

胸骨圧迫における適切な訓練の要件に関する構成要素の検討 A Study of the Constituent Elements of Requirements for Appropriate Training at Chest Compressions

森澤 勝明[†] 皆月 昭則[†]
Katsuaki Morisawa Akinori Minazuki

1. 緒論

日常生活において、身の周りにいる人の心臓が突然止まってしまう現場にあなたが遭遇することは珍しくない。このような突然の心臓の停止(以下、心停止)は、病院(以下、医療機関)の中(以下、院内)であるか外(以下、院外)であるかにより、状況と救命の手順が明らかに異なる。米国心臓協会(American Heart Association, AHA)が作成したガイドラインは、突然、心臓が止まってしまった人(以下、患者)を院内心停止(in-hospital cardiac arrest, 以下、IHCA)と院外心停止(out-of-hospital cardiac arrest, 以下、OHCA)に分ける [1]。そして、AHA ではそれぞれの場所に妥当な救命の手順を推奨する。一般的に、IHCA 患者は、医療機関での心停止を予防するのに適した監視システムに対応しており、迅速かつ質の高い心肺蘇生(Cardiopulmonary Resuscitation, 以下、CPR)が提供され、OHCA 患者は、地域社会での市民の主体的なサポートが必要であり、医療従事者(看護師・医師)とは限らないバイスタンダー(救急現場に居合わせた人)による CPR の技術(手技)に左右される。

本論文は、救命の手順において、St. John Ambulance から発売された、緊急応急セットに封入されている小冊子(図 1 の中央)の内容の、次の一部を参考にして、OHCA 患者の救命におけるバイスタンダーの役割を定義した。

“Call for an ambulance, then continue to give chest compressions together with Rescue Breaths (CPR) until help arrives.”

医療機関へ患者を搬送するための助けを呼んでから、人命救助を専門とする人(救命責任者:救急車に乗務する救急隊員)が現場に到着するまでの間に務めなければならない役目をバイスタンダーに割り当てる。辞書 [2] によれば、役目は「役として務めなければならないこと」、役割は「割り当てられた役目」であることから、本論文は、役目と役割を意味的に分類している。



図 1 英国の視察によって研究室メンバーが持ち帰った救急応急セット/小冊子/パンフレット

[†] 釧路公立大学 Kushiro Public University

心停止後の命が助かる可能性(以下、救命率)と時間経過の目安をグラフ化した、ホルムベルグの救命曲線(図 2)によると、OHCA 患者の救命率は、時間の経過とともに低下する [3]。しかし、救急車が、119 番通報で救急要請を受けてから現場に到着するまでに要する時間は、日本の平均で 8.6 分である [4]。そのため、バイスタンダーは、119 番通報をしてから救命責任者が現場に到着するまでの短時間であっても、救命処置を施さなければ、OHCA 患者の救命率は極めて低くなる。また、曲線には、バイスタンダーによる救命処置が救命の可能性を高めることが示されている。このことは、市民が OHCA 患者の救命におけるバイスタンダーの役割を担っており、救命処置を学習する必要があることを示唆している。

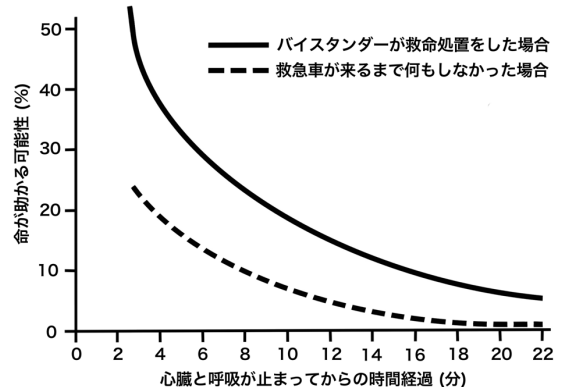


図 2 救命曲線 [3]より、一部改変して引用)

救命の手順において 1 つの過程となる、OHCA 患者を救助するための最善の策として、一次救命処置(Basic Life Support, 以下、BLS)がある。BLS は、呼吸と血液の循環を促す一連の処置であり、自動体外式除細動器(Automated External Defibrillator, 以下、AED)の使用、そして胸骨圧迫と人工呼吸による CPR が含まれる [5]。

AED の使用では、バイスタンダーが AED の音声ガイドに従ってショックボタンを押す。バイスタンダーは、患者に電気ショックを与えたあと、ただちに CPR を再開する必要がある。救命責任者が現場に到着するか、呼びかけに患者が応える、患者に普段通りの呼吸が戻るまで、CPR を実行しなければならない。

患者に対して AED を使用する前後に実行する、胸骨圧迫と人工呼吸による CPR では、人工呼吸を組み合わせることが、院内だけではなく院外でも必要となる。一般的に、院内では医療従事者が、患者に人工呼吸器(医療機器)を装着させ、患者の呼吸を人工的に管理する。その一方で、院外ではバイスタンダーが、人工呼吸を口対口(以下、口対口人工呼吸)で行う。よって、OHCA 患者の救命におけるバイスタンダーの役割での CPR は、胸骨圧迫に口対口人工呼吸を組み合わせるものとなる。

