

一般口演 | 教育・研修

一般口演10 教育・研修

2021年11月20日(土) 09:10 ～ 11:10 F会場 (2号館2階224)

[3-F-1-05] 医療系学生への CPR訓練システムを用いた実験研究の検討

*栗谷川 知紀¹、皆月 昭則¹（1. 釧路公立大学）

*Tomoki Kuriyagawa¹, Akinori Minaduki¹（1. 釧路公立大学）

キーワード：CPR, Simulator, High-Quality CPR, BLS, Medical staff Education

Basic Life Support（BLS）は医療系学生にとって重要な実践のひとつである。心肺蘇生法（以下 CPR）は、心停止者の救命のチャンスを逃さないための「救命の連鎖」の開始点である。しかし、CPRの姿勢についてはガイドラインに明記されているものの、訓練時にリアルタイムで客観的な姿勢評価をすることは指導者資格を有していても困難である。この課題に対して本研究では最新デバイスの Azure Kinect DK（以下、Kinect）を用いて、被験者の正面と側面の2方向から CPR時の上肢・下肢の姿勢を捉え、評価が可能なシステムを開発して実験した。

CPRの姿勢変化の入力検知センサーデバイスとして用いた Kinectは、NUI（Natural User Interface）用入力センサーデバイスである。CPRの訓練時の姿勢の動作（形；カタ）の抽出、そして判定アルゴリズムの開発には、CPRを実施する際の身体全体の入力を行う追跡検知の処理、ユーザーインターフェース化が必要不可欠である。動作の追跡検知に使用する入力デバイスは、既存のキーボードやマウスでは CPR 訓練のシステム構成の要件に適さない。よって本研究では、Kinectを使用して、CPR 訓練時の身体全体を入力・追跡検知することで、身体全体から部分（肘、肩など）の変動を抽出し、CPR の姿勢の形の正誤判定を行うシステムを開発した。

開発した CPR訓練システムの被験者は、CPRの指導を受ける機会が少ない事業所社員および非医療系学生と医療系学生を対象とした。事業所社員を対象とした2群の実験結果では、両群を合わせて44人の姿勢総合点と圧迫回数を分析すると、相関係数0.662という値を示し、なお1群の実験対象者では相関係数0.888を示した。登壇時は、非医療系学生と医療系学生の実験結果および医療者への CPRスキルチェック教育ツールの提案について報告する。

医療系学生への CPR 訓練システムを用いた実験研究の検討

栗谷川 知紀^{*1}、皆月 昭則^{*2}

^{*1} 釧路公立大学、^{*2} 釧路公立大学

Investigation of an Experimental Study Using a CPR Training System for Medical Students

Tomoki KURIYAGAWA^{*1}, Akinori MINADUKI^{*2}

^{*1} Kushiro Public University, ^{*2} Kushiro Public University

Abstract:

Every year, more than 70,000 citizens are faced with the crisis of cardiac arrests in their everyday lives. A rapid response is required in case of heart attack to avoid the risk of death, and cardiopulmonary resuscitation(CPR) is known as the most effective means of doing this. However, practical CPR education on the correct posture for citizens to adopt when performing CPR in case of cardiac arrest has not yet been established. As an approach to this problem, in this study, we developed a training system, in which we use an Azure Kinect DK sensor camera to visualize the upper and lower body posture when performing the CPR operation from both the front and the rear directions. Assuming use under COVID-19 restrictions, we implemented a non-contact voice-activated interface and functionality for accurately detecting pressure in the system. When evaluating the training system, after using it for the employee training of airport and life insurance employee, a comparative investigation was performed to judge whether the system could be used for training.

