

国士舘大学審査学位論文

「テニスボールとメトロノームガイダンスを用いた
反復練習による胸骨圧迫の質の向上に関する研究」

上尾 善隆

氏 名 上尾 善隆
学位の種類 博士（救急救命学）
報告番号 乙第59号
学位授与年月日 令和5年9月15日
学位授与の要件 学位規則第4条第2項該当
学位論文題目 テニスボールとメトロノームガイダンスを用いた反復練習による胸骨
圧迫の質の向上に関する研究
論文審査委員（主 査）教授 田中 秀治
（副 査）教授 牧 亮
（学外副査）医師 本間 洋輔（千葉市立海浜病院）

博士論文

題 目 テニスボールとメトロノームガイダンスを用いた反復練習による胸骨圧
迫の質の向上に関する研究

氏 名 上尾 善隆

令和5年度 博士論文

テニスボールとメトロノームガイダンスを用いた反復練習による
胸骨圧迫の質の向上に関する研究

国土舘大学大学院
救急システム研究科
救急救命システム専攻

上尾 善隆

研究指導教員： 田久 浩志

・目次

第1章	はじめに.....	1
第1節	心肺蘇生法の教育について.....	2
第2節	胸骨圧迫練習器材を用いた胸骨圧迫トレーニングについて.....	3
第3節	メトロノームガイダンスの有効性.....	3
第2章	目的.....	5
第3章	方法.....	7
第1節	研究デザイン.....	8
第1項	研究の承諾及び倫理的配慮.....	8
第2項	研究の期間.....	8
第3項	研究の対象者.....	8
第1目	A病院の対象者.....	8
第2目	B大学の対象者.....	8
第3目	対象除外者.....	9
第2節	データ収集方法.....	9
第1項	データの測定と期間.....	9
第2項	胸骨圧迫測定器材.....	9
第3項	胸骨圧迫練習デバイスの選定.....	10
第1目	テニスボールを圧迫した際の圧力とリトルアンによる深 度の関係.....	10
第2目	テニスボールを圧迫した際の圧と胸骨圧迫の圧力との比 較.....	11
第3目	胸骨圧迫練習デバイスの選定.....	12
第4目	その他の胸骨圧迫練習デバイスの検討.....	12
第4項	メトロノームガイダンス.....	12
第5項	評価項目.....	13
第6項	対象者とグループ分類.....	13
第1目	テニスボールを反復練習に用いた群.....	13
第2目	リトルアンを反復練習に用いた群.....	13
第3目	胸骨圧迫反復練習なし群.....	14

第3節	統計解析.....	14
第4章	結果.....	15
第1節	分析対象者.....	16
第1項	手技による対象除外者について.....	16
第2項	脱落者について.....	16
第3項	研究対象者について.....	16
第2節	テニスボール群の胸骨圧迫についての1年間の推移.....	17
第3節	リトルアン群の胸骨圧迫についての1年間の推移.....	17
第4節	未練習群の胸骨圧迫についての1年間の推移.....	18
第5節	テニスボール群とリトルアン群の比較について.....	18
第5章	考察.....	20
第1節	テニスボール群について.....	21
第1項	「深さ」について.....	21
第2項	「速さ」について.....	22
第3項	「リコイル」について.....	22
第4項	「圧迫位置」について.....	23
第2節	テニスボール群とリトルアン群について.....	23
第3節	テニスボールの耐久について.....	24
第4節	メトロノームガイダンスについて.....	24
第5節	本研究でえられた新しい知見と今後の展望.....	25
第6節	本研究の限界について.....	25
第1項	各群の練習の確認について.....	25
第2項	圧迫姿勢について.....	25
第3項	脱落者によるセレクションバイアスについて.....	26
第4項	BLS講習直後の各群の胸骨圧迫技術の偏りについて.....	26
第6章	結論.....	27
	謝辞	
	利益相反	
	引用参考文献	
	図表	

第 1 章 はじめに

第1章 はじめに

第1項 心肺蘇生法の教育について

心肺停止患者の心拍再開率を上げるには、迅速かつ効果的な胸骨圧迫が必要であり¹⁾、胸骨圧迫を早期に実施することにより社会復帰率が改善されることが報告されている²⁾³⁾。同様に、質の高い胸骨圧迫をすることが重要であると JRC ガイドライン 2020 で推奨されている⁴⁾。近年では一般市民においても、蘇生中の高い質の胸骨圧迫が求められるようになってきた。高い質とは、JRC ガイドライン 2015、2020 で提示されてきた胸骨圧迫の深さや速さなどをいかに遵守するかである。

日本 ACLS 協会では、胸骨圧迫などの一次救命処置(basic life support 以下、BLS)を受講したプロバイダーに有効期限を設け、2年ごとに更新のための講習を行っている⁵⁾。しかし、講習後には急速に知識や技術は低下し、はたして2年の間隔が適切な間隔かは疑問を残している。それを裏付けるように Oermann らは、BLS 講習後より胸骨圧迫の練習をしていなければ、9～12カ月後には、胸骨圧迫の深さの質が大幅に低下すると述べ⁶⁾、さらに Anderson らは、3～6カ月間に胸骨圧迫の練習をしていなければ、質が低下するとも述べている⁷⁾。これらの報告は、更新の2年が決して適切な期間ではなく、胸骨圧迫の質が低下することを予防するには、講習後より短期間で反復練習が必要となることを論じている。

