

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号：32206

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2023

課題番号：18K02866

研究課題名(和文) 学習理論に基づくBLSシミュレータの効果的な練習方法

研究課題名(英文) Effective practice method of the BLS simulator based on learning theory

研究代表者

谷 浩明 (Tani, Hiroaki)

国際医療福祉大学・保健医療学部・教授

研究者番号：50188372

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：心肺蘇生のための胸骨圧迫スキルの練習において学習者に提示される目標値やフィードバックの有効性を運動学習の観点から評価し、より効果の高い練習中の情報付与の方法を探ることを目的とする研究を行った。実験の結果、胸骨圧迫スキルでは、一般の運動学習で知られている同時フィードバックや高頻度フィードバックの不利益は起こらないことがわかった。ただし、練習中に付与される圧迫の深さのフィードバックに関しては、機器の提示方法を改善することで、より正確なスキルを遂行できることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

胸骨圧迫スキルを構成する要素のうち、深さについては、ばらつきを小さくしながら目標値に近づけていくことがわかった。しかし、練習の経過とともにその深さが過剰になる傾向が見られ、これを練習中の同時フィードバックで適切に付与することがより正確で安全な胸骨圧迫のためには必要なことが示唆された。またテンポの目標提示については音でも光でも実質的な差はなく、かなり正確に再現できることがわかった。このことは、突然、胸骨圧迫を行わなければならない場面に遭遇しても、スマホなどのメトロノームアプリなどを用いることで正確なテンポの胸骨圧迫スキルが行えることを意味している。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to evaluate the effectiveness of target values and feedback presented to learners in practicing chest compression skills for cardiopulmonary resuscitation from a motor learning perspective and to find more effective ways to impart information during practice. The experiment results showed that the disadvantages of simultaneous and high-frequency feedback known from general motor learning do not occur in the chest compression skill. However, regarding feedback on the depth of compressions given during practice, we need to improve the equipment presentation style of the information for more accurate skill performance.

研究分野：運動心理 運動制御 運動学習

キーワード：胸骨圧迫 運動学習 フィードバック

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 成人の心原性心停止の74%は自宅で発生しており<sup>1)</sup>、院外での一般市民による心肺蘇生の必要性は高い。こうした背景から厚生労働省は「救急蘇生法の指針 2015(市民用)」<sup>2)</sup>で、その基本的な考え方を「学校における心肺蘇生教育の強化により受講機会を増やし、市民による心肺蘇生のさらなる実施率向上を目指すこととした」と記載している。特に、同指針では市民による心肺蘇生法について、すべての市民が心停止の疑われるすべての傷病者に対して胸骨圧迫を行うべきであるとしている。様々な市民向けの救急蘇生講習会でも、この胸骨圧迫は主要なスキルのひとつで、Nishiyamaら<sup>3)</sup>は無作為化介入試験で、胸骨圧迫のみの蘇生であれば短時間の講習でも良質なスキルを獲得できると報告している。このため、講習会の実技練習で胸骨圧迫スキルを効果的に習得させることは重要なことのひとつと考えられる。

(2) 胸骨圧迫スキルには目標とされる適切な圧迫の深さ、頻度等が設定されている。実技練習で用いられる高機能のBasic Life Support Simulator(以下、BLSシミュレータ)ではこれらの目標値や自らのスキルの結果がタブレットなどの画面を通してフィードバックされる。しかし、最終的にこの胸骨圧迫スキルは、「身体で覚える」形で記憶され、実際の場面では外部からのフィードバックなしに再現されなければならない。運動の練習段階において身体外部から付与されるフィードバック(外在フィードバック)はパフォーマンスの向上に大きな役割を果たす。しかし、同時に、外在フィードバックは重要だが、その付与が過剰だと学習を阻害してしまうことになる(ガイダンス仮説)<sup>4)</sup>。加えて、練習中にリアルタイムで連続的に結果を伝える同時フィードバックについても、練習中のパフォーマンスは高いものの、練習後の学習効果は低いとされている。ところが、胸骨圧迫の練習で使用されるBLSシミュレータがタブレットを介して学習者に与える情報は同時フィードバックが中心となる。また実際の練習中に付与頻度が制限されることもない。したがって、BLSシミュレータによる練習は、運動学習の観点からスキルの保持に有効とは言い切れない可能性がある。そこで、現行のBLSシミュレータによる練習方法を検討し、より効果的な学習を目指すことは、一般市民における正確な胸骨圧迫スキルの定着につながると考える。