Keywords: CPR, Simulator, High-Quality CPR, BLS, Medical staff Education

1. 緒論

令和 2 年版救急・救助の現況(総務省消防庁)¹⁾によれば、令和元年(2019 年)に消防機関が搬送した日本国内の院外心停止傷病者数は 126,271 人である。危機を目撃した時、「救命の連鎖」の開始点は、第一に心停止の早期認識と通報する市民の意思決定と行動であり、心肺蘇生法(以下 CPR)の姿勢については、JRC 蘇生ガイドライン 2020²⁾をはじめとするガイドラインで定められている。しかし、訓練時にリアルタイムで客観的な姿勢評価をすることは、指導資格を有した者でも困難であった。この課題解決へのアプローチとして、マイクロソフト社の最新デバイスの Azure Kinect DK³⁾を用いて、被験者の正面と側面の 2 方向から CPR の上肢・下肢の姿勢を捉え、評価が可能なシステムを開発した。

2. 開発した CPR 訓練システムを用いた実験

実験では、開発した CPR 訓練システムを用いた。実験時間は、ガイドラインに基づいて被験者 1 人につき 1 分間に設定し、開発した CPR 訓練システムによって CPR 訓練時の正しい姿勢と圧迫回数の検知・判定を特に重要視した。

2.1 CPR 訓練システムの被験者

開発した CPR 訓練システムの被験者は、CPR の指導を受ける機会が少ない市民(非医療従事者)を対象とした。具体的な実験対象としては、非医療系学生と A 事業所、B 事業所の 3 カ所(3 群)である。それに対して、CPR の指導を受けた機会が市民に比較すると多い医療系学生にシステムを使用させて、実験時の評価結果について市民との比較・検討をした。医療系学生を被験者とした実験結果の詳細は、登壇時に報告する。

また、実験の対象者には口頭と掲示物にて研究概要、個人情報保護などについて説明をおこない、同意を得た。

2.2 実験に使用する CPR 用訓練人形

開発した CPR 訓練システムを用いた実験には、学校向け心肺蘇生訓練用セットの CPR 訓練用的人形のレールダルのミニアン⁴⁾を使用した。このミニアンは、正しい深さの圧迫をおこなうと、JRC 蘇生ガイドライン 2010⁵⁾に基づいたクリック音か

鳴る。開発した CPR 訓練システムでは、ミニアンを正しい姿勢や深さで圧迫出来ているかを評価することが可能である。



図 1 CPR 訓練用的人形のミニアン

2.3 CPR 訓練の NUI アプリケーション開発

CPR 訓練時の身体姿勢変化の入力検知センサーデバイスとして用いた Azure Kinect DK (以下、Kinect) は、Windows PC に接続する NUI(Natural User Interface)用入力センサーデバイスである。CPR の訓練時の姿勢の動作(形;カタ)の抽出、そして判定アルゴリズムの開発には、CPR を行う際の身体全体の入力検知のユーザーインターフェース化が必要不可欠であり、キーボードやマウスによる入力デバイスによる CPR 訓練のシステム構成の要件に適さない。本研究では、Kinect を使用して、CPR 訓練時の身体全体を捉えて、いわば身体全体を入力検知することで、全体から部分(肘、肩など)の変動を抽出して、CPR の姿勢の形(カタ)の正誤判定を行うための Kinect を用いた NUI アプリケーションを実装した訓練システムを開発した。

2.4 システムのインターフェース概要

インターフェースでは、AR(拡張現実)表示で被験者の訓練姿勢を可視化し、分析可能なシステムを開発した。ま

た,Kinect の Body Tracking 検知に解剖学的知見を依拠した処理をした.よって,システムはモーションキャプチャーなど身体に身につけるウェアラブルデバイスが必要でなく,CPR の正しい(あるいは誤った)姿勢判定が導出可能である.図 2 のように正面の Kinect 表示インターフェースは,リアルタイムで左右の肘・肩の検知・評価を導出し,訓練者に認識しやすいように点数変換(100 点法)表示した.コメント表示は各関節の状態に応じて返し,矢印のインターフェースは誤った姿勢を指摘し修正すべき箇所に対して表示した.

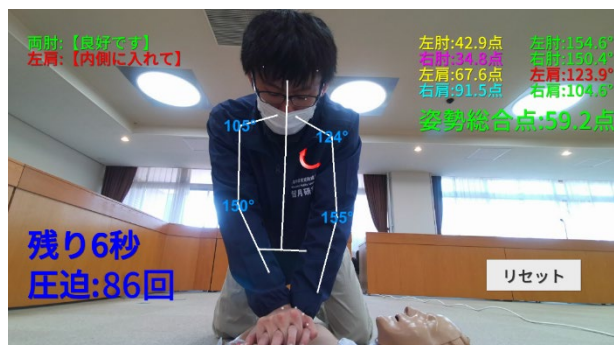


図 2 正面の Kinect 表示インターフェース

図 3 のように側面の Kinect 表示インターフェースでは,胸(胸部),へそ(腹部),お尻(臀部)の検知・評価をリアルタイムで処理して,正面インターフェースと同様に点数やコメント,矢印のインターフェースを表示した.



図 3 側面の Kinect 表示インターフェース

2. 4. 1 関節角度の検知・取得

システムの処理は,ゲームエンジンの Unity⁶⁾を用いて実装した.肘や肩などの各関節の角度は,Kinect の Body Tracking 検知によって取得した骨格情報をもとに,Unity で定義されている Vector3 関数を用いて計算処理した.

2. 4. 2 関節角度の導出処理法

導出処理計算の条件は,例として図 4 に対応すると,ワールド座標系において,点 a,b,c の座標をそれぞれ

$$a = (x_1, y_1, z_1), b = (x_2, y_2, z_2), c = (x_3, y_3, z_3)$$

としたとき,

$$\vec{a} = a - b = (x_1, y_1, z_1) - (x_2, y_2, z_2) \quad (1)$$

$$\vec{b} = c - b = (x_3, y_3, z_3) - (x_2, y_2, z_2) \quad (2)$$

が求められる.

ここで,求められた $\vec{a}, \vec{b}$ を

$$\vec{a} = (a_x, a_y, a_z) \quad (3)$$

$$\vec{b} = (b_x, b_y, b_z) \quad (4)$$

と表すとする.

このとき,2 つのベクトル $\vec{a}, \vec{b}$ がなす角を θ (ラジアン)とすると,なす角を求める式より

$$\theta = \arccos \frac{\vec{a} * \vec{b}}{|\vec{a}| |\vec{b}|} \quad (5)$$

ただし, $|\vec{a}| \neq 0, |\vec{b}| \neq 0$

ここで,(3),(4)より

$$\theta = \arccos \frac{a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z}{\sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}} \quad (6)$$

以上より,(6)で θ (ラジアン)を求め,これを CPR 訓練者にも判読しやすいように角度に変換してインターフェースに表示した

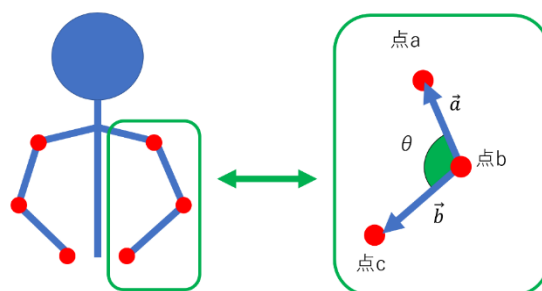


図 4 関節角度の導出例(左肘の場合)

2. 4. 3 胸骨圧迫時の圧迫回数と圧迫の深さ

胸骨圧迫時の圧迫回数は,1 分間に約 100 回~120 回とガイドラインで定められている.正面の Kinect 表示インターフェースの圧迫回数の計数処理機能では, CPR 訓練用人体のミニアンを正しい姿勢で圧迫したとき,ガイドラインで定められた 5cm の深さに達するとクリック音が鳴る.システムではクリック音をマイクで取得処理することによってリアルタイムで圧迫回数を計数処理するように実装した.タイマー機能では,訓練時間を 1 分間で実装し,圧迫回数の計数処理機能と組み合わせることによって,訓練者の圧迫回数が,ガイドラインの基準を満たしているかどうかを確認する.

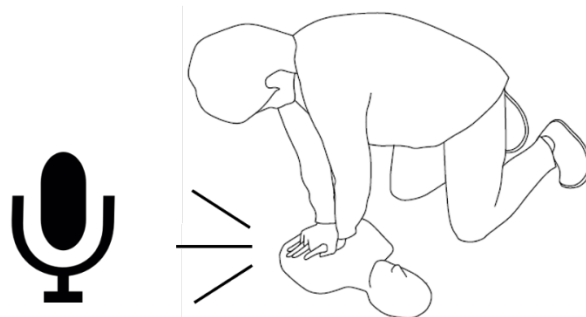


図 5 圧迫回数の計数処理イメージ

2. 4. 4 メトロノーム機能によるリズム学習

正面の Kinect 表示インターフェースでは,メトロノーム機能を実装した.この機能は,正面の Kinect 表示インターフェースが起動している間ワイヤレスイヤホン(骨伝導タイプ)からメトロノームの音が 1 分間に 110 回(110bpm)鳴るように実装しており,訓練者にワイヤレスイヤホンを装着させることで,ガイドライン