前述の JRC ガイドライン 2020 では、再トレーニングを2年毎ではなく、1年以内にするべきだと主張されている⁸⁾。しかし、COVID-19 のパンデミックにより、従来のインストラクター主導の心肺蘇生法(Cardio Pulmonary Resuscitation 以下、CPR)の対面トレーニングは、全世界で困難になっている⁹⁾。実際にその BLS 講習が中止となっているコースは多く、2年の更新コースでさえ開講できていない状態であり、集合型の講習からオンライン学習などが検討されている¹⁰⁾。経過時間による受講者の技能の低下や、コロナウイルス感染のパンデミック等による受講コースの開催の現象に鑑みると、Web 上などで指導でき、集合教育でなく一人で実施できてかつ、反復して効果的に学習でき、また高価な費用が掛からず練習できる仕組みが必要となっている。

第2節 胸骨圧迫練習器材を用いた胸骨圧迫トレーニングについて

BLS 講習でよく使用される胸骨圧迫の練習人形としてリトルアン QCPR^{®11)}(レールダルメディカルジャパン, 東京 以下、リトルアン)がある。リトルアンは胸骨圧迫だけではなく、人工呼吸の練習や器具を使った気道確保など様々な訓練にも適応しているため、約4万円と高価である。新型コロナ感染症が蔓延してから心肺蘇生の個人練習が好まれるようになった。したがって練習器具も、胸骨圧迫の練習だけに特化して、もう少し廉価であり、コンパクトな練習器具が望まれる。コンセプトとしては、BLS 講習で使用するばかりではなく、BLS 講習後に、自宅などで個人的に胸骨圧迫の練習も可能である。既存の胸骨圧迫練習器具として、胸骨圧迫訓練機器 あっば君^{®12)}(株式会社ニチボウ, 東京)や、スクーマン2^{®13)}(アテナ工業株式会社, 岐阜)などがあり、その有効性も報告されている¹⁴⁾。また、胸骨圧迫の練習用に開発された器具だけでなく、元々は違う用途で使用されているが、胸骨圧迫の練習として採用されている物も存在し、現在は人形一辺倒の講習形態からWEBでの講習で家庭内の身近にあるものも活用されるようになってきた。例えば、一般社団法人ファーストエイドは、新型コロナ感染症の時代に適した個人トレーニング器具として、空になったペットボトルで胸骨圧迫の練習を推奨している¹⁵⁾。BLS 講習を受講した多くの方が、日常より胸骨圧迫の練習をするために、胸骨圧迫の練習器具として確実な効果が認められ、かつ廉価でよりコンパクトな器具が求められるようになってきた。

第3節 メトロノームガイダンスの有効性

既存の胸骨圧迫練習デバイスでの練習に加えて、ガイドラインが推奨している1分間に100～120回のリズムを聞きながら練習するメトロノームガイダンスが正確なリズムにより実施でき、胸骨圧迫の練習に有効であると数多く報告されている¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾。しかし、一方では、メトロノームなどのリズムがなくなると、胸骨圧迫のリズムがガイドラインの推奨する1分間に100回より遅いリズムとなることや、圧迫深度が低下する報告もある²⁰⁾²¹⁾。また、ガイドラインの推奨するメトロノームによるリズムに変えて、同じ速さの歌を聴きながら練習する方がより、胸骨圧迫の練習効果があるとの報告もある

22)。さらには、胸骨圧迫の練習にメトロノームガイダンスの介入によって、誤った手の位置の割合が大幅に減少したとの報告もある²³⁾。胸骨圧迫の練習にメトロノームガイダンスを取り入れた報告は様々あるが、メトロノームガイダンスは有効的である報告が多い。

前述の WEB 講習などでも、胸骨圧迫練習器具に加えて、メトロノームガイダンスで練習する際のリズムは、確実に 1 分間に 100～120 回のリズムに設定するものが必要であり、心肺蘇生を行う際にはメトロノーム機能を必ずスマートフォンなどにダウンロードして、いつでもどこでも使えるようにする必要がある。

第 2 章 目的

第 2 章 目的

本研究の目的は、新型コロナウイルス感染症などの蔓延に鑑み、BLS 講習においても、集合教育から個人での教育が進められるようになってきた。十分な感染対策を施したうえで行われた集合教育のあとで、各個人が胸骨圧迫の技術を実施でき、BLS 講習後の反復した胸骨圧迫の練習を可能とする身近な器材の効果を検証することである。

第 3 章 方法

第3章 方法

第1節 研究デザイン

本研究は、BLS 講習を受講した被験者を対象として比較した前向き準ランダム化比較研究である。

第1項 研究の承諾及び倫理的配慮

研究対象者には、研究の内容を書面及び口頭で説明し、研究参加者に対しては承諾書を得た。

実施にあたり、国士舘大学大学院における倫理委員会より研究の承認を受けた（承認番号：18005）。研究の参加はあくまで自由意志とし、途中で中断または継続しないものは脱落とした。当然、本研究で使用したデータは、個人名を特定するデータは一切含まれずプライバシー保護がなされているものである。

第2項 研究の期間

期間は2018年8月から2020年2月である。

第3項 研究の対象者

実施対象者は、これまでに病院や消防署などのBLSインストラクターによるBLS講習を受講していないA病院の職員61名、B大学の学生175名を対象とし、合計236名が対象となった。

第1目 A病院での対象者

実施対象はA病院で、同一のインストラクターがBLS講習を実施した61名の職員を対象とした。職種の内訳として臨床検査技師6名、放射線技師5名、作業療法士19名、理学療法士16名、言語聴覚士4名、事務11名である。平均年齢は 28.1 ± 5.3 歳で、男性28名・女性33名であった。

第2目 B大学での対象者

A病院と同様に同一のインストラクターがB大学のBLS講習を実施した175名の学生を対象とした。内訳は心理士を目指す学生86名、栄養士を目指す学生

51名、保育士を目指す学生38名である。平均年齢は20.1±0.8歳、男子77名・女子98名であった。

第3目 対象除外者

研究の対象の除外者として、研究の期間（3ヶ月後、半年後、1年後）で継続して測定ができないものを脱落症例として除外した。また心肺蘇生法を業務とする医師・看護師は胸骨圧迫に熟練している可能性があり対象から除外した。大学においても心肺蘇生法を継続的に勉強する救急救命士を目指す学生はその影響を考慮し、除外対象とした。

さらに「しんのすけくん」の開発元である住友理工によると、「しんのすけくん」を用いる場合、一般人の場合では50点以上の点数が目標として作られた。このため初回のBLS講習直後から、胸骨圧迫の総合値が累積確立1%以下のものは確実な技術を習得できていないものとして研究から除外とした。

第2節 データ収集方法

第1項 データの測定と期間

前述した236名を対象に対して同一人のインストラクターによる胸骨圧迫、人工呼吸とAEDの使用の仕方を含む2時間のBLS講習を行った。この直後に、以下に示す胸骨圧迫の質についての4項目(深さ、速さ、リコイル、圧迫位置)を測定した。さらに、経時的な胸骨圧迫の変化を調べるため、3か月後、半年後、1年後に、胸骨圧迫の質を1分間で測定し、比較した。

BLS講習直後の測定同様に、各時期での測定はそれぞれ1分を3回ずつ行い、その平均値を測定値とした。

第2項 胸骨圧迫測定器材

胸骨圧迫測定器として、胸骨圧迫訓練評価システム「しんのすけくん[®]」²⁴⁾(住友理工株式会社，愛知 以下、「しんのすけくん」と、リトルアンを用いた。

「しんのすけくん」は、5cm×5cmの二枚の電極層の間に同じ大きさの誘電層があり、上からの圧迫の際のコンデンサの静電容量値を計測しているものである。その静電容量を独自の方法で圧力に変換して「深さ」や「リコイル」を計測す

る器材であり、1平方センチメートル当たりの静電容量で示し、単位は nF/cm^2 で示される。25 cm^2 のセンサーを 1 cm^2 の 25 等分に分け、そのセンサーの中心部から圧迫の中心がどの程度離れているかで「圧迫位置」を測定するものである。これらの「しんのすけくん」の圧センサーの正確さと信頼性については南らが多く報告しており²⁵⁾、その結果を受けて「しんのすけくん」を胸骨圧迫の測定デバイスとして使用した

第3項 胸骨圧迫練習デバイスの選定

本研究では、胸骨圧迫の練習デバイスとして、硬式テニスボール(ブリジストン NP・ノンプレッシャーボール ISBN コード：4547333764040)を選定した。

選定理由として、球体であることから真上からの圧迫でなければボールが回転するため、胸骨に対して正しい圧迫方向と姿勢を学ぶことができる機材であること、また練習準備や保存に時間や場所を取らないこと、低価格であること、軽く持ち運びやすいこと、誰もがどこでも使用できる汎用性があると考えたためである。また、ブリジストンの NP ノンプレッシャーテニスボールは、ブリジストンスポーツ株式会社からの聞き取り調査によると、1 cm へこむのに約 15 kg の重さが必要で、最大で 3.3 cm へこむとのことであり、最後までへこみきるためには概ね 50 kg の重さが必要とのデータを得ることができた。

心肺停止では胸郭のコンプライアンスにより胸骨圧迫の力と頬骨圧迫する深異なることが報告されているが、いずれも CPR の開始時に約 50 kg の圧迫が必要であり²⁶⁾²⁷⁾、蘇生人形ではこの数値を基本としている。胸骨圧迫で胸部を 5 cm へこむのに必要な圧が約 50 kg であること、テニスボールがへこみきるまでの圧力が 50 kg とほぼ一致していることなどから、適切な胸骨圧迫深度を学ぶのに適切であると判断し本器材を家庭用胸骨圧迫デバイスとして選定した。

第1目 テニスボールを圧迫した際の圧とリトルアンによる深度の検証

本研究を実施するにあたり、テニスボールをへこみきるまで圧迫した力が、人形で胸骨圧迫をした圧力と等しいかを比較するために、以下の予備研究を実施した。

対象は男女 10 名である(男子 5 名、女子 5 名、平均年齢 20.6 \pm 0.5)。床に置き

たテニスボールをへこみきるまで1分間に100回程度圧迫した後に、その圧と同じ力のままでリトルアンを圧迫し、「しんのすけくん」を使用して実際の圧迫深度を測定した。

また、実際の人間の胸部矢状径(約21~22cm)とテニスボールの高さ(7cm)には高さの違いがあるため、高さを揃えて測定したデータも収集すべく、15cmの高さのある台の上でテニスボールを圧迫し、人形と同じ要領でその圧のまま、リトルアンと「しんのすけくん」による深度を測定した。

被験者の10名の、それぞれ100回の圧迫のデータを取り、実際にガイドラインが推奨する5~6cmの深さまで圧迫できているかを検討した。

教材の事前の検証結果として、まず床に置いたテニスボールをへこみきるまで1分間に100回圧迫したのち、高さの異なるリトルアンと「しんのすけくん」で計測したところ、10名の100回の平均測定値は、 $5.17 \pm 0.35 \text{cm}$ であった。次にリトルアンと同じ高さの15cmの台の上に置いたテニスボールで練習した後に、同じ圧力でリトルアンと「しんのすけくん」で測定した平均測定値は $5.30 \pm 0.27 \text{cm}$ であった(図1)。実数値では近い数値がでたものの、対応のあるt検定では高さを補正していないほうで有意に低い結果となった($p=0.015$ 、表1)が臨床的には容認しうるものと考えた。

第2目 テニスボールを圧迫した際の圧力と胸骨圧迫の圧力との比較

次に、テニスボールで胸骨圧迫した際の圧力とリトルアンにおける深度と圧力の差異がないかを比較するために、リトルアンと「しんのすけくん」を使用して、胸骨圧迫を測定し、「しんのすけくん」の「深さ」の項目で $5 \text{cm} (\pm 0.1)$ の静電容量値を計測した。その後、床に置いた「しんのすけくん」の上にテニスボールをへこみきるまで圧迫して、その静電容量と先ほどの静電容量が同じであるか比較検討した。静電容量から圧力へ、圧力から胸骨圧迫時の圧迫深度への変換式は開発元である住友理工株式会社の小久保らの報告によると実際の圧力と静電容量は極めて高い正の相関を認めている²⁸⁾。

まず、リトルアンでの「深さ」 $5 \text{cm} (\pm 0.1)$ は20回胸骨圧迫を計測し、静電容量の平均値は、 $20.74 \pm 7.35 \text{nF/cm}^2$ であった。一方、「しんのすけくん」の上で、テニスボールがへこみきるまでの圧力の測定は、100回胸骨圧迫を測定し、静

電容量の平均値は、 $20.42 \pm 11.67 \text{ nF/cm}^2$ であり、二つの静電容量に有意な差はなかった(表 2)。

第 3 目 胸骨圧迫練習デバイスの選定

胸骨圧迫の練習デバイスとしてテニスボールを選定した理由は、テニスボールはへこみきる時の静電容量が、胸骨圧迫でリトルアンの胸部が 5cm 沈む時の静電容量に近いこと、床の置いたテニスボールをへこみ切るまで圧迫した際の圧のまま、リトルアンの胸部を圧迫すると深度は 5.17cm であり、ガイドラインで示す 5~6cm 沈む深度内であったことから胸骨圧迫練習デバイスとして適切であると思われ、テニスボールを選定した。

また、胸部矢状径と同じ高さの 22cm に補正したテニスボールでも圧迫深度は 5.30cm と、高さを補正していないものと比べて若干の力が余分に入り、練習効果に若干の優位な差異が生じる可能性があるものの、両方とも圧迫深度はガイドラインの基準値内であり、テニスボールでの練習は床に置いて練習しても、15cm の台の上で高さを補正した状態で練習しても練習効果があると推定された。よって本研究では、床に置いたテニスボールを反復練習する器材として選定した。

第 4 目 その他の胸骨圧迫練習デバイスの検討

テニスボールとリトルアン以外の練習デバイスとして、成人男性の胸部矢状径の 22cm に近い、直径が 23cm の塩化ビニル樹脂・カラーゴムボール(株式会社 成近屋)や、前述で述べた空になったペットボトルなどの採用を検討した。しかし、ゴムボールは柔らかすぎて斜めからでも圧迫でき、その際に前方に転がっていき、転倒リスクがあり選定から除外した。空のペットボトルに関しても、推奨されたメーカー以外の空ペットボトルの場合に、圧迫により繰り返すと表面が角ばって手掌を怪我した者がおり、危険なことから選定から除外した。

第 4 項 メトロノームガイダンス

本研究で用いたメトロノームガイダンス器材としてはスマートフォン用メトロノームアプリケーション(METRO NOME Panoramic Software Inc.社製, プリ

ティッシュコロンビア, カナダ)とした。胸骨圧迫時の速さは1分間に100~120回であることから、スマートフォンでメトロノームアプリケーションをダウンロードしてもらい、1分間に110回の速さの設定とした。

第5項 評価項目

評価に用いた測定項目は前述の「深さ」、「速さ」、「リコイル」、「圧迫位置」とそれぞれの平均点を算出した「総合」での5項目を用いた。

「総合」=(「深さ」+「速さ」+「リコイル」+「圧迫位置」)÷4

「しんのすけくん」の判定は1回毎の圧迫数値を、それぞれの項目がガイドラインの目標数値に達しているか否かを確認し、目標数値に達していた回数の割合を100点満点で点数化した。

BLS講習直後の測定同様に、各時期での測定はそれぞれ1分を3回ずつ行い、その平均値を測定値とした。

第6項 対象者とグループ分類

BLS講習は、全て内容、時間、教育者は同じものが行った。その後対象者を無作為に5群に分けた。

第1目 テニスボールを反復練習に用いた群

まず反復練習を行うものとして、テニスボールで1週間に1回、5分程度の胸骨圧迫の練習する群（以下：テニスボール群：n=93）とした。

そのテニスボール群を、さらにカルテ番号などにより、準ランダム化比較研究の目的に沿って以下に5つの群を作成した。

- 1) 1分間に110回のメトロノームのリズムを聞きながら練習する群（以下：ボールリズム介入群）46名。
- 2) リズムを聞かないで練習する群（ボールリズム未介入群）47名に分けた。

なお、テニスボールは、必ず毎週一定時間きちんと凹みきるまで圧迫するように指導した。

第2目 リトルアンを反復練習に用いた群

他に反復練習を行う群として、リトルアンで1週間に1回、5分程度の胸骨圧迫を練習する群（以下：リトルアン群：n=61）を、さらにカルテ番号などにより以下に分類した。

3) 1分間に110回のメトロノームのリズムを聞きながら練習する群（リトルリズム介入群）30名。

4) リズムを聞かないで練習する群（リトルリズム未介入群）31名に分けた。

リトルリズム介入群もボールリズム介入群同様に、各自のスマートフォンのメトロノームアプリケーションにより、1分間に110回のリズムとする。

第3目 胸骨圧迫反復練習なし群

5) これまでの1)から4)の継続研修を行った群に対して、BLS講習受講直後から胸骨圧迫の練習を全く実施しない対象を未練習群82名とした。

第4節 統計解析

統計学的検討はMicrosoft Excel 2019を用いて行い、各群それぞれのBLS講習直後とそれ以降の測定との比較には、対応のあるt検定を行った。また、JMP PRO ver. 15（SAS institute, Cary, NC, USA）を用いて各群のBLS講習より1年後の比較には、1元配置分散分析、多重比較解析にはDunnnettの検定を行い、 $p < 0.05$ で有意差ありとした。

第 4 章 結果

第4章 結果

第1節 分析対象者

第1項 手技による対象除外者について

今回、BLS講習直後の累積確率で1%以下の数値である49点以下はバイアスと定めた。したがって、BLS講習直後の、「深さ」「速さ」「リコイル」「圧迫位置」の1項目でも「しんのすけくん」による胸骨圧迫の結果が49点を満たなかった対象者20名は除外とした。除外の内訳はA病院8名、B大学12名で、ボールリズム介入群で1名(「圧迫位置」:女性1名)、ボールリズム未介入群で6名(「深さ」:女性4名、「圧迫位置」:男性2名)、リトルリズム未介入群で4名(「深さ」:女性2名、「速さ」:男性1名、「圧迫位置」:男性1名)、未練習群で9名(「深さ」:女性6名、「速さ」:女性1名、「圧迫位置」:男性2名)であった。また、A病院では心肺蘇生法を業務とする医師6名・看護師13名は除外した。B大学で救急救命士養成課程学生25名を除外した。

第2項 脱落者について

BLS講習より1年間の計測途中で研究に対する意欲の低下などにより反復練習の継続が困難となり、計測が継続できず83名が脱落となった。

脱落者の詳細として、ボールリズム介入群は13名でA病院4名(男性2名、女性2名)、B大学9名(男子3名、女子6名)、ボールリズム未介入群は15名でA病院4名(男性1名、女性3名)、B大学11名(男子4名、女子7名)、リトルリズム介入群は14名でB大学14名(男性6名、女子8名)、リトルリズム未介入群は8名でB大学8名(男子5名、女子3名)、未練習群は33名でA病院11名(男性6名、女性5名)、B大学22名(男子8名、女子14名)であった。

第3項 研究対象者について

研究対象236名のうち、BLS講習から1年間のデータを測定することが完遂できた対象者は133名で、ボールリズム介入群32名、ボールリズム未介入群26名、リトルリズム介入群16名、リトルリズム未介入群19名、未練習群40名となった(図2)。

第2節 テニスボール群の胸骨圧迫についての1年間の推移

ボールリズム介入群のBLS講習直後の胸骨圧迫の「総合」値は 83.5 ± 7.1 点であった。また3か月後は 83.6 ± 5.3 点、半年後は 84.6 ± 5.9 点、1年後は 83.5 ± 5.8 点と優位な差異は認めなかった。

しかしボールリズム未介入群の「総合」値はBLS講習直後で 82.6 ± 9.1 点、3か月後で 80.7 ± 7.3 点、半年後で 79.6 ± 5.4 点、1年後で 78.6 ± 5.7 点とメトロノームガイダンスによる介入がない場合には胸骨圧迫の回数が徐々に減少した(表3)。ボールリズム介入群と未介入群のBLS講習直後と、その1年後を比較すると、全ての項目で有意差はなかった。しかし、ボールリズム未介入群のBLS講習直後とその1年後を比較すると、メトロノームガイダンスの介入がないほうが「速さ」「リコイル」「総合」の項目の1年後で有意に低い結果となった(「速さ」 $p=0.001$ 、「リコイル」 $p=0.043$ 、「総合」 $p=0.019$ 、表4)。

テニスボール群全体で1年後の胸骨圧迫時の姿勢として、胸骨に対して垂直に圧迫出来ている者が多くみられたが、統計的な調査は行っていない。胸骨圧迫の深度を示す「しんのすけくん」の圧力センサーもほとんどの者がピンポイントで手掌基部の大きさに圧迫されており、それより広がりを示さなかった。すなわちテニスボールでの胸骨圧迫では、手掌基部で胸骨を正しく押せる傾向を示し、圧迫介助時にも胸骨から手が離れずに圧を解除出来ている者が多くみられたことが明らかとなった。

第3節 リトルアン群の胸骨圧迫についての1年間の推移

リトルリズム介入群のBLS講習直後の胸骨圧迫の「総合」値は 88.8 ± 6.6 点であった。また3か月後は 88.8 ± 4.4 点、半年後は 88.8 ± 4.8 点、1年後は 87.8 ± 4.3 点と大きな変化は認めなかった。

また、リトルリズム未介入群の「総合」値はBLS講習直後で 88.7 ± 6.4 点、3か月後で 86.9 ± 6.6 点、半年後で 85.5 ± 6.4 点、1年後で 86.1 ± 7.1 点であった(表3)。リトルリズム介入群のBLS講習直後とその1年後を比較すると、全ての項目で有意差はなかった。しかし、リトルリズム未介入群のBLS講習直後とその1年後を比較すると、やはりメトロノームガイダンスの介入がないと、胸骨圧

迫が遅くなる傾向があり、「速さ」と「総合」の項目の1年後で統計学的に有意に低かった(「速さ」 $p < 0.001$ 、「総合」 $p = 0.029$ 、表 5)。

第 4 節 未練習群の胸骨圧迫についての 1 年間の推移

未練習群の BLS 講習直後の胸骨圧迫の「総合」値は 87.4 ± 6.0 点であった。また 3 か月後は 77.7 ± 9.1 点、半年後は 74.4 ± 7.7 点、1 年後は 73.0 ± 5.6 点と、時間経過とともに徐々に減衰した(表 3)。

未練習群では、BLS 講習から 3 か月後より胸骨圧迫のすべての項目に有意な低下がみられた(「深さ」 $p = 0.001$ 、「速さ」 $p = 0.001$ 、「リコイル」 $p < 0.001$ 、「圧迫位置」 $p < 0.001$ 、「総合」 $p < 0.001$ 、表 6)。実際に、5 群の中で BLS 講習直後から 1 年後までのすべてのデータにおいて、未練習群だけが右肩下がりで質が低下した(図 3)。

未練習群の 1 年後のデータ測定時での圧迫スタイルとして、統計的な検証は行っていないものの斜めから圧迫しており、圧のかかる圧センサーが横に伸びている者が多くみられた。圧迫部位は、手掌基部ではなく、手掌中央部で圧迫し、さらに、圧迫介助時に手が胸部から一回一回離れている者が多くみられた。そのために胸骨中央に手掌中央部を置かれている者が多く、圧迫位置が最初から手前側にずれている者が散見された。

第 5 節 テニスボール群とリトルアン群の比較について

テニスボールとリトルアンでの練習効果の比較として、BLS 講習より 1 年後の総合点で、ボールリズム介入群、ボールリズム未介入群、リトルリズム介入群、リトルリズム未介入群の 4 群で分散分析をおこなった。その結果「リコイル」以外の項目すべて有意差があり(「深さ」 $p < 0.001$ 、「速さ」 $p < 0.001$ 、「圧迫位置」 $p < 0.001$ 、「総合」 $p < 0.001$ 、表 7)、「リコイル」のみ有意差を認めなかった。

また、ボールリズム介入群をコントロール群とした他の 3 群との多重比較解析では、ボールリズム未介入群とでは、「深さ」、「速さ」、「総合」で有意に高くなった(「深さ」 $p = 0.015$ 、「速さ」 $p < 0.001$ 、「総合」 $p = 0.007$)。またリトルリズム介入群とでは、「圧迫位置」以外で有意な差は認めないという結果を得た(「圧

迫位置」 $p=0.012$ 、表 8)。

第 5 章 考察

第 5 章 考察

今回の研究から、未練習群では、BLS 講習直後よりすべての項目で胸骨圧迫の質が時間経過とともに徐々に減衰していき、1 年後の胸骨圧迫の質の維持は大きな差異となった。しかしテニスボール群やリトルアン群など家庭内での反復練習が行われていた群では、正しいリズムを聞きながら練習することで正確な速さの維持ができていた。また、テニスボールを用いることで圧迫の深さや圧迫姿勢を維持できていることが明らかとなった。

医療従事者であっても一般人でも十分な質の CPR を実施できていなければ、胸骨圧迫の質の低下が報告がされているが²⁹⁾³⁰⁾、今回の結果では、テニスボールとメトロノームガイダンスの 2 つがあれば家庭内での反復練習により胸骨圧迫の質の維持が容易に得られることが明らかとなった。

第 1 節 テニスボール群について

第 1 項 「深さ」について

テニスボールでの練習で 1 年間に亘、胸骨圧迫の質の保持が出来た理由として、予備研究で示したように、テニスボールがへこみきる時の静電容量が 5cm の胸骨圧迫と、ほぼ同じであったことがあげられる。

テニスボールがよかった点は普遍的な器材で一定の硬さがあり、弾力があり、球体である。このことが「深さ」「リコイル」「圧迫位置」の質の維持につながったと思われる。反復練習によりテニスボールを最後までへこました圧力を感覚として体が覚え、リズムをメトロノームガイダンスで補ったことにより、リトルアンでの圧迫深度を計測した結果とほぼ同等の結果を示していた。

とくに 1000 回の圧迫の平均深度は 5.17cm ときわめて適正であり、ガイドラインの示す数値内であったことから、テニスボールによる反復練習後はより正しい「深さ」が身についたと思われる。

テニスボールは、人間の皮膚や筋肉より硬くできており、手掌中央部ではへこまず、手掌基部の手根骨を用いる圧迫でのみへこむ様になっている。そのため、テニスボールで練習することにより自然と正しい圧迫接地面である手掌基部で圧迫することが身についたと推測された。BLS 講習より 1 年後の未練習群では、手掌中央部で圧迫しようとして、しっかり 5cm の深さまで押せていない

者が多く、圧迫姿勢が正しくなく、斜め方向から圧迫が行われていることが判明した。

さらに、BLS 講習より 1 年後のボールリズム介入群とボールリズム未介入群の「深さ」の項目で、ボールリズム未介入群が有意な低下があることから、メトロノームガイダンスを常に用いることで、ガイドラインが推奨する圧迫深度までしっかり押せることも分かった。

第 2 項 「速さ」について

ガイドラインの推奨するメトロノームが生み出す 1 分間に 110 回のリズムを聞きながら反復練習したボールリズム介入群、リトルリズム介入群の「速さ」はどちらも 1 年間に亘、質の低下はなかった。今回の研究でテニスボールの圧迫とメトロノームでのリズムの維持は、正しい質の胸骨圧迫を行うために必要な要素であったと考えられる。Zimmerman らも、胸骨圧迫の速度は、メトロノームを使用することで最適化できると述べており³¹⁾、1 週間に 5 分程度、正しいリズムを聞き反復することで、自然とそのリズムを覚え、正しい「速さ」が身についたと思われる。また、ボールリズム未介入群、リトルリズム未介入群はどちらも BLS 講習直後と比べて 1 年後では「速さ」で有意な低下があり、テニスボールに限らず、どのデバイスでも胸骨圧迫の練習時にメトロノームガイダンスの介入は必要と考えられる。

第 3 項 「リコイル」について

テニスボールは内側がゴムであり、弾力によりへこまずと戻ろうとする。リトルアンにも胸部の中にバネが入っており胸郭を上から圧迫すると戻ろうとする。反発力が高い器材を用いると自然にリコイルが身につくことも報告されている³²⁾。今回この反発力が、胸骨圧迫におけるリコイルの感覚と似ており、テニスボールやリトルアンでの反復練習が、圧迫後に元の位置に戻す正しい「リコイル」が身についたものと思われる。また、ボールリズム未介入群で BLS 講習直後と比べて 1 年後に「リコイル」の低下がみられた理由として考えられることは、メトロノームガイダンスがない場合は正しい速さより早くなる傾向があり、そのためしっかりと戻し切れていない状態で次の圧迫が始まり、「リコイ

ル」の低下につながったと思われる。リトルリズム未介入群でも統計的に有意差はなかったものの、実数値ではボールリズム未介入群と変わらない程度に低下があった。正しい「リコイル」のためには、メトロノームガイダンスが必要と思われる。

第4項 「圧迫位置」について

テニスボール群で、リコイル動作時の圧迫介助時に胸骨から手が離れず圧を解除出来ていた現象を多くみとめた。その理由として、テニスボールで練習する際に、一回一回圧迫介助時に手がボールから離れると、球体であるために動いて圧迫しにくいのために、テニスボール群では、手の位置が最初から最後まで変わらなかったと考えられる。しかし、未練習群で、圧迫解除時に手はなれる者は段々と最初のポジションからずれていき、圧迫位置が変わりやすいことが「しんのすけくん」のデータからも明らかとなった。結果的に、これが圧迫位置の不正確さに繋がったと考えられる。さらに、姿勢は検証していないものの、テニスボール群の圧迫は、真上からきちんと押せていたものが多い。テニスボールは球体であるために斜めから圧迫すると転がってしまい、圧迫できない。そのために、テニスボール群は真上から圧迫する姿勢が身についたと思われる。また、Hightowerらが述べている通り³³⁾、正しい姿勢で胸骨圧迫を実施することで、斜めから圧迫する姿勢より疲労度が低いことも正しい姿勢で圧迫する利点であると思われる。

第2節 テニスボール群とリトルアン群の比較について

今回の研究では、テニスボールとリトルアンでの練習効果の比較として、全ての項目の平均値を算出した「総合」の項目でも、ボールリズム介入群とリトルリズム介入群ではBLS講習直後から1年後の低下に差がなく、正しいリズムを取り入れたテニスボールでの胸骨圧迫の練習効果は、同じく正しいリズムを取り入れたリトルアンでの練習効果と総合的に大きな相違がないことがわかった。そのことから、高価なリトルアンでの練習を、自宅においても、一人で手軽かつ廉価で、場所をとらないテニスボールでの練習に、代用できる可能性があると言える。今後はビデオ学習教材などを開発し、ビデオを見ながらトレー

ニングできるようにすることも検討している。もちろんリトルアンの方が実際に 5～6cm の圧迫が可能であり、人工呼吸の練習もできるため、格段に練習器具としては優れている。しかし、1 体約 4 万円するリトルアンでは、個人での自宅等での練習用としての購入は難しいと思われる。1 個 130 円程度のテニスボールで、スマートフォンにダウンロードしたメトロノームガイダンスを用いた練習で同様の効果が得られるとすれば、費用対効果が高いテニスボールは有用である。実際に、筆者が 2020 年、日本救急医学会でテニスボールでの胸骨圧迫の練習の有効性を発表したところ、その発表を聴講されたオリンピックパラリンピック組織委員会より東京オリンピックでのボランティアスタッフへの心肺蘇生法教育の教材の一つとして、筆者の考案したテニスボールでの胸骨圧迫の練習を取り入れるとの報告があり、スタッフへの e-learning の方法として、実際に用いられた。

第 3 節 テニスボールの耐久性について

また、テニスボールが個人の用いる練習デバイスとして、長期間にわたる耐久性の有無を検討した。実際に使用したテニスボールを提出させたところ、周りのフェルトは少し剥げていたが、ノンプレッシャーボールのため内部の空気圧の変化は、練習開始前と 1 年後も同じ弾力のまま使用することが出来た。ただし、今回のテニスボール群で既に開封使用したテニスボールや、指定した以外のメーカーのボールでは、検証しておらず 1 年間の耐久性については不明である。また、はたして BLS の再教育の目安とされている 2 年間の耐久性については今後の検討課題である。

第 4 節 メトロノームガイダンスについて

ボールリズム介入群とボールリズム未介入群の BLS 講習直後と 1 年後の胸骨圧迫の質の変化より、メトロノームによるリズムの介入があることで「速さ」だけではなく、「深さ」と「総合」でも質の低下がなく、リズムの介入の有効性がわかった。今回使用したメトロノームガイダンスのアプリケーションは無料であり、他にも無料のメトロノームアプリケーションはたくさん存在する。費用対効果を考えても、胸骨圧迫の練習時にメトロノームガイダンスを用いるこ

とは有効的であると考える。

第 5 節 本研究でえられた新しい知見と今後の展望

本研究の新しい知見として、BLS 講習後よりガイドラインで示す正しいメトロノームガイダンスを用いてテニスボールで胸骨圧迫の練習を 1 週間に 5 分程度実施すると、1 年間は質の低下を抑えることができることが判明した。また、今後はこのテニスボールとメトロノームガイダンスを用いた練習方法は、手軽に準備ができることから、オンライン学修などにも取り入れることが可能であり、新型コロナウイルス感染症が蔓延している現在では、様々な場面で活用が期待される方法である。

第 6 節 本研究の限界

第 1 項 各群の練習の確認について

本研究の限界として、今回の練習群のうち、リトルアン群は筆者が 1 週間に 5 分程度の練習をしていることを確認しているが、テニスボール群は各自宅での練習のために、練習の有無やその内容についてはあくまで自己申告である。練習を行った時間を同一にしておくためには、テニスボール群も確実に練習時間を記録しておく必要があった。

第 2 項 圧迫姿勢について

BLS 講習より 1 年後のテニスボール群がリトルアンを圧迫する際に、地面に対して垂直に圧迫している姿勢や、未練習群が斜めから圧迫している姿勢のデータが欠損しており、各自が行った実施中の状態を把握できていない。今後はモーションキャプチャーや画像の提出などを使用して、角度などのデータの収集が必要である。

また、未練習群の斜め方向から胸骨圧迫を行った際の「しんのすけくん」による圧センサーの広がり方において、リトルアンに対して対象者の左右の位置の固定をしておらず、数値化し真上から圧迫できている反復練習群と比較できなかつた。リトルアンに対して圧迫方向を固定し、斜めからの圧迫による圧の広がり方を計測できるようにしておく必要があった。

第3項 脱落者によるセレクションバイアスについて

236名のBLS講習受講生のうち、研究に対する意欲の低下などにより反復練習の継続が困難となり、計測が継続できず途中の脱落者は約35%にあたる83名であった。各群によってこの数が大小あり、それぞれの群の脱落者数の違いを生じた。この脱落者と、1年間データを測定することが完遂できた対象者の研究に対する意欲に差が生じており、セレクションバイアスが生じている。

第4項 BLS講習直後の各群の胸骨圧迫技術の偏りについて

BLS講習直後の各群の「総合」の平均値は、一番高いリトルリズム介入群と、一番低い群ボールリズム未介入群とで9点ほどの差が生じていた。平均値が低い群などで見られた体格や性別などにより、「深さ」の項目などで高い点数を出せなかった対象者などを除くため、累積確率で1%以下の数値である49点以下の点数が1項目でもあった対象者は除外したが、各群の除外者の人数の偏りにより、バイアスが生じた可能性がある。また、研究対象者の研究前のBLS講習の受講に対しても、病院や消防者などのインストラクターによるBLS講習は全員受講していないことを確認しているが、自動車学校のBLS講習の受講の有無は確認しておらず、受講しているものと、受講していないもので、技術に偏りがある可能性がある。

第 6 章 結語

第 6 章 結論

今回の研究から、BLS 講習後に胸骨圧迫を反復練習する重要性を明らかにするために、医療資格のない 133 名を対象に検討したところ、何も反復練習しない群では、3 か月で胸骨圧迫の質が減衰した。一方でガイドラインが示す正しいリズムを聞きながら、テニスボールで週に 1 度、5 分程度の反復練習をすることでリトルアンと同様の胸骨圧迫の質の維持ができることが判明した。

テニスボールとスマートフォンによるメトロノームガイダンスでの胸骨圧迫練習は、自宅など場所を選ばないこと。下が固い場所であればどこでも練習することが可能であり、持ち運びも簡易で準備しやすい数々のメリットがある。

現在、世界中で猛威を振るっている新型コロナウイルスの影響で、BLS 講習が今までのように行うことができない場合には、WEB などの遠隔教育に加え、手軽で胸骨圧迫について自己研修ができるテニスボールにメトロノームガイダンスを加えた訓練は、これからの時代のニーズにあったトレーニングