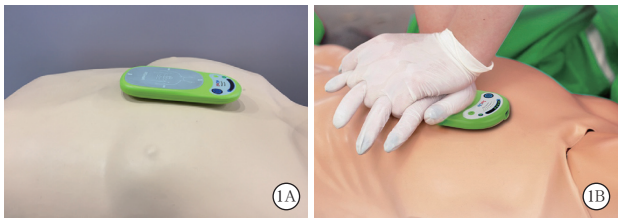
心肺复苏(CPR)从开始被承认并推广至今已有60多年的时间,美国心脏协会(AHA)心肺复苏与心血管急救指南至2017年已历经8次更新[1],对指导心搏骤停的院内、院外急救起到了不可替代的作用。但心搏骤停的总体抢救成功率仍无法进一步提高[2]。低质量CPR被认为是导致这一结果的其中一个因素[3],而及时、高质量的CPR可提高心搏骤停患者的存活率。高质量的CPR需要快速按压(100~120次/min),用力按压(深度5~6 cm),每次按压后胸廓充分回弹,施救者必须避免在按压间隙倚靠在患者胸上,应尽可能减少胸外按压中断间隔,胸外按压比例需大于60%,每2 min更换1次施救者[4-5]。为探讨影响CPR实施效果的因素,本研究观察不同提示措施对中医院低年资住院医师胸外按压效果的影响,现汇报如下。

1 资料和方法

1.1 研究方法:采用前瞻性、随机、对照研究方法。选择2016年7月至8月在广东省中医院招募的84名第1年接受住院医师规范化培训的医师(规培生),将志愿者按随机数字表法进行两两配对,再按随机数字表法分配到手机节拍器组、音乐节拍组、深度提示组和空白对照组。每组志愿者在不同提示措施下在模拟人(复苏安娜)上各进行5个循环30∶2的双人CPR。通过随机分配,同组两名志愿者需在第1轮分别进行按压和通气,第2轮更换角色。剔除胸外按压反馈系统数据采集不完整者11名,最终纳入73名,其中手机节拍器组16名,音乐节拍组15名,深度提示组22名,空白对照组20名。

1.2 提示措施:手机节拍器组使用手机节拍器指导按压频率,频率110次/min,节拍2/4;音乐节拍组按压期间伴随1983年比吉斯乐队创作的乐曲《活着》,频率107次/min,节拍4/4;深度提示组使用模拟人的电子显示器实时反馈按压深度以及回弹情况;空白对照组没有任何提示措施。

1.3 评价标准及方法:按压时在胸部按压点上放置一个胸腔按压反馈装置(由中国尚领医疗生产,型号:PCPR-B1),操作者将手放置在该装置上进行CPR,通过反馈装置内置的双传感器和压力传感器读取胸外按压比例1(CCF1)、深度、频率、太慢次数、太快次数、太浅次数、总按压次数、正确次数、按压正确率、按压滞留率,作为初评数据;同时将模拟人自带的电子显示器上显示的按压正确率、正确通气比例、胸外按压比例2(CCF2)作为复核评价标准。见图1。



注：A为安放位置；B为操作方法

图1　胸腔按压反馈装置的安放及操作

1.4　统计学分析：使用SPSS 21.0统计软件分析数据，正态分布的计量资料以均数 ± 标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，非正态分布的计量资料采用中位数（四分位数）〔$M(Q_L, Q_U)$〕表示。正态分布的计量资料比较采用独立样本 t 检验和单因素方差分析，非正态分布的计量资料采用秩和检验；同组间两种反馈装置检测结果比较采用配对 t 检验。计数资料以例表示，采用 χ^2 检验。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　采用不同提示措施指导胸外按压培训4组志愿者一般资料比较（表1）：4组性别、年龄、身高、体质量、体质量指数（BMI）、曾接受过培训情况等一般资料比较差异均无统计学意义（均 $P>0.05$），说明4组志愿者资料均衡，有可比性。

2.2　采用不同提示措施指导胸外按压培训4组志愿者按压评价指标比较（表2）：深度提示组按压频率、太快次数均较音乐节拍组明显增多，深度提示组总按压次数较音乐节拍组和空白对照组明显增加，差异均有统计学意义（均 $P<0.05$）。

2.3　采用不同提示措施指导胸外按压培训4组志愿者胸外按压反馈装置指标的一致性比较（表3）：胸腔按压反馈装置中的CCF1和正确率分别对应模拟人电子显示器中的CCF2和正确按压比例，将两种反馈装置的数据进行配对样本 t 检验，结果显示，音乐节拍组初始CCF明显低于复评结果，深度提示组初始CCF明显高于复评结果（均 $P<0.05$），4组初始胸外按压正确率明显低于复评结果（均 $P<0.05$），提示两种反馈装置的一致性较差，信度不高。

表1　不同提示措施指导胸外按压培训4组志愿者一般资料比较

组别	人数（名）	性别（名）		年龄（岁，$\bar{x}\pm s$）	身高（cm，$\bar{x}\pm s$）	体质量（kg，$\bar{x}\pm s$）	BMI（kg/m^2，$\bar{x}\pm s$）	曾接受过培训〔名（%）〕
		男性	女性					
手机节拍器组	16	8	8	26.00±1.36	165.33±8.30	61.60±15.08	22.28±3.56	16（100.00）
音乐节拍组	15	5	10	24.81±1.25	160.86±8.55	51.95± 9.79	19.92±2.05	13（ 86.70）
深度提示组	22	7	15	25.74±1.45	165.06±8.10	58.16±14.01	21.30±3.73	18（ 81.82）
空白对照组	20	11	9	26.31±1.74	165.67±6.48	58.25± 9.21	21.32±2.67	17（ 85.00）

表2　不同提示措施指导胸外按压培训4组志愿者胸腔按压反馈装置初评结果与模拟人电子显示器复评结果比较

组别	例数（例）	按压反馈装置初评结果				
		CCF1（%，$\bar{x}\pm s$）	深度（mm，$\bar{x}\pm s$）	频率（次/min，$\bar{x}\pm s$）	太慢次数〔次，$M(Q_L, Q_U)$〕	太快次数（次，$\bar{x}\pm s$）
手机节拍器组	16	56.13±7.74	46.93±8.53	134.67±18.03	2.00（1.00，2.00）	104.87±74.00
音乐节拍组	15	53.60±9.87	45.13±8.49	124.27±21.43	1.00（0.00，3.00）	95.40±53.76
深度提示组	22	56.32±7.77	44.86±8.06	140.59±17.90[a]	2.00（0.00，3.00）	134.18±49.88[a]
空白对照组	20	58.65±9.30	47.15±7.06	136.40±16.55	2.00（1.00，3.75）	117.75±45.10

组别	例数（例）	按压反馈装置初评结果				模拟人电子显示器复评结果	
		太浅次数（次，$\bar{x}\pm s$）	总按压次数（次，$\bar{x}\pm s$）	正确次数〔次，$M(Q_L, Q_U)$〕	按压滞留率〔%，$M(Q_L, Q_U)$〕	正确通气比例〔%，$M(Q_L, Q_U)$〕	CCF2（%，$\bar{x}\pm s$）
手机节拍器组	16	83.87±72.50	153.53±44.66	1.00（0.00，91.00）	16.50（ 5.25，30.50）	0.00（0.00，11.00）	62.57±21.45
音乐节拍组	15	95.80±54.88	135.60±10.38	1.00（0.00，11.00）	9.00（ 4.00，72.00）	0.00（0.00，50.00）	71.93± 8.04
深度提示组	22	103.41±73.13	152.73±27.05[a]	0.00（0.00， 1.25）	37.50（ 4.75，88.25）	0.00（0.00， 0.00）	69.91±15.79
空白对照组	20	80.05±58.31	144.60±12.56[ab]	0.00（0.00， 2.75）	12.00（ 2.75，47.00）[b]	0.00（0.00， 6.75）	69.20±24.50