この時点で、バイスタンダーにとって、OHCA 患者の唾液や血液の接触による感染の危険性がある。そのため、バイスタンダーは、口対口人工呼吸時に感染予防補助用具(以下、感染防護具)を使用しなければならない。なぜなら、感染防護具があれば、バイスタンダーは、OHCA 患者の口、鼻、および顔との直接接触を避けられ、血液や唾液の接触によって感染する危険性が低減するからだ。つまり、感染防止の観点から、感染防護具が無ければ、口対口人工呼吸を組み合わせた CPR を実行すべきではないのである。これにより、口対口人工呼吸を組み合わせた CPR をためらわずに実行するためには、感染防護具がバイスタンダーにとって必需品となる。しかし、CPR による救命教育(以下、CPR 教育)を受けていないバイスタンダーには、感染防護具が一般的ではないため、日常的に感染防護具を携帯する習慣が無い。さらに、日本蘇生協議会(Japan Resuscitation Council,以下、JRC)が作成したガイドライン(以下、JRC 蘇生ガイドライン)は、人工呼吸による CPR の訓練を受けた経験のあるバイスタンダーでさえ、それを行う技術または意思がない場合には、胸骨圧迫のみの CPR を推奨する [5]。このことから、バイスタンダーは、胸骨圧迫のみの CPR を実行することを優先すべきである。したがって、BLS において、バイスタンダーが実行する CPR には胸骨圧迫が求められる。

突然の心停止による CPR の実行に関する研究では、トレーニング(胸骨圧迫訓練)を受けた経験のあるバイスタンダーは、CPR を実行する可能性が高いことが示された [6]。救命処置が迅速に施されるためには、CPR を実行する可能性の高いバイスタンダーの育成が急務である。すべてのバイスタンダーは、訓練を受けていてもそうでなくても、OHCA 患者に胸骨圧迫を実行すべきであり、バイスタンダーが OHCA 患者へ CPR を実行する可能性を高めるには、胸骨圧迫訓練を受けた経験が必要不可欠である。そのため、市民への CPR 教育の機会を設けなければならない。したがって、OHCA 患者の救命率を高めるために、バイスタンダーの育成には、市民を対象とした教育における胸骨圧迫訓練の普及に向けた推進方策に関する検討と取り組みを進めることが重要である。

英国では、胸骨圧迫訓練を受けることの重要性が国レベルで認められている。北欧諸国においては、英国を中心とした CPR 教育が広まっている。そのため、市民が施す救命処置として、児童や生徒とその家族を対象とした CPR 普及キャンペーンが各地で展開されている。特に、児童からの訓練経験は、CPR を実行する可能性の高いバイスタンダーの育成を意味しており、児童からを対象とした CPR 教育が実施されている。児童や生徒も参加する CPR 教育に関する事例としては、路上でのマネキンを用いた胸骨圧迫訓練(図 1 の右側)、大規模な市民参加型講習会 [7] などが挙げられる。北欧諸国各地の現状から判断すると、バイスタンダーの CPR 教育における訓練経験が重視されており、市民への教育機会の拡大に向けた取り組みは、世界でも推進されるべきである。

日本でも、CPR 教育の推進方策として、市民への胸骨圧迫訓練の普及活動が行われている。市民が自ら救命処置を習得する方法としては、①資料の閲覧や DVD 教材を用いた学習、②医療機関ならびに公共団体が主催するイベントや講習会等への参加が知られている。

①については、資料の閲覧や DVD 教材を用いた文書や映像での学習において、CPR を実行するバイスタンダーの育成ができない。なぜなら、OHCA 患者の救命におけるバイスタンダーの役割を果たすには、CPR の実行が必要であり、胸骨圧迫訓練を受けた経験が CPR を実行する可能性を高めるためである。胸骨圧迫訓練を市民が経験するために有効な手段として、多様な教育メディアの活用による学習がある。教育学者エドガー・戴尔は「経験の三角錐」(図 3)を提唱した。「経験の三角錐」は、多様なメディアを活用することにより、学習が豊かなものとなることを示す。文書や映像での学習だけではなく、多様な教育メディアを組み合わせ、活用することによって教育的に豊かな経験となることを示した [8]。このように、文書や映像で胸骨圧迫技術の理解を深めたいうで、多様なメディアを組み合わせた学習を行うことで、学習者にとって胸骨圧迫訓練の経験が積み重ねられ、実りある学びとなる。市民へ胸骨圧迫訓練の経験を普及させるためには、市民自身が自学自習できる、多様なメディアによる学習機会を提供する必要がある。

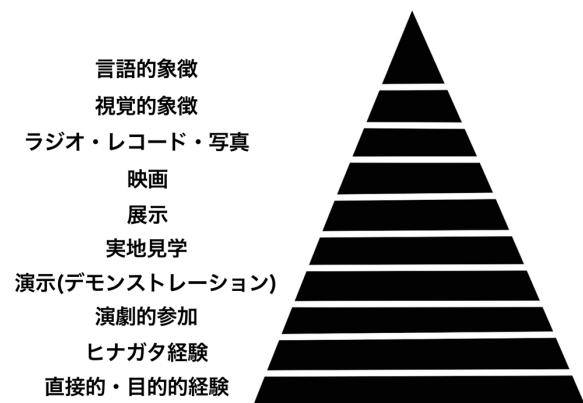


図 3 経験の三角錐([8]より、一部改変して引用)

②については、市民への CPR 教育に関するイベントや講習会等において、希望する者を対象として開催するという方式が進められてきた [9]。イベントや講習会等に参加するにあたって、参加希望者は開催場所や日時といった、空間と時間に制約されている。さらに、参加は希望制であることから、日本では、児童や生徒への救命教育が、一般的な学校の授業カリキュラムでは組み込まれていないため、CPR を実行する可能性の高いバイスタンダーを育成する機会を失っている。このように、OHCA 患者の救命に関するイベントや講習会等への参加は、市民にとって必ずしも身近ではない。しかし、誰もが OHCA 患者の救命におけるバイスタンダーの役割を担っており、CPR を実行する可能性の高い市民を増やすためには、胸骨圧迫訓練を受ける機会を設ける必要がある。北欧諸国の事例にならって、CPR を実行する可能性の高いバイスタンダーを育成するために、日本でも児童からを対象とした、市民にとって身近な救命教育を実施することが求められている。