に基づいた圧迫ペースのリズム学習を可能にした。



図6 ワイヤレスイヤホン(骨伝導タイプ)の装着例

2.4.5 インターフェースの遷移

ARを含むKinect表示の一連のインターフェース画面表示は、図7の①～④のように遷移する。遷移は、音声認識技術によってKinect表示インターフェースのタッチボタンの表示テキストを発声すること(音声コマンドの入力)によってシステムのNUIアプリケーションの開始から終了まで行うことが可能である。



図7 Kinect表示のインターフェースの遷移

2.4.6 システムの展開方法

2020年4月に発売されたAzure Kinect DKを用いたCPR訓練システムのNUIアプリケーションの開発に取り組んだ。開発過程を振り返ると、Azure Kinect DKが発売まもなくということもあり、技術資料が十分ではなく、PCへの負荷軽減方策を探し出す時間で困難を極めた。

現在のシステム展開方法は、正面と側面の2台のKinectに対して、Kinectの要件を満たしているPC(以下、ホストPC)を2台使用している。これは、Kinectが非常に高性能であり、ホストPCにかかる処理の負荷が大きいいため、実験に使用しているホストPCでは処理の負荷に耐えきれないからである。

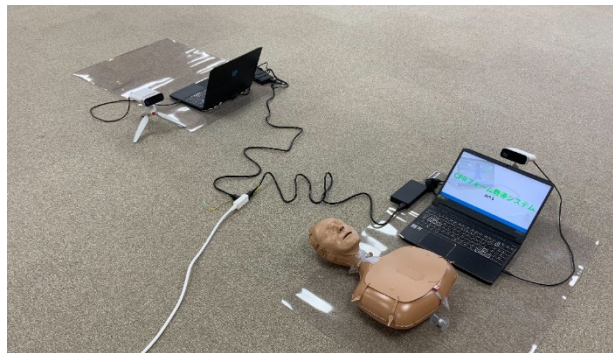


図8 現在のシステム展開モデル

今後の訓練システムの開発では、システムの発展的な展開方法として、2つの展開モデルを提案する。1つ目は、正面と側面の2台のKinectを1台のホストPCに接続する。Kinect表示インターフェースを1つのディスプレイに表示することで、圧迫時の全体の姿勢評価を導出可能な展開モデルである。

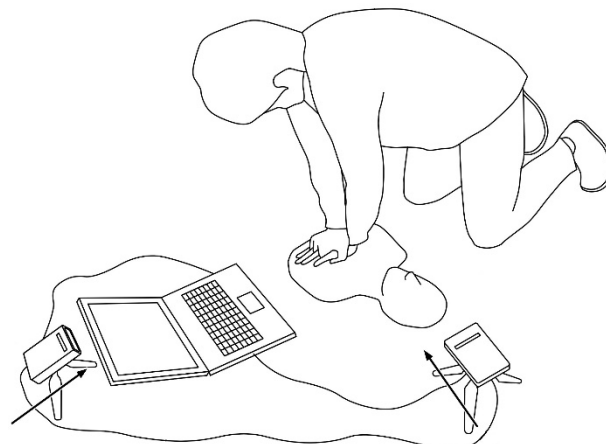


図9 発展的なシステム展開モデル1

2つ目は、正面と側面の2台のKinectを2台のホストPCに接続する。Kinect表示インターフェースをマルチディスプレイに表示することで、圧迫時の全体の姿勢評価を導出可能な展開モデルである。



図10 発展的なシステム展開モデル2

2つの発展的なシステム展開モデルでは、いずれも訓練者自身が正面と側面からの姿勢を確認することが可能である。2つの発展的なシステム展開モデルは、圧迫時の全体の姿勢評価の導出が訓練者にとって認識しやすい新たなシステム展開方法として提案する。

3. 実験結果の統計分析

開発したCPR訓練システムを用いた実験では、システムを展開した状態で被験者にCPR訓練用的人形のミニアンを1分間圧迫させた。システムが評価した姿勢や圧迫回数などの結果をもとに、得られたデータを統計分析して、結果を比較した。統計分析では、相関分析と回帰分析を用いて、有意水準は5%とした。

3.1 圧迫姿勢と圧迫回数の関係性

圧迫姿勢と圧迫回数の関係性は未解明な部分が多い。これを解明するため、圧迫姿勢と圧迫回数には関係性があるという仮説を証明するために、開発したCPR訓練システムを用

いた実験をおこない、得られた結果を比較した。

3.1.1 姿勢総合点と圧迫回数の散布図

非医療系学生のシステムを用いた実験では、26 人の被験者から実験データを取った。図 11 の散布図は、正面の Kinect 表示インターフェースと側面の Kinect 表示インターフェースで検知・評価した各部位の点数を平均化した「姿勢総合点」を横軸とし、前述したように胸骨圧迫が正しい深さに達したときのみ計数処理する「圧迫回数」を縦軸としてこれらを比較実験した。結果として、相関係数が 0.422 という正の相関を示した。

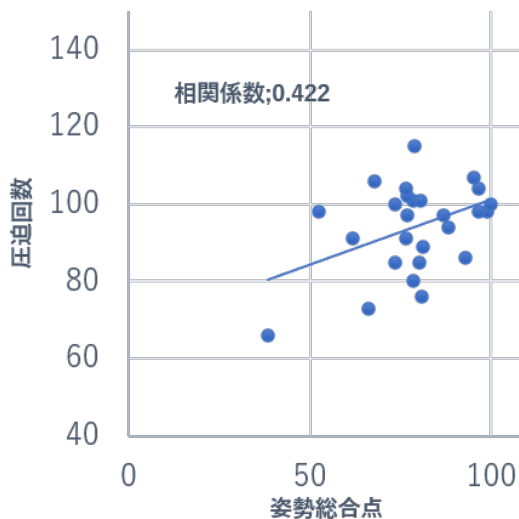


図 11 非医療系学生の実験データの散布図

A 事業所でのシステムを用いた実験では、44 人の被験者から実験データを取った。図 12 の散布図は、非医療系学生の散布図と同様に、姿勢総合点を横軸、圧迫回数を縦軸として、これらを比較実験した。結果として、相関係数が 0.446 という正の相関を示した。

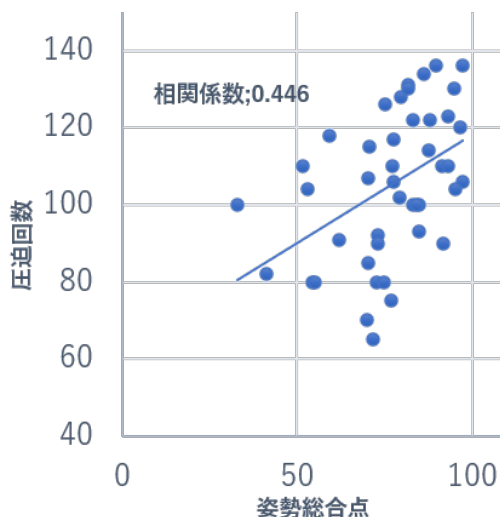


図 12 A 事業所での実験データの散布図

B 事業所でのシステムを用いた実験では、44 人の被験者から実験データを取った。図 13 の散布図は、非医療系学生と A 事業所の散布図と同様に、姿勢総合点を横軸、圧迫回数を縦

軸として、これらを比較実験した。結果として、相関係数が 0.662 というやや強い正の相関を示した。

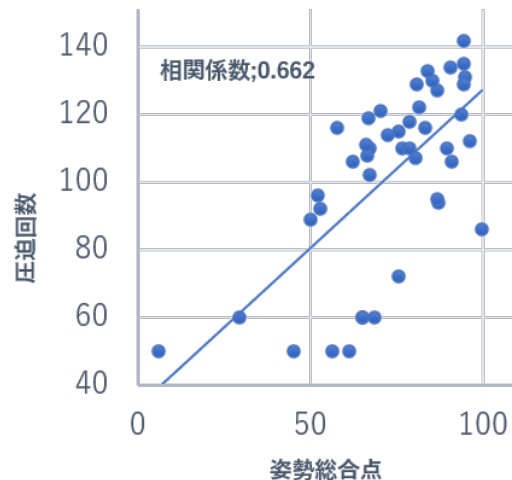


図 13 B 事業所での実験データの散布図

3.1.2 姿勢総合点と圧迫回数の比較

姿勢総合点と圧迫回数の単回帰分析をおこない、結果を比較した。非医療系学生の単回帰分析では、有意確率は 0.032 であり、姿勢総合点と圧迫回数には有意差があった。A 事業所の単回帰分析では、有意確率は 0.002 であり、姿勢総合点と圧迫回数には有意差があった。B 事業所の単回帰分析では、有意確率は $p < 0.001$ であり、姿勢総合点と圧迫回数には有意差があった。有意ということは、姿勢総合点と圧迫回数には関係があると言える。

表 1 非医療系学生の単回帰分析

変数	係数	標準誤差	95%信頼区間	p値
姿勢総合点	0.338	0.149	0.032-0.645	0.032

表 2 A 事業所の単回帰分析

変数	係数	標準誤差	95%信頼区間	p値
姿勢総合点	0.094	0.029	0.035-0.152	0.002

表 3 B 事業所の単回帰分析

変数	係数	標準誤差	95%信頼区間	p値
姿勢総合点	0.938	0.164	0.607-1.268	< 0.001

3.1.3 姿勢に寄与する部位と圧迫回数の比較

CPR の姿勢に寄与する部位は、肘や肩などをはじめ複数存在することが実験によって明らかになった。非医療系学生の重回帰分析では、姿勢に寄与する部位を説明変数、圧迫回数を目的変数としたとき、すべての部位の有意確率は $p > 0.05$ であり、姿勢に寄与する部位と圧迫回数には有意差がなかった。有意でないということは、姿勢に寄与する部位と圧迫回数には関係があるとは言えなかった。

A 事業所の重回帰分析では、姿勢に寄与する部位を説明変数、圧迫回数を目的変数としたとき、右肘の有意確率は 0.007 であり、右肘と圧迫回数には有意差があった。有意ということは、右肘と圧迫回数には関係があると言える。

B 事業所の重回帰分析では、姿勢に寄与する部位を説明変数、圧迫回数を目的変数としたとき、右肘の有意確率は 0.004、左肩の有意確率は 0.006 であり、右肘、左肩と圧迫回数には有意差があった。有意ということは、右肘、左肩と圧迫回数には、関係があると言える。

表 4 非医療系学生の重回帰分析

変 数	偏回帰係数	標準誤差	95%信頼区間	p値
左肘	0.003	0.082	-0.170-0.175	0.974
右肘	0.111	0.088	-0.073-0.295	0.221
左肩	0.036	0.191	-0.365-0.436	0.854
右肩	-0.424	0.512	-1.497-0.648	0.418
上肢	0.144	0.105	-0.075-0.363	0.185
下肢	0.059	0.073	-0.093-0.211	0.426

表 5 A 事業所の重回帰分析

変 数	偏回帰係数	標準誤差	95%信頼区間	p値
左肘	-0.010	0.148	-0.311-0.291	0.948
右肘	0.333	0.117	0.096-0.569	0.007
左肩	0.064	0.160	-0.259-0.388	0.689
右肩	0.320	0.171	-0.025-0.666	0.068
上肢	0.085	0.075	-0.067-0.237	0.267
下肢	-0.048	0.068	-0.186-0.090	0.483

表 6 B 事業所の重回帰分析

変 数	偏回帰係数	標準誤差	95%信頼区間	p値
左肘	0.048	0.121	-0.197-0.294	0.692
右肘	0.445	0.143	0.155-0.736	0.004
左肩	0.426	0.147	0.127-0.724	0.006
右肩	0.288	0.174	-0.065-0.641	0.107
上肢	-0.184	0.115	-0.417-0.050	0.119
下肢	-0.025	0.101	-0.229-0.180	0.807

3.1.4 全体の姿勢を捉える意義

従来の CPR 指導方法では、指導者による主観的な評価であり、正しい圧迫姿勢の客観的な評価が不可能である。全体の姿勢を捉える意義は、所定の圧迫回数の獲得には正しい圧迫姿勢が必要不可欠であることを明らかにした。正しい圧迫姿勢の訓練には、客観的な評価を行うシステムが必要である。開発したシステムでは正面と側面の 2 方向からの Kinect 表示インターフェースの検知・評価によって正しい圧迫姿勢が可能である。

3.2 CPR 時の男女差

CPR 時の男女差は、未解明な部分が多い。CPR 訓練用人形のミニアンを圧迫する際にクリッカー音を鳴らせない人は、男性に比べて女性のほうが多いことが実験によって明らかになった。この理由を解明するため、姿勢総合点と圧迫回数の男女差の比較や CPR の姿勢における男女の重心の差を比較する実験を行い、得られた結果を比較した。

3.2.1 姿勢平均点と圧迫回数の男女差の比較

表 7~表 9 は、非医療系学生と A 事業所、B 事業所での実験から得られた姿勢平均点と正しい深さに達した圧迫回数を比較した表である。表 7~表 9 の「姿勢平均点」とは、3.1.1 節で述べた姿勢総合点を被験者数によって平均化した値である。

姿勢平均点の男女差は、表 7~9 で示したように、すべての実

験で男性の方が高かった。圧迫回数の男女差は、非医療系学生を被験者とした実験のみ女性の方が高かったが僅差であり、残りの 2 回の実験では男性の方が高かった。

表 7 非医療系学生の男女差の比較

非医療系学生	姿勢平均点	圧迫回数
女性	74.1	83.0
男性	82.3	82.3

表 8 A 事業所の男女差の比較

A事業所	姿勢平均点	圧迫回数
女性	74.0	107.9
男性	92.9	118.0

表 9 B 事業所の男女差の比較

B事業所	姿勢平均点	圧迫回数
女性	71.5	98.6
男性	81.1	117.3

3.2.2 CPR の姿勢における男女の重心の比較

男女の重心は、一般的に男性の重心がへそ（腹部）にあるとされ、女性の重心は腰（骨盤）にあるとされる。CPR の姿勢では、人体のうちで質量比のおよそ 48%⁷⁾を占める体幹を心停止者の上にさせるようにする。CPR 時の体幹の乗せ方は、男女の重心の違いによって差が生じると仮説を立て、実験により比較した。

CPR 時の女性の重心では、図 14 のように圧迫姿勢から腕を外して体の後ろに回してもそのまま姿勢を保つことが出来た。



図 14 CPR 時の女性の重心

CPR 時の女性の重心に対して、CPR 時の男性の重心では、図 15 のように圧迫姿勢から腕を外して体の後ろに回すと姿勢を保持することが困難であった。男性は重心がへそ（腹部）にあるため、CPR の姿勢の場合、両肩～両肘で体幹を支えている（均衡状態）と考えられる。



図 15 CPR 時の男性の重心

3.3 圧迫姿勢と圧迫回数に寄与する要因

前述したように、CPR の圧迫姿勢と圧迫回数には関係性があることを明らかにした。しかし、圧迫姿勢と圧迫回数に寄与する要因は、未解明な部分が多い。これを解明するため、圧迫姿勢と圧迫回数に寄与する要因として、体重や身長、BMI、体幹筋肉量、筋肉量があると仮説を立て、比較した。体組成は、TANITA 製の体組成計であるインナースキャン;RD-800 を用いて測定した。結果として、身長や体重、BMI、体幹筋肉量、筋肉量はいずれも圧迫姿勢と圧迫回数との相関係数が低く、圧迫姿勢と圧迫回数に寄与する要因とは言えなかった。

表 10 姿勢総合点と圧迫回数に寄与する要因の相関係数

非医療系学生	身長	体重	BMI	体幹筋肉量	筋肉量
姿勢総合点	-0.150	-0.048	0.015	0.264	0.236
圧迫回数	-0.134	0.151	0.243	-0.083	-0.056

3.4 比較した実験結果の考察

姿勢総合点と圧迫回数の比較は、非医療系学生の実験では、有意確率は 0.032 であり、有意差があった。A 事業所の実験では、有意確率は 0.002 であり、有意差があった。B 事業所の実験では、有意確率は $p<0.001$ であり、有意差があった。姿勢に寄与する部位と圧迫回数の比較は、A 事業所の実験では右肘の有意確率は 0.007 であり、右肘と圧迫回数には有意差があった。B 事業所の実験では、右肘の有意確率は 0.004、左肩の有意確率は 0.006 であり、右肘、左肩と圧迫回数には有意差があった。

姿勢平均点と圧迫回数の男女差の比較は、全体的に男性の方が高い値を取得した。男女差が生じた考えられる理由のひとつとしては、男女の重心の差によるものがある。CPR 時の男女の重心には、3.2.2 節の実験から明らかになったように差異がある。3.2.2 節でも述べたように、一般的に、男性の重心はへそ(腹部)にあるとされ、女性の重心は腰(骨盤)にあるとされる。男性の場合、重心が体幹周囲(体外)にあり、肩部支持により

力が作用し続けるため、CPR の圧迫姿勢の準備動作に有利に寄与していると考えられる。女性の場合、重心が下半身(体内)にあり、力が作用し続けないため、CPR の圧迫姿勢の準備動作に不利に寄与していると考えられる。

圧迫姿勢と圧迫回数に寄与する要因の比較では、3.3 節で示したように、身長や体重、筋肉量などが圧迫姿勢と圧迫回数と無関係であることが明らかになった。今後は、CPR の姿勢の形(カタ)に男女差があるのかについて検討していく。

4. 結論

CPR の訓練時にリアルタイムで客観的な姿勢評価をするには、指導資格を有した者でも困難であった。この課題解決へのアプローチとして、マイクロソフト社の最新デバイスの Azure Kinect DK を用いて、被験者の正面と側面の 2 方向から CPR の上肢・下肢の姿勢を捉え、評価が可能なシステムを開発した。実験時には、レールダル社の CPR 訓練用人形のミニアンを使用した。

開発した CPR 訓練システムを用いた実験をおこない、得られた結果を比較した。結果の例として、B 事業所の実験では、相関係数が 0.662 というやや強い正の相関を示した。単回帰分析では、有意確率は $p<0.001$ であり、有意水準 5% で姿勢総合点と圧迫回数には有意差があった。

前述した実験では、ガイドラインに基づいて被験者 1 人あたりの実験時間を 1 分間に設定した。今後は、実験時間が長時間になった場合の正しい姿勢と圧迫の関係性や体組成の影響について、開発したシステムを用いた実験をおこない、得られた結果を比較・検討する。

謝辞

本研究は、日本学術振興会の科学研究費助成事業において 2020 年度 基盤研究(B)に採択されたテーマ「救命の連鎖の開始点を担う市民が自ら考え実行できる CPR 実技の構成要素の抽出研究;研究課題番号 20H04291」の関連研究で、国民のみなさまはじめ関係各位に深謝いたします。

参考文献

- 令和 2 年版救急・救助の現況 2020: 総務省消防庁, 2020. [https://www.fdma.go.jp/pressrelease/houdou/items/c941509de3f85432709ea0d63bf23744756cd4a5.pdf(cited 2021-Aug-20)].
- JRC 蘇生ガイドライン 2020 作成編集委員会, JRC 蘇生ガイドライン 2020: 医学書院, 2021: 2-46.
- Azure Kinect DK のドキュメント: マイクロソフト, 2021. [https://docs.microsoft.com/ja-jp/azure/Kinect-dk/(cited 2021-Aug-20)].
- ミニアン Plus: レールダル社, 2021. [https://laerdal.com/jp/products/simulation-training/resuscitation-training/mini-anne-plus/(cited 2021-Aug-20)].
- JRC (日本版) ガイドライン作成合同委員会, JRC 蘇生ガイドライン 2010: へるす出版, 2011.
- Unity Learn Premium: Unity Technologies, 2021. [https://unity.com/ja/products/learn-premium(cited 2021-Aug-20)].
- 勝平純司, 山本敬三. 姿勢と運動の力学がやさしくわかる本: ナツメ社, 2020: 24.
- 土屋真人. スポーツ・健康づくりの指導に役立つ姿勢と動きの「なぜ」がわかる本肩の筋編: 秀和システム, 2018.
- 深代千之. オールカラー骨・関節・筋肉の構造と動作のしくみ: ナツメ社, 2014.
- 森皆ねじ子. ねじ子のヒミツ手技 2nd Lesson 改訂版: エス・エム・エス, 2013.