注：与音乐节拍组比较，[a]$P<0.05$；与深度提示组比较，[b]$P<0.05$

表3　不同提示措施指导胸外按压培训4组初始结果与复评结果的一致性比较

组别	例数（例）	CCF（%，$\bar{x}\pm s$）				胸外按压正确率〔%，$M(Q_L, Q_U)$〕			
		按压反馈装置	模拟人电子显示器	t 值	P 值	按压反馈装置[a]	模拟人电子显示器	检验值	P 值
手机节拍器组	16	56.13±7.74	52.42±35.31	−1.266	0.228	0.00（0.00，60.75）	38.50（24.25，92.00）	2.491	0.013
音乐节拍组	15	53.60±9.87	58.20±28.17	−7.541	0.000	0.00（0.00， 7.00）	60.00（32.00，89.00）	3.409	0.001
深度提示组	22	56.32±7.77	43.86±27.63	−4.535	0.000	0.00（0.00， 0.25）	34.00（20.75，68.25）	4.109	0.000
空白对照组	20	58.65±9.30	59.78±26.86	−1.964	0.064	0.00（0.00， 1.75）	61.50（30.75，84.25）	3.724	0.000

注：[a]为胸腔按压反馈仪的胸外按压正确率不符合正态分布，采用 *Wilcoxon* 符号秩检验

3 讨 论

3.1 频率指导与按压质量的关系：研究表明过快的按压频率可造成舒张期缩短，从而影响冠状动脉（冠脉）灌注；而按压频率太慢则无法达到最佳复苏血流动力学状态[6-8]。有研究显示96～139次/min的按压频率比＜89次/min的按压频率复苏成功率更高[7]。有研究表明使用节拍器可有效规范施救者实施胸外按压时的频率[9-10]，但对按压深度没有影响[11-12]。另外，在音乐辅助下亦可有效提高胸外按压频率及深度[13]，保证按压频率和节律，提高按压质量和培训者满意度[14]。

按压深度与节拍器提示之间的关系目前尚不明确。有专家认为，按压深度与施救者的疲劳程度、施救者的专注度、施救的复杂性等因素有关[10, 15]。临床研究表明，有个别施救者在院外抢救时，担心当他们没完全遵循提示器的节律时，旁观人员会质疑他们的抢救质量；而且有的施救者会因为需要关注其他事情（如气管插管、开通静脉通路、使用药物等）而选择忽略节拍器的指导[16]。

但本研究数据表明，手机节拍器组与另外3组按压频率、按压太慢次数、按压太快次数等方面比较差异均无统计学意义，仅音乐节拍组与深度提示组按压频率比较差异有统计学意义；4组按压深度、太浅次数比较差异均无统计学意义。这是否与既往的研究相矛盾呢？有模拟研究表明，节拍器对住院医师的干预效果比较显著，而在护士中不明显，该研究认为，这种差异来源于施救者熟练程度的不同[17]；还有学者指出，有经验或专业的施救者往往更能接受节拍的引导，这类施救者认为通过节拍的指引能获得更好的按压质量[16]。本研究音乐节拍组与深度提示组按压频率比较差异有统计学意义，因为深度提示组没有给予频率指导，这从另一个侧面提示，音乐频率还是对按压频率有一定规范指导意义。另外，音乐节拍组太慢次数数据偏移较大，有部分施救者往往无法适应音乐节拍给予的引导，跟不上节拍而出现过慢的按压。而关于节拍引导对按压深度的影响，与以往的研究结论相符。

3.2 深度指导与按压质量的关系：胸外按压深度越大，胸腔内压力就会随之增高，进而影响心脏泵向大血管及全身循环的血流量[5]。大量临床数据显示，按压深度＞5 cm能获得更好的复苏效果[18-19]。而对于按压上限的研究，目前并不充分。迄今为止，一项大规模的院外心搏骤停临床研究（9 136例）表明，无论男性还是女性，按压深度在4.1～5.5 cm均可以达到最佳复苏效果，获得最大的复苏成功率；当按压深度超过6 cm时造成的胸廓损伤更常见[19]。本研究深度提示组是通过模拟人电子显示器实时反馈按压深度以及回弹情况，按压深度5～6 cm、回弹充分绿灯予以提示，此范围以外予以黄灯提示。研究表明，通过实时反馈按压质量，可改善胸外按压的按压深度及回弹情况[20]。但本研究深度提示组按压频率、太快次数均较音乐组增多，按压次数较音乐节拍组和空白对照组明显增加，按压滞留率有高于空白对照组的趋势，而按压深度、正确次数等差异无统计学意义。此结果从另一个侧面提示，在按压深度的提示下，造成无经验的施救者往往更注重按压深度，在没有掌握胸外按压技巧时，希望通过提高速率、减少回弹而达到深度，最终导致按压质量较空白对照组更低。

3.3 胸外按压反馈装置的重要性：胸外按压反馈装置的数据在临床实际抢救、科学研究、模拟培训方面的应用越来越广泛[21]。研究显示，采用胸外按压反馈装置能有效改善急诊科医生的CPR按压质量，且不会增加医生的体能消耗[22-23]。但使用胸外按压反馈装置不能提高实际临床CPR中的按压深度、胸廓回弹等问题[24-25]，而且与神经系统恢复良好的出院成功率相关性不大。大部分胸外按压反馈装置的作用仅体现在模拟人研究中。本研究通过两种胸外按压反馈装置初评与复评的比较发现，两种装置的数据相差明显，其原因是由于两种装置不同的反馈原理造成的。因此，在临床和教学时，胸外按压反馈装置可以作为其中一个参考因素，但并不是绝对因素。尤其在实际抢救中，由于抢救对象的个体差异性，更应通过抢救对象的生理评价系统（如呼气末二氧化碳分压、冠脉灌注压等）来反馈CPR的质量[26]。

3.4 本研究的局限性：研究表明，在影响CPR培训质量及效果的因素中，不同的培训方法、辅助训练器材是客观因素，学员的性别、年龄、身高、体质量、学习动机、身体状况等是主观因素[27]。学员的学习动机以及态度则决定了培训效果的好坏。同时培训效果与训练次数呈正相关[28]。有研究提示，随着工作年限的增加，工作经验的积累，规培生会逐渐意识到CPR的重要性及必要性，从而更愿意主动、认真学习相关技能[29]。

本研究纳入研究对象为第1年规培生，虽然大部分曾接受过CPR培训，但本研究结果显示，他们的CPR技能不熟练，按压质量低，所以最后出现各

组按压评价相差不大，导致研究阳性结果不明显。

4 总　结

不同的干预措施对于胸外按压质量都有影响。但这种影响有可能是良性，也有可能是恶性的。对于熟练的施救者，干预措施存在良性影响的可能性更大。而对 CPR 技能不熟悉的施救者，不能仅希望通过简单的干预措施就能改善他们拙劣的 CPR 技能，更重要的是通过系统的培训及反复训练，从而提高他们的 CPR 水平，最终提高总体的 CPR 成功率。

参考文献

[1] Kleinman ME, Goldberger ZD, Rea T, et al. 2017 American Heart Association focused update on adult basic life support and cardiopulmonary resuscitation quality: an update to the American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care [J]. Circulation, 2018, 137 (1): e7–e13. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000539.

[2] Sasson C, Rogers MA, Dahl J, et al. Predictors of survival from out–of–hospital cardiac arrest: a systematic review and Meta–analysis [J]. Circ Cardiovasc Qual Outcomes, 2010, 3 (1): 63–81. DOI: 10.1161/CIRCOUTCOMES.109.889576.

[3] Topjian AA, Berg RA, Nadkarni VM. Pediatric cardiopulmonary resuscitation: advances in science, techniques, and outcomes [J]. Pediatrics, 2008, 122 (5): 1086–1098. DOI: 10.1542/peds.2007–3313.

[4] 曾瑞峰，钟悦嘉，梁国荣，等.《2015 心肺复苏及心血管急救指南更新》热点评述及建议 [J]. 中华危重病急救医学，2016, 28 (7): 577–580. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095–4352.2016.07.001.
Zeng RF, Zhong YJ, Liang GR, et al. Suggestion and commentary of the hotspots of 2015 guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care [J]. Chin Crit Care Med, 2016, 28 (7): 577–580. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095–4352.2016.07.001.