### 2. 研究の目的

BLSシミュレータから学習者へのフィードバック情報等の付与方法を操作し、胸骨圧迫スキルの練習中のパフォーマンス、学習効果を比較する。また、その結果から、より安全で効果的な情報提示方法を提案することを目的とする。

### 3. 研究の方法

研究1として同時フィードバックと事後的フィードバック、研究2としてフィードバックの頻度による違いを検討した。また、この2つの研究から派生した補足研究として目標値ガイドの刺激様式の比較を行った。

(1) 研究1の対象者は健常成人36名(男性24名、女性12名)で、課題は、BLSシミュレータに対して、深さ50mm以上、テンポ100~120拍/分(bpm)の胸骨圧迫を、連続して20秒間行うこととした。胸骨圧迫の深さのデータは、シミュレータに付属するタブレット(Sim Pad: Laerdal社製)の画面に視覚フィードバックとして提示され、USBケーブルを介してノート型PC(Dynabook T451/46ER: 東芝社製)に取り込まれた。対象者へのフィードバックは横軸を時間、縦軸を深さとしたtime line viewで提示され(図1の(b))、目標値である50mmの高さを超えるとグラフの線の色が変わるよう設定された。対象者は課題遂行中にBLSシミュレータに接続されるタブレット画面を見ながらリアルタイムに正確性を確認する同時フィードバック群(CF群: 17名)と課題遂行後に画面が提示される事後フィードバック群(TF群: 19名)の2群に振り分けられた。両群とも、20秒間の課題と30秒の休憩からなる試行を、練習相として5試行、5分後と1日後に想起相として1試行ずつ行った。想起相の2試行については両群ともフィードバックなしで課題を行った。収集した圧迫の深さのデータと目標値から、恒常誤差(CE)と変動誤差(VE)を算出し、練習相、想起相それぞれについてフィード

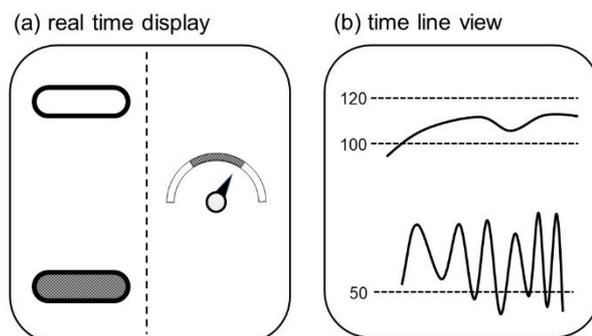


図1 タブレット画面からのフィードバック

(a): 左楕円は深さの目標値(上部50mm, 下部0mm), 右半円の網掛部分はテンポの目標値(100~120BPM)を示す。  
(b): 横軸は経過時間、実線の上部はテンポ、下部は深さを表す。点線で示されるラインが目標値となる。

バック群と試行を要因とした反復測定による二元配置分散分析を行った。有意水準は5%とした。

(2) 研究2の対象者は健常成人22名(女性10名、男性12名)で、行う胸骨圧迫の課題内容は研究1と同様とした。対象者は同時フィードバックが課題遂行の20秒間与えられる群(A群:11名)と各課題遂行の前半10秒間のみ与えられる群(H群:11名)の2群にランダムに振り分けられ、両群はそれぞれのフィードバック条件で5試行(練習相)その終了5分後、1日後にフィードバックなしでの課題を1試行ずつ行った(想起相)。遂行した課題の正確性の評価には、研究1と同じく、恒常誤差(CE)と変動誤差(VE)を用い、二元配置反復測定分散分析による解析を行った。

(3) 補足研究の対象者は、健常成人20名(男性12名、女性8名)で、課題は120bpmでの胸骨圧迫20秒間とした。課題遂行の手続きは研究1,2と同様だが、目標テンポの提示にBLSシミュレータ付属のタブレットによるフィードバックは用いず、スマホのメトロノーム・アプリケーションを用いた。このアプリケーションからの目標テンポの提示を光刺激と音刺激の2条件とし、対象を視覚群と聴覚群に10名ずつ配置した。解析についても研究1,2と同様とした。

#### 4. 研究成果

(1) 研究1における胸骨圧迫の深さの変化を表1に示す。

練習試行の進行とともにCEは有意な増加、VEには有意な減少が見られたが、フィードバック群間の差はなかった。想起相では試行間、群間とも有意差がみられなかった。

表2は、対象者ごとに算出した胸骨圧迫の深さが「50~60mm」の範囲に収まらなかった比率を各実験群の平均値で表したものである。両群とも練習相を通じて「過小」の比率は減少していく傾向が見られ、想起相では練習相よりも低い比率となった。「過大」についてはCF群が増加、TF群は減少するが、両群とも想起相で増加傾向がみられた。

2つの誤差の結果から、対象者は練習を通して、ばらつきを少なくしながら深さを増大させる方略をとっていたことがわかる。想起相においてはCE、VEとも時間やフィードバック付与方法による違いは見られなかった。このことは、本研究で設定した範囲内であれば、同時であれ、事後的であれ、フィードバックを与えて反復練習を行うことが、練習中のパフォーマンスの改善と、1日後のパフォーマンスの保持に有効であることを示している。

CF、TFいずれの群も、練習開始時には30%を超えていた深さ50mmを下回る(過小)比率が、想起相では10%前後まで下がった。胸骨圧迫の深さは50mmを超えることが重要とされ、深さが5mm増すごとに心拍再開(ROSC: return of spontaneous circulation)の比率が上がるとされている<sup>5,6)</sup>。練習による過小比率の減少はROSCの観点から好ましいが、60mmを上回る過大比率の増加は外傷発生のリスクを抱えている。研究終了の現時点で、ソフトウェアのヴァージョンアップにより、タイムラインビューでの胸骨圧迫の深さの目安は50mmと60mmの2本のラインによって帯域幅でのフィードバックが可能となった。しかし、心肺蘇生トレーニングの受講者が実際の練習中にフィードバックとして用いるのは図1(a)の様式が一般的である。この様式では、新たに練習試行終了後に60mmを超えた試行の比率が表示されるようになっているが、胸骨圧迫の練習中にリアルタイムで過大な圧迫深度を確認することができない。これを解決するためには、例えば、図1(a)の上の楕円が点灯する条件を50~60mmとし、60mmを超える場合には通常とは異なる赤色で点灯させる、あるいはテンポと同じような表示様式にするといったフィードバック表示画面のデザイン上の修正が必要になると考えている。

テンポに関しては練習相の早い段階で両群とも有意に減少傾向を示したが、練習相、想起相ともフィードバック群間での差は見られなかった。

表1 各試行におけるCE, VEの平均値と標準偏差

相	試行	CE		VE	
		CF	TF	CF	TF
練習	1	1.3 ± 9.1	3.6 ± 7.8	3.4 ± 2.3	2.1 ± 1.4
	2	4.1 ± 6.0	4.0 ± 7.5	3.2 ± 2.5	1.9 ± 1.4
	3	5.2 ± 6.5	4.2 ± 8.5	2.1 ± 1.7	1.5 ± 2.0
	4	5.9 ± 6.6	4.8 ± 8.5	2.4 ± 2.4	1.5 ± 0.8
	5	5.8 ± 6.7	5.4 ± 6.4	1.8 ± 1.4	1.8 ± 1.5
想起	5分後	7.9 ± 4.9	7.1 ± 5.1	1.4 ± 1.2	1.5 ± 1.0
	24時間後	7.3 ± 6.4	7.8 ± 5.3	1.8 ± 1.8	1.5 ± 1.1

(mm)