拙研究室の先行研究は、市民にとって、胸骨圧迫訓練が「自身の余暇を利用して日常的に自学自習できる」[10]ことを目指した。胸骨圧迫訓練には、OHCA 患者の救命におけるバイスタンダーの役割として、CPR の手技である胸骨圧迫の技術の習得が求められる。そのため、救命率向上へ

の適切な胸骨圧迫技術の普及が急務である。先行研究では、バイスタンダーである CPR を想定した救命技術訓練を対象としており、胸骨圧迫に関する研究および技術の習得に向けた個人の救命技術訓練支援システム(以下、システム)の開発に取り組んでいた。システムは、教育的に豊かな経験となるよう、「経験の三角錐」をもとに構築され、CPR 教育における胸骨圧迫技術を自学自習できる設計となっている。また、システムによる訓練の普及に向け、市民にとって身近な環境での学習を可能にするために、システムの設計は市販の機器を用いて、導入コストを低くした仕様である。

辞書 [2] による語義を引用して、本論文では、学習を「経験によって新しい知識や技能などを習得するための活動」とする。これにより、本論文は、訓練を受ける人を学習者と定義する。しかし、胸骨圧迫訓練を受けられる本システムでは、技術を自学自習できることから、本システムを用いて胸骨圧迫訓練を受ける人も学習者に含まれる。そのため、本システムを利用する人を明確にするために、本システムを用いて胸骨圧迫訓練を受ける人を利用者とする。

システムでの胸骨圧迫の訓練基準は、CPR 教育の基準値を参考にしている。ガイドラインとは、画一化することを目指した基準となるものであり、CPR 教育の基準値は、ガイドラインの構成要素から生成される基準値(以下、ガイドライン推奨値)に従っている。これは、訓練の内容自体が画一的なものであることを示している。

一方、看護学・医学の分野においては、個別性という観点がいわれており、胸骨圧迫の対象となる患者(以下、CPR 対象者)の身体もまた個別性がある。しかし、ガイドラインで推奨される圧迫の深さは、身体の個別性に対して、画一的な CPR では通用せず、訓練の構成要素に適さない。適切な訓練とは、個別性である性別および年代別に関する要件を満たすことである。胸骨への適切な加圧(胸骨への圧迫)と除圧(胸骨への圧迫解除)の訓練としては、圧力の変化を可視化するなど、適切な訓練の要件を満たす方法を検討導出した。さらに、圧力の変化に関係する圧迫時の姿勢を検知して評価することで、適切な訓練の要件に関する構成要素を総合的に捉えるシステムを開発した。本システムを用いて、構成要素の重要性を検証した。

2. ガイドラインの概要

JRC 蘇生ガイドラインは、JRC と日本救急医療財団で構成されるガイドライン作成委員会が、国際蘇生連絡委員会(International Liaison Committee On Resuscitation, ILCOR)によって策定された、最新の「心肺蘇生に関わる科学的根拠と治療勧告コンセンサス(Consensus on Science and Treatment Recommendations, CoSTR)」にもとづいて作成した救急蘇生のためのガイドラインの確定版である [11]。

JRC と日本救急医療財団による BLS には、CPR が含まれている。他に、救命の手順において 1 つの過程となる、IHCA 患者を救助するための最善の策として、二次救命処置(Advanced Life Support, 以下、ALS)がある。ALS は、自己心拍が再開(ROSC)しない患者に対して、薬物や医療機器を用いて施す、BLS に続く処置であり、心拍再開後に、医療機関・救急車内など医療機器の整った中で集中治療を行うことで、患者の社会復帰を高めることができる [5]。専

門の医療機関で、BLS のみで ROSC が得られないときに必要となる ALS は、CPR を含む [12]。このように、BLS/ALS に含まれる CPR は、患者に対して院外でも院内でも行われる。そのため、CPR の手技である胸骨圧迫によって患者の命を助けるためには、技術の習得を図る適切な訓練の普及が求められる。

日本では、胸骨圧迫訓練の普及を推進するにあたって、資料の作成や DVD 教材の制作、イベント・講習会等の開催がある。これらの胸骨圧迫の訓練基準は、BLS/ALS に含まれる CPR が日本で認知されてきていることから、JRC 蘇生ガイドラインの基準値を参考にしている。JRC 蘇生ガイドラインは、「手を置く位置、救助者の位置、傷病者の位置、圧迫の深さとテンポ、および圧迫の解除」[5] が胸骨圧迫の有用性に影響を与える構成要素であるとした。そして、これらの構成要素の相対的重要度は明らかではないとしたうえで、最適な胸骨圧迫が「正しい位置を、正しい深さとテンポで圧迫し、圧迫と圧迫の間の解除を完全にし、中断を最小限にすること」[5] と定義された。

JRC 蘇生ガイドラインは、構成要素である圧迫の深さによるガイドライン推奨値を変更した CoSTR 2015 の発表を受けて、2015 年に更新・改訂(JRC 蘇生ガイドライン 2015)された [5]。JRC 蘇生ガイドライン 2015(以下、現行のガイドライン)において、圧迫の深さに注目すると、ガイドライン推奨値が、標準的な体格の成人では、胸が約 5cm 沈むように、しかし、6cm を超えず、乳児を含めた小児(広義)では、胸の厚さ(胸郭前後径)の約 3 分の 1 に圧迫するよう規定されている。

3. 胸骨圧迫の概要

胸骨圧迫とは、CPR 対象者の胸骨の下半分に、CPR 対象者を救助するために胸骨圧迫を実行する人(以下、CPR 実施者)の一方の手のひらの基部(手掌基部)をあて、その手の上にもう一方の手を重ねて置き、指先を胸壁にあてずに圧迫することである [13]。

胸骨圧迫時の CPR 実施者の姿勢は、肩から手掌基部へ胸骨を圧迫することによって生じる圧力(以下、外力)が、CPR 対象者の胸骨に対して垂直に加わるように、両肘を曲げず(伸ばす)に圧迫する必要がある [14]。圧力の変化に関係する圧迫時の姿勢に関して、生体の性質を明らかにする生体力学をもとに、上腕骨からなる上腕と、橈骨と尺骨からなる前腕によって構成される肘関節の各運動から、肘が、真っ直ぐに伸びた状態を伸展位、折り曲がった状態を屈曲位と定義する [15]。そのため、胸骨圧迫に関する研究において、胸骨を圧迫する姿勢が適切な状態を伸展位圧迫、不適切な状態を屈曲位圧迫とする。したがって、胸骨圧迫時の CPR 実施者の適切な姿勢が、肘関節を真っ直ぐに伸ばした状態であることから、伸展位圧迫が求められている。

一方、小児のなかでも 1 歳未満の乳児に対して、ガイドラインが推奨する最適な胸骨圧迫の方法(以下、手法)は異なる。乳児を救助するにあたって、ガイドラインが推奨する手法は、二本指圧迫法である。二本指圧迫法は、「胸の真ん中に指を 2 本当て、胸骨を圧迫する」[16] 手法だ。このように、CPR 対象者は、乳児であるか成人であるかにより、圧迫する手法が異なる。そのため、CPR 実施者は、ガイドラインが推奨するそれぞれの手法を学ぶ必要がある。

しかし、一般的に、市民への CPR 教育において、開催されているイベントや講習会等は、乳児への胸骨圧迫を想定した救命技術訓練を対象としない。技術の習得を図る市民が、訓練を経験するために有効な手段として、教育学者エドガー・デールが提唱した「経験の三角錐」が挙げられる。なぜなら、多様なメディアを組み合わせることは、市民にとって身近な環境での学習を可能にするからである。したがって、救助する CPR 対象者に応じた手法が学べる救命技術訓練の支援を目的とするメディアが求められている。

4. 先行研究のシステムに関する主な機能の到達点

拙研究室の先行研究によって開発されたシステムは、教育的に豊かな経験となるよう、「経験の三角錐」をもとに構築された。また、システムを用いて経験する訓練が最適な胸骨圧迫となるよう、その有用性に影響を与える複数の構成要素を考慮して設計された。そのため、システムによる胸骨圧迫訓練の方法では、現行のガイドラインに準拠し、ガイドライン推奨値に従った訓練基準となっている。このことから、まさにガイドラインの最適な胸骨圧迫に関する構成要素を具現化したシステムである。

特に、胸骨圧迫時の CPR 実施者の姿勢には、伸展位圧迫が適切であり、CPR 実施者は、適切な姿勢を訓練する必要がある。したがって、最適な胸骨圧迫となるには、胸骨圧迫時の姿勢が伸展位圧迫であるかどうかを CPR 実施者自身が把握しなければならない。しかし、現実的には、CPR 実施者の姿勢が伸展位圧迫となっているかどうかを自身で判断することはできない。そのため、利用者の胸骨圧迫に応じた適切な姿勢が、利用者自身に可視化された状態で訓練できる支援システムとなっている。

4.1 利用者インターフェースについて

胸骨圧迫訓練時にシステムは、利用者自身の姿勢の状態をリアルタイムで捉え、モニターに表示する。モニターに表示される利用者の姿勢が、伸展位圧迫であるか屈曲位圧迫であるかをシステムの拡張現実(Augmented Reality, 以下、AR)技術を用いることで、自身に可視化される。そのため、このモニターは、利用者の訓練時の視線移動を少なくすることを考慮し、床に置いて用いる。また、利用者の視覚に訴えるための、利用者と機械をつなぐ、つまり、インターフェースの役割を担うことから、モニターに表示される画面を利用者インターフェースとする。

4.2 セレクト画面

救助する CPR 対象者において、乳児であるか成人であるかにより、圧迫する手法が異なる。現行のガイドラインによる最適な手法には、片手で実行する二本指圧迫法と、両手で実行する胸骨圧迫があり、CPR 実施者は、それぞれの手法を学ぶ必要がある。そのため、システムでは、利用者が選択した CPR 対象者に応じて、最適な手法を学べる設計となっている。利用者が選択するにあたって、CPR 対象者である乳児と成人をイメージしたイラストが用いられており、このイラストによって、学ぶ手法が分類されている。利用者が選択する CPR 対象者のイラストが、訓練を受ける前に表示されることから、これをセレクト画面とする。このように、システムには、利用者インターフェース

であるセレクト画面があり、利用者がイラストによって、学ぶ手法を選択するための機能が実装されている。

4.3 リザルト画面

システムでは、利用者が胸骨圧迫を訓練する時間が、1 分間となるように設定されている。そのため、1 分間の訓練時間内でシステムが検知した、胸骨圧迫時の姿勢である伸展位圧迫と屈曲位圧迫それぞれの回数が、利用者へ最後に表示される設計となっている。利用者の姿勢からシステムによって検知された伸展位圧迫と屈曲位圧迫にもとづいて、それぞれの回数に応じたパーセンテージによる 5 段階の評価とメッセージが画面に表示されることから、これをリザルト画面とする。このように、システムには、利用者インターフェースが 1 分間後にリザルト画面へ遷移する、すなわち、検知された利用者の姿勢に関する結果をモニターで表示するための機能が実装されている。

5. ガイドラインの問題点

現行のガイドラインは、「1 歳児未満を乳児とし、1 歳から思春期までを狭義の小児」[16] として、それぞれに最適な手法を提案する。しかし、手法である二本指圧迫法の訓練において、乳児のみへの胸骨圧迫を想定した救命技術訓練を対象とする考えは、画一的である。なぜなら、救急現場での CPR 対象者の身体には、性別および年代別によって、胸骨圧迫時に関係する筋肉の発達度合いや骨の強さに差があることが想定されるからである。

これは、CPR 対象者において、成人への胸骨圧迫を想定した救命技術訓練にも共通することである。「国際的にも生理学的観点からも、小児と成人の区切りは思春期頃とするのが妥当」[16] であることを前提とした現行のガイドラインは、成人を思春期以後の CPR 対象者と示す。ガイドラインには、最適な胸骨圧迫に関する構成要素である圧迫の深さにおいて、標準的な体格の成人では、胸が約 5cm 沈むように、しかし、6cm を超えないよう、ガイドライン推奨値が規定されている。現状、CPR 教育の訓練基準となっている現行のガイドラインは、どの程度が標準的な体格であるかを明確にしていない。これにより、成人には高齢者を含むが、胸骨圧迫時に関係する骨の強さにおいて、年齢が上がるにつれて骨折する可能性が高くなることが報告されている [17]。そのため、最適な胸骨圧迫において、学習者は、CPR 対象者に応じた適切な技術を習得する必要がある。

以上から、画一化すべきではない基準値が、ガイドラインによって画一化されているという問題を発見した。本研究は、画一化することを目指した基準となるガイドラインが、画一化すべきではない基準値を画一化してしまっているという矛盾を発見し、その中に個別性を見出した。また、ガイドライン推奨値を訓練基準とする救命教育の訓練が、適切ではないことを示した。したがって、性別および年代別によって、CPR 対象者の身体に、胸骨圧迫時に関係する筋肉の発達度合いと骨の強さの差があることを明確にし、ガイドラインで推奨される圧迫の深さが、胸骨圧迫訓練の構成要素に適さないことを立証する。

6. 個別性の定義

救助する CPR 対象者の身体には、性別および年代別によって、胸骨圧迫時に関係する筋肉の発達度合いと骨の強さに差がある。そのため、本研究は、個別性を CPR 対象者個々の属性と定義する。

図 4 が示すように、圧迫の深さにおいて、ガイドライン推奨値に達するために必要な外力との関係は、まったく一定ではなかったことが判明している [18]。これは、CPR 対象者への外力が、訓練時と同等であったとしても、圧迫の深さが同じように再現されるとは限らないことを示唆する。また、外力が女性よりも男性でより強い力が必要であることから、性別は個別性であると言える。

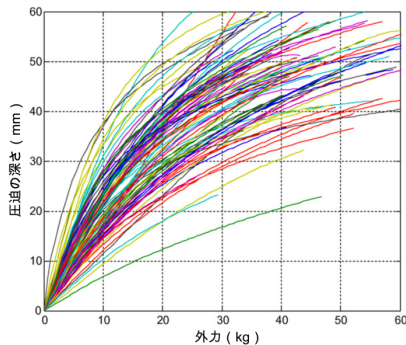


図 4 外力と深さ([18]より、一部改変して引用)

さらに、CPR 対象者の身体に関して、胸骨圧迫時に関係する筋肉の発達度合いと骨の強さの個体差を身体の個別性とする。

圧迫の深さにおいて、ガイドライン推奨値を基準値とするために、健康日本 21 における人生の 6 段階をもとに、本論文では、成人を 20 歳以上 65 歳未満と定義する [19]。そして、筋肉の発達度合いは体幹の筋肉量 [20] から、骨の強さは腰椎骨の骨密度 [21] から判断する。成人の各年齢の平均の値を用いて、男性と女性それぞれの値の総和から平均値を算出した。この平均値を加算して 2 で除算することで、男性と女性を考慮しない成人の筋肉量(α)と骨密度(β)を求めた。よって、この筋肉量と骨密度を基準値とした成人の、圧迫の深さを基準とした。この基準となる成人の圧迫の深さを 5cm とすることで、CPR 対象者の身体において、性別および年代別によって必要とされる圧迫の深さとの関係を表す式 (1) を導出し、図 5 に示すようなグラフで表した。圧迫の深さが年齢に伴って変化することから、年代別は個別性であると言える。

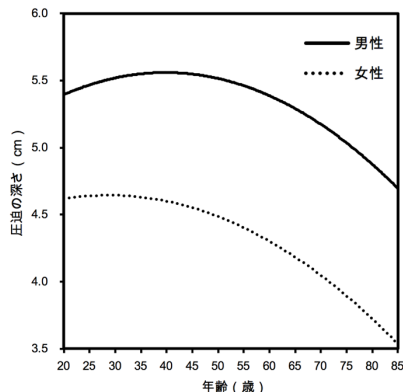


図 5 年齢と深さ

任意の性別と年齢による筋肉量と骨密度をそれぞれ x, y としたとき、

任意の性別と年齢による圧迫の深さ (cm)

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{5}{\alpha} x + \frac{5}{\beta} y \right) \quad (1)$$

7. ガイドラインにおける圧迫の深さの反証

CPR 対象者には、性別および年代別によって身体の個別性があることを 6 章で明確にした。また、ガイドラインで推奨される圧迫の深さは、身体の個別性に対して、訓練時と同等の圧力であったとしても、救急現場で同じように再現されるとは限らない。しかし、ガイドラインは、画一化することを目指した基準となるものであるため、ガイドライン推奨値を訓練基準とする救命教育の訓練は、画一的な技術の習得を促す。そのため、構成要素である圧迫の深さによるガイドライン推奨値を訓練基準とする胸骨圧迫訓練は、救急現場を想定しない、すなわち、CPR 対象者の身体の個別性を考慮しない画一的な CPR となる。これは、圧迫の深さが汎用性の低い技術であることを示している。このことから、ガイドラインで推奨される圧迫の深さが、胸骨圧迫訓練の構成要素に適切ではないことを立証した。

8. 適切な技術を習得するには

CPR 対象者は、身体の個別性を考慮する必要がある。これは、最適な胸骨圧迫において、身体の個別性を考慮した訓練が、学習者にとって適切な訓練となることを示している。つまり、身体の個別性が考慮されていることは、適切な胸骨圧迫訓練に必要な条件となる。そのため、身体の個別性が考慮されていることを適切な訓練の要件とする。また、身体の個別性は、CPR 対象者の性別および年代別によって差がある。性別および年代別とは、個別性であることから、個別性である性別および年代別に関する要件を満たすことが、適切な訓練となる。

救命教育における訓練により、学習者が適切な技術を習得するには、対象となっている人間の根本的な性質を理解する必要がある。2 章で述べたように、現行のガイドラインにおける構成要素は、物事の有用性に影響を与えるものである。これは、物事の対象となっている人間の根本的な性質を反映することを意味し、構成要素を重視した訓練が適切であることを確認した。

胸骨圧迫において、対象となっている人間は、CPR 対象者であり、その根本的な性質とは、身体の個別性である。そのため、適切な訓練の要件では、身体の個別性が考慮されていることから、重視すべき構成要素が導かれる。したがって、適切な訓練の要件に関する構成要素は、現行のガイドラインでの最適な胸骨圧迫の有用性に影響を与える重要な役割となる。また、救急現場で CPR 対象者に身体の個別性があることから、学習者には、適切な技術の習得に向けた訓練が必要である。訓練では、学習者に CPR 対象者の身体の個別性を理解するよう促すことで、自ら考え、実行するパイスタンダーの育成が期待できる。自ら考え、実行する学習者の胸骨圧迫技術は、汎用性が高い。これが、学習者が適切な技術を習得する、ということである。このことから、構成要素の重要性の理解を促す訓練が、適切な訓練の要件を満たす方法であることを、システムを用いて検討導出する。

9. 適切な訓練の要件に関する構成要素

CPR 実施者が、救急現場での身体の個別性を考慮するためには、CPR 対象者に応じて、圧迫の深さに必要な外力を調整する必要がある。CPR 対象者には、性別および年代別によって身体の個別性があることから、それぞれの基準となる標準的な体格がある。そのため、CPR 実施者は、それぞれの基準となる標準的な体格を理解することで、救助する CPR 対象者に対して、どの程度が平均的な外力であるかを推測することが可能である。また、最適な胸骨圧迫には、圧迫の深さを適切に保つことが必要である [5]。しかし、現実的には、加圧と除圧によって生じる圧力の変化を CPR 実施者が把握し、CPR 対象者の圧迫の深さが適切に保たれているかどうかを CPR 実施者自身が判断することはできない。さらに、CPR 実施者の圧力の変化は、圧迫時の姿勢に関係する。このことから、胸骨圧迫における適切な訓練の要件に関する構成要素は、圧迫の深さに対して、加圧と除圧、姿勢であることが明らかとなった。

10. 先行研究の反証

胸骨圧迫訓練での構成要素において、圧迫の深さを検討したところ、圧迫の深さに対して、加圧と除圧、姿勢が身体の個別性を考慮していることを明らかにした。拙研究室の先行研究では、システムを用いて経験する訓練が最適な胸骨圧迫となるよう、その有用性に影響を与える複数の構成要素を考慮してシステムが設計された。そのため、最適な胸骨圧迫に関する構成要素である圧迫の深さが、そのまま訓練の構成要素としてシステムに適用されているかどうかを確認するために、本研究で過去 10 年間分の先行研究を整理した。その結果、先行研究のシステムによる胸骨圧迫訓練において、加圧と除圧、姿勢が構成要素として適用されていることを確認した。

構成要素は、胸骨圧迫の有用性に影響を与えるものであり、学習者にとって理解されるべき重要な役割を担う。また、学習者は、構成要素の重要性を理解することで、適切な技術を習得する。しかしながら、システムは、CPR 対象者をイメージしたイラストによって学ぶ手法が分類され、評価の基準が伸展位圧迫と屈曲位圧迫それぞれの回数の出力表示のみであった。このシステムの設計では、利用者にとって適切な胸骨圧迫技術の習得が不可能である。なぜなら、CPR 実施者が、適切な胸骨圧迫技術を習得するためには、CPR 対象者の身体の個別性を理解し、推測する必要があるからである。したがって、システムは、CPR 対象者の身体の個別性を利用者へ促すように設計されていなかったことが示された。

以上から、先行研究は、構成要素の重要性が理解できていなかったことが判明した。最適な胸骨圧迫の適切な訓練とは、個別性である性別および年代別に関する要件を満たすことであり、構成要素が重視された訓練は、CPR 対象者の身体の個別性を理解することを可能にする。そのため、システムを用いた訓練は、CPR 対象者の身体の個別性を理解することなく終わり、利用者にとって単なる儀礼的な作業と化していた、すなわち、適切な訓練ではなかったと言える。

一方、先行研究は、バイスタンダーとなる可能性のある市民への、胸骨圧迫技術の習得に向けたシステムの開発に取り組んでいた。

市民は、OHCA 患者の救命におけるバイスタンダーの役割を担わなければいけないという責務がある。胸骨圧迫訓練を受けた経験のあるバイスタンダーは、患者への救命処置を迅速に施す。迅速な救命処置が施されることで、患者の救命率が高まることから、CPR を実行する可能性の高いバイスタンダーを育成するための、市民を対象とした教育における胸骨圧迫訓練を普及させる必要がある。しかし、胸骨圧迫における適切な訓練の要件を満たす構成要素をおさえていなければ、その訓練は本質的な意味を持たない。なぜなら、構成要素が重視されていない訓練は、その訓練の対象となる人間の根本的な性質を理解することなく終わり、学習者にとって単なる儀礼的な作業と化すからである。これは、構成要素が、その訓練が適切な訓練となり得るかどうかを決める重要な役割を果たすことを示している。また、学習者が胸骨圧迫訓練を受ける目的は、その経験によって技術を習得することである。よって、適切な胸骨圧迫技術の習得を図る適切な訓練とは、学習者が重要な構成要素を理解することなのだ。そのため、学習者 1 人ひとりに対して、重要な構成要素の理解を促す訓練方法が求められている。

胸骨圧迫における適切な訓練の要件に関する構成要素である、加圧と除圧、姿勢を重視する訓練では、システムが、CPR 対象者の身体の個別性を利用者へ推測させるよう、利用者 1 人ひとりに対して促すべきである。これにより、救急現場を想定することが、適切な訓練の要件を満たす方法であることを導出した。したがって、本研究のシステム(以下、本システム)は、救急現場を想定し、加圧と除圧、姿勢の重要性を利用者へ促す設計となっている。このことから、適切な訓練の要件に関する構成要素は、その訓練が適切な訓練として成立するかどうかを決める重要な役割を果たすことが明確となり、救命教育の訓練方法において、先行研究の一到達点は、本研究の課題の発見に大変有意義な知見を与えた。

11. 本システムの概要

本システムは、利用者インターフェース用の床置きモニター、Windows OS が搭載されたパソコン(Windows PC)、Kinect センサー、Kinect センサー用 Windows PC アダプター、バランス Wii ボード、MiniAnne(心肺蘇生訓練用マネキン)で構成されている。開発環境は、.NET Framework4 系(ランタイム実行環境)を利用して、Microsoft Visual Studio 2017/2019 で C#(プログラミング言語)を用いて開発した。

Kinect センサーは、その圧力の変化に関係する圧迫時の姿勢の状態を、バランス Wii ボードは、利用者の胸骨圧迫時の加圧と除圧によって生じる圧力の変化を検知する。また、床置きモニターは、救急現場を想定した利用者インターフェースを表示し、検知された加圧と除圧、姿勢の重要性の理解を利用者へ促す。そして、検知された利用者の圧力と姿勢を評価するといった、適切な訓練の要件に関する構成要素を総合的に捉える、自己学習用シミュレーションシステムとなっている。本システムに関する詳細な情報については学会登壇時に述べる。

12. 本システムを用いた構成要素の検証方法

本研究は、本システムの有効性を確認するための調査と市民への胸骨圧迫訓練の普及活動を兼ねて、検証した。普及活動としての講習会、題して「リバイビング next プロジェクト」は、講習参加者(被験者)の人権に対する配慮として、本研究のすべての担当者が「ヘルシンキ宣言」[22] および「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」[23]を遵守して開催された。

13. 結語

CPR 教育は、学習者が質の高い CPR を習得することを目的とする。質の高い CPR の習得は、CPR 対象者の身体の個別性を考慮し、CPR 実施者が自ら考え、実行することが可能な、汎用性の高い技術の習得を示す。つまり、学習者には適切な技術の習得が望まれているということである。よって、CPR 教育での胸骨圧迫において適切な技術を習得するための、適切な訓練の要件に関する構成要素の重要性の理解を学習者へ促す訓練方法を提案した。

本研究は、この訓練方法を確立するためのシステムを開発した。胸骨圧迫訓練を受けられる本システムでは、加圧と除圧、姿勢の重要性の理解を学習者へ促すように設計されている。この自己学習用シミュレーションシステムを用いて訓練を受けることにより、CPR 対象者の身体に個別性があることを理解し、自ら推測して実行することが可能なバイスタンダーの育成が期待できる。

重視すべき構成要素は、CPR 対象者の身体の個別性を考慮することで導かれる。このことから、適切な訓練の要件を満たす構成要素をおさえた訓練は、構成要素に身体の個別性を反映するように仕向ける、すなわち、本質的な意味を持つことから、構成要素の重要性が明らかとなった。

救命教育では、物事の対象が人間であることから、その根本的な性質の理解が重要である。なぜなら、物事の有用性に影響を与える構成要素が、救命教育に関する他の物事における訓練でも、その物事の対象となっている人間の根本的な性質を反映することを意味するからである。その物事のための訓練において、この構成要素の重要性の理解を学習者へ促すことは、学習者の適切な技術の習得を可能とする。救命教育における訓練では、学習者が適切な技術を習得するために、対象となっている人間の根本的な性質を理解する必要がある。そのため、訓練において構成要素は重要な役割を果たす。

以上から、構成要素を重視するのは、胸骨圧迫においてだけとは限らないことが判明した。しかし、本論文において身体の個別性は、あくまでも CPR 対象者の胸骨圧迫時に関係する個体の差である。これにより、身体の個別性は、その物事に応じて抽象化することが望ましい。また、その物事に応じた重要な構成要素を明らかにすることで、市民レベルでの救命教育における訓練全体に関して、その訓練に意味を持たせる方法論の確立を目指す。この市民への救命教育における訓練の方法論を確立することで、本質的な意味を持つ適切な訓練となり、救命率向上への適切な技術の普及に対して一歩前進することができる。

救命教育において市民へどう教育するかは、教育機会の拡大に向けた取り組みを推進するにあたって、世界共通の

課題となることから、本研究で発見した課題の対策を立案し、標準化を進めることで解決していきたい。

参考文献

- [1] 2015 American Heart Association. “American Heart Association 心肺蘇生と救急心血管治療のためのガイドラインアップデート 2015 ハイライト”, ガイドラインハイライト, <https://eccguidelines.heart.org/wp-content/uploads/2015/10/2015-AHA-Guidelines-Highlights-Japanese.pdf>
- [2] 新村 出/編. “広辞苑第七版”, 岩波書店(2018).
- [3] Holmberg M. “Effect of bystander cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden.”, *Resuscitation*; 47(1): 59-70 (2000).
- [4] 総務省消防庁. “I 救急編”, 平成 30 年版 救急・救助の現況, https://www.fdma.go.jp/publication/rescue/items/kkkg_h30_01_kyukyuu.pdf
- [5] 一般社団法人 日本蘇生協議会. “第 1 章 一次救命処置(BLS)”, JRC 蘇生ガイドライン 2015 オンライン版, <https://www.japanresuscitationcouncil.org/wp-content/uploads/2016/04/1327fc7d4e9a5dcd73732eb04c159a7b.pdf>
- [6] 一般社団法人 日本蘇生協議会. “第 8 章 普及教育のための方策(EIT)”, JRC 蘇生ガイドライン 2015 オンライン版, <https://www.japanresuscitationcouncil.org/wp-content/uploads/2016/04/b7b5b647189bc07f38f6fecf014cf5d9.pdf>
- [7] 福岡救急医学会. “I am “HERO” CPR・AED チャレンジ 2010”, I am “HERO” (CPR・AED チャレンジ 2010) 実行委員会(2010).
- [8] エドガー・デール/著, 有光 成徳/訳. “学習指導における聴視的方法(上巻)”, 政経タイムズ社出版部(1950).
- [9] 日本臨床救急医学会. “心肺蘇生の指導方法、指導内容に関するコンセンサス 2015(ver. 160303)”, 学校への BLS 教育導入検討委員会, https://jsem.me/about/school_bls/teaching_consensus2015_v160303.pdf
- [10] 藤岡 直矢, 他. “適切な心肺蘇生法実現のための体験学習支援システムの開発”, 情報処理学会(2010).
- [11] 厚生労働省. “改訂 5 版 救急蘇生法の指針 2015(市民用)”, 日本救急医療財団心肺蘇生法委員会, <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10800000-Iseikyoku/0000123021.pdf>
- [12] 一般社団法人 日本蘇生協議会. “第 2 章 成人の二次救命処置(ALS)”, JRC 蘇生ガイドライン 2015 オンライン版, <https://www.japanresuscitationcouncil.org/wp-content/uploads/2016/04/0e5445d84c8c2a31aaa17db0a9c67b76.pdf>
- [13] 公益財団法人 日本スポーツ協会. “1 心肺蘇生法 D 緊急時の救命処置”, 救命処置, https://www.japan-sports.or.jp/Portals/0/data0/publish/pdf/h25attext8_p67_82.pdf
- [14] 小野寺 憲治. “コメディカルによるバイタル異常・急変・ME 機器でのアラームサインへのアプローチ 緊急治療を要する疾患の病態生理と薬物治療”, 薬事日報社(2010).
- [15] 北川 薫. “健康・スポーツ科学テキスト機能解剖・バイオメカニクス”, 文光堂(2011).
- [16] 一般社団法人 日本蘇生協議会. “第 3 章 小児の蘇生(PLS)”, JRC 蘇生ガイドライン 2015 オンライン版, <https://www.japanresuscitationcouncil.org/wp-content/uploads/2016/04/6f3eb900600bc2bdf95fdce0d37ee1b5.pdf>
- [17] Kralj E, Podbregar M, Kejzar N, Balazic J. “Frequency and number of resuscitation related rib and sternum fractures are higher than generally considered”, *Resuscitation*; 93: 136-141(2015). doi:10.1016/j.resuscitation.2015.02.034
- [18] A.E.Tomlinson, J.Nysaether, J.Kramer-Johansen, P.A.Steen, E.Dorph. “Compression force-depth relationship during out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation”, *Resuscitation*; 72: 364-370(2007). doi:10.1016/j.resuscitation.2006.07.017
- [19] 厚生労働省. “第 6 章 人生の各段階の課題 第 2 節 人生の 6 段階”, 健康日本 21(総論), https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21_11/s0.html#A62

- [20] 谷本 芳美, 渡辺 美鈴, 河野 令, 広田 千賀, 高崎 恭輔, 河野 公一.
“日本人筋肉量の加齢による特徴”, 日本老年医学会雑誌; 47: 52-57(2010).
- [21] 日本骨代謝学会骨粗鬆症診断基準検討委員会. “原発性骨粗鬆症の診断基準(1996 年度改定版)”, 日本骨代謝学会雑誌; 14(4): 219-233(1997).
- [22] 日本医師会/訳. “ヘルシンキ宣言人間を対象とする医学研究の倫理的原則”, WORLD MEDICAL ASSOCIATION,
<http://dl.med.or.jp/dl-med/wma/helsinki2013j.pdf>
- [23] 文部科学省, 厚生労働省. “人を対象とする医学系研究に関する倫理指針(平成 29 年度 2 月 28 日一部改正)”, 1 人を対象とする医学系研究に関する倫理指針,
<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10600000-Daijinkanboukouseikagakuka/0000153339.pdf>