[5] Kleinman ME, Brennan EE, Goldberger ZD, et al. Part 5: adult basic life support and cardiopulmonary resuscitation quality: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care [J]. Circulation, 2015, 132 (18 Suppl 2): S414–435. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000259.

[6] Kern KB, Stickney RE, Gallison L, et al. Metronome improves compression and ventilation rates during CPR on a manikin in a randomized trial [J]. Resuscitation, 2010, 81 (2): 206–210. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2009.10.015.

[7] Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, et al. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in–hospital cardiac arrest [J]. Circulation, 2005, 111 (4): 428–434. DOI: 10.1161/01.CIR.0000153811.84257.59.

[8] Bae J, Chung TN, Je SM. Effect of the rate of chest compression familiarised in previous training on the depth of chest compression during metronome–guided cardiopulmonary resuscitation: a randomised crossover trial [J]. BMJ Open, 2016, 6 (2): e010873. DOI: 10.1136/bmjopen–2015–010873.

[9] Paal P, Pircher I, Baur T, et al. Mobile phone–assisted basic life support augmented with a metronome [J]. J Emerg Med, 2012, 43 (3): 472–477. DOI: 10.1016/j.jemermed.2011.09.011.

[10] Jäntti H, Silfvast T, Turpeinen A, et al. Influence of chest compression rate guidance on the quality of cardiopulmonary resuscitation performed on manikins [J]. Resuscitation, 2009, 80 (4): 453–457. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2009.01.001.

[11] Park SO, Hong CK, Shin DH, et al. Efficacy of metronome sound guidance via a phone speaker during dispatcher–assisted compression–only cardiopulmonary resuscitation by an untrained layperson: a randomised controlled simulation study using a manikin [J]. Emerg Med J, 2013, 30 (8): 657–661. DOI: 10.1136/emermed–2012–201612.

[12] Oh JH, Lee SJ, Kim SE, et al. Effects of audio tone guidance on performance of CPR in simulated cardiac arrest with an advanced airway [J]. Resuscitation, 2008, 79 (2): 273–277. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2008.06.022.

[13] 刘耕，王聪，马玉华，等. 音乐辅助心肺复苏训练可有效提高胸外按压效果 [J]. 中国急救医学，2014, 34 (9): 829–832. DOI: 10.3969/j.issn.1002–1949.2014.09.015.
Liu G, Wang C, Ma YH, et al. Listening to music during CPR training improves compliance of effective external chest compression [J]. Chin J Crit Care Med, 2014, 34 (9): 829–832. DOI: 10.3969/j.issn.1002–1949.2014.09.015.

[14] 简钢仁，郑若菲，徐雯，等. 音乐法引导胸外按压在大学生心肺复苏培训中的应用 [J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志，2018, 13 (4): 393–395. DOI: 10.3969/j.issn.1673–6966.2018.04.032.
Jian GR, Zheng RF, Xu W, et al. Application of music guided chest compressions in cardiopulmonary resuscitation training for college students [J]. China J Emerg Resusc Disast Med, 2018, 13 (4): 393–395. DOI: 10.3969/j.issn.1673–6966.2018.04.032.

[15] Fletcher D, Galloway R, Chamberlain D, et al. Basics in advanced life support: a role for download audit and metronomes [J]. Resuscitation, 2008, 78 (2): 127–134. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2008.03.003.

[16] Kramer–Johansen J, Myklebust H, Wik L, et al. Quality of out–of–hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study [J]. Resuscitation, 2006, 71 (3): 283–292. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2006.05.011.

[17] Zimmerman E, Cohen N, Maniaci V, et al. Use of a metronome in cardiopulmonary resuscitation: a simulation study [J]. Pediatrics, 2015, 136 (5): 905–911. DOI: 10.1542/peds.2015–1858.

[18] Vadeboncoeur T, Stolz U, Panchal A, et al. Chest compression depth and survival in out–of–hospital cardiac arrest [J]. Resuscitation, 2014, 85 (2): 182–188. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2013.10.002.

[19] Stiell IG, Brown SP, Nichol G, et al. What is the optimal chest compression depth during out–of–hospital cardiac arrest resuscitation of adult patients? [J]. Circulation, 2014, 130 (22): 1962–1970. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.008671.

[20] Wang JC, Tsai SH, Chen YH, et al. Kinect–based real–time audiovisual feedback device improves CPR quality of lower–body–weight rescuers [J]. Am J Emerg Med, 2018, 36 (4): 577–582. DOI: 10.1016/j.ajem.2017.09.022.

[21] Meaney PA, Bobrow BJ, Mancini ME, et al. Cardiopulmonary resuscitation quality: improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital: a consensus statement from the American Heart Association [J]. Circulation, 2013, 128 (4): 417–435. DOI: 10.1161/CIR.0b013e31829d8654.

[22] 廖宴. 胸外按压反馈技术提高急诊科医生胸外按压质量的效果评价 [J/CD]. 临床医药文献电子杂志，2016, 3 (41): 8114–8115. DOI: 10.3877/j.issn.2095–8242.2016.41.016.
Liao Y. Effect evaluation of chest compressions feedback technique on improving the quality of chest compressions in emergency department doctors [J/CD]. J Clin Med Literat (Electronic Edition), 2016, 3 (41): 8114–8115. DOI: 10.3877/j.issn.2095–8242.2016.41.016.

[23] 蒋勇，林翠娥，曾斐，等. 胸外按压实时反馈技术对于成人心肺复苏术的价值 [J]. 岭南急诊医学杂志，2018, 23 (4): 303–305. DOI: 10.3969/j.issn.1671–301X.2018.04.001.
Jiang Y, Lin CE, Zeng F, et al. Study on clinical value of chest compression real–time feedback technology for adult cardiopulmonary resuscitation [J]. Lingnan J Emerg Med, 2018, 23 (4): 303–305. DOI: 10.3969/j.issn.1671–301X.2018.04.001.

[24] Sutton RM, Niles D, French B, et al. First quantitative analysis of cardiopulmonary resuscitation quality during in–hospital cardiac arrests of young children [J]. Resuscitation, 2014, 85 (1): 70–74. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2013.08.014.

[25] Sainio M, Kämäräinen A, Huhtala H, et al. Real–time audiovisual feedback system in a physician–staffed helicopter emergency medical service in Finland: the quality results and barriers to implementation [J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2013, 21: 50. DOI: 10.1186/1757–7241–21–50.

[26] Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ, et al. Part 7: adult advanced cardiovascular life support: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care [J]. Circulation, 2015, 132 (18 Suppl 2): S444–464. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000261.

[27] 杨正飞. 如何改善心肺复苏培训质量的研究进展[J]. 中国急救医学，2012, 32 (12): 1139–1143. DOI: 10.3969/j.issn.1002–1949.2012.12.022.
Yang ZF. Research progress on how to improve the quality of cardiopulmonary resuscitation training [J]. Chin J Crit Care Med, 2012, 32 (12): 1139–1143. DOI: 10.3969/j.issn.1002–1949.2012.12.022.

[28] Oermann MH, Kardong–Edgren SE, Odom–Maryon T. Effects of monthly practice on nursing students' CPR psychomotor skill performance [J]. Resuscitation, 2011, 82 (4): 447–453. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2010.11.022.

[29] 曾瑞峰，赖芳，曾桂珍，等. 心肺复苏培训模式在中医住院医师规范化培训中的实践与效果评价 [J]. 医学教育研究与实践，2016, 24 (6): 957–960. DOI: 10.13555/j.cnki.c.m.e.2016.06.042.
Zeng RF, Lai F, Zeng GZ, et al. Practice and evaluation on training mode of cardiopulmonary resuscitation in standardized training of resident doctors in chinese medicine hospital [J]. Med Educ Res Pract, 2016, 24 (6): 957–960. DOI: 10.13555/j.cnki.c.m.e.2016.06.042.

（收稿日期：2018–12–15）