CE: constant error, VE: variable error

CF: concurrent feedback, TF: terminal feedback

表2 深さが過大、過小となる胸骨圧迫の比率

相	試行	CF (n=17)		TF (n=19)	
		過大	過小	過大	過小
練習	1	26.6	35.1	34.2	30.7
	2	26.8	17.3	34.5	21.5
	3	34.0	14.2	31.0	19.6
	4	38.3	11.9	31.5	16.5
	5	33.6	13.4	25.9	16.5
想起	5分後	50.0	8.0	42.8	9.0
	24時間後	64.5	11.1	55.5	7.4

(%)

CF: concurrent feedback, TF: terminal feedback

(2) 同時フィードバック付与の時間を半分に制限した条件との比較を行った研究2でも、フィードバック条件間での差は、深さ、テンポともに見られなかった。図2は、深さのVEの変化を示したのだが、想起相での試行間、群間差はなく、練習相における試行間の有意な減少のみ観察されている。つまり、フィードバックがパフォーマンスを改善するのに役立ってはいないものの、その付与頻度がパフォーマンスの向上度合いや学習には影響していないことを示している。

これは、胸骨圧迫スキルがガイダンス仮説に従わないという解釈が成り立つが、深さ、テンポとも実際の誤差の大きさやパフォーマンス向上の早さから、胸骨圧迫スキルそのものの難易度はそれほど高くないことが考えられる。しかし、24時間後の誤差の大きさが練習開始時と変わらなくなる場合もあり、難易度は低くても身体

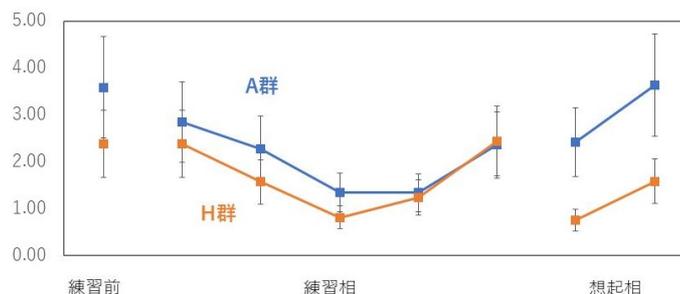


図2 胸骨圧迫深さのVEの変化(mm)

の感覚として記憶しておくことが困難とも考えられた。これを解消するためには、短期間で練習を繰り返すことが必要だが、フィードバック装置のない実際の場面でいかに正確なスキルを再現できるようにするかを考えることも重要である。そこで、現場でメトロノームのアプリケーションを使う有用性に関する補足研究を行うこととなった。

(3) リズム同期に関する先行研究<sup>7,8)</sup>では、同期の正確性は聴覚刺激が優位であるとされている。補足研究はテンポの目標値提示の刺激様式として視覚と聴覚いずれの方が正確なパフォーマンスに寄与であるかを検証することを目的としている。

比較の結果、練習相でのCEに群間の有意差を認められたが、試行間の違いは見られなかった。また、VEの群間、試行間での有意な差は認められなかった。図3は練習相でのCEの視覚群と聴覚群の差を示しているが、この2群の実質的な差は1bpm以下である。これは、低いVEの結果とあわせ、胸骨圧迫スキルの目標値のガイドが視覚刺激でも聴覚刺激でも実質的に差がなく、かつ練習の最初からかなり正確に目標のテンポを実現できていることを意味している。

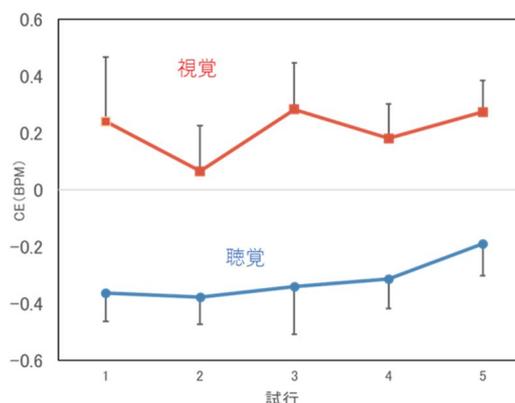


図3 胸骨圧迫テンポの練習中のCEの変化(bpm)

本研究で、胸骨圧迫スキルのフィードバック付与方法について検討した結果、これらがガイダンス仮説に従うタイプのスキルではないことが明らかとなった。また練習相におけるパフォーマンスの向上の早さから、スキル自体の難易度がそれほど高くないと考えられた。一方で、圧迫の深さが過剰になるリスクは、機器のフィードバック提示方法を工夫することで軽減できる可能性が見出された。また、補足研究から、刺激様式に限らずガイドがあればかなり正確なテンポで胸骨圧迫を行えることがわかり、各個人が突然の事態に備え、スマートフォン等にメトロノームのアプリケーションをいれておくことで、実際の場面でも質の高い胸骨圧迫を提供できることが示唆された。

#### <引用文献>

- 1) Iwami T, Hiraide A, Nakanishi N, et al.: Outcome and characteristics of out-of-hospital cardiac arrest according to location of arrest: A report from a large-scale, population-based study in Osaka, Japan. Resuscitation, 2006, 69: 221-228.
- 2) 厚生労働省: 救急蘇生法の指針 市民用. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10800000-Iseikyoku/0000123021.pdf> (閲覧日 2020年3月5日).
- 3) Nishiyama C, Iwami T, Kawamura, T, et al.: Effectiveness of simplified chest compression-only CPR training for the general public: a randomized controlled trial. Resuscitation, 2008, 79: 90-96.
- 4) Salmoni A, Schmidt R, Walter C: Knowledge of results and motor learning: A re-view and critical reappraisal. Psychol. Bull, 1984, 95: 355-386.
- 5) Vadeboncoeur T, Stolz U, Panchal, A et al.: Chest compression depth and survival

- in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, 2014, 85: 182-188. doi: 10.1016/j.resuscitation.2013.10.002
- 6) Stiell I, Brown S, Nichol G, et al.: What is the optimal chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation of adult patients? *Circulation*, 130: 1962-1970. doi:10.1161/circulationaha.114.008671
  - 7) Repp BH. Sensorimotor synchronization: A review of the tapping literature. *Psychonomic Bulletin & Review* 2005; 12(6): 969-992.
  - 8) Glenberg AM, Jona M. Temporal coding in rhythm tasks revealed by modality effects. *Memory & Cognition* 1991; 19(5): 514-522.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 TANI Hiroaki、HAYASHI Takahiro、HAKUTA Mizuki	4. 巻 38
2. 論文標題 Effects of Visual Feedback Methods on the Depth of Chest Compression	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Rigakuryoho Kagaku	6. 最初と最後の頁 32～37
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1589/rika.38.32	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 柳井洸成、稲田有希、箕輪由莉、百瀬康太、田巻大地、竹田夏海、谷浩明
2. 発表標題 フィードバックの頻度の違いは胸骨圧迫の学習に影響を与えるか？
3. 学会等名 第128回理学療法科学学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木健介、谷浩明
2. 発表標題 目標値の提示様式の違いが胸骨圧迫テンポの正確性に与える効果
3. 学会等名 第26回栃木県理学療法士会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷浩明、白田瑞貴
2. 発表標題 テンポのフィードバックは胸骨圧迫スキルのパフォーマンスに影響を与えるか？
3. 学会等名 第111回理学療法科学学会 学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷浩明、白田瑞貴
2. 発表標題 心肺蘇生スキル獲得における効果的なフィードバック付与方法の検討
3. 学会等名 第10回国際医療福祉大学学会 学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 白田瑞貴、谷浩明
2. 発表標題 フィードバック提示方法の違いがBLSシミュレータのスキル学習に及ぼす影響
3. 学会等名 第109回理学療法科学学会 学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷 浩明、林 孝拓、久保 晃
2. 発表標題 BLSシミュレータにおける視覚フィードバックはスキル獲得に有効か？
3. 学会等名 第77回 日本生理人類学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	渡邊 観世子  (Watanabe Miyoko)  (80433613)	国際医療福祉大学・保健医療学部・准教授   (32206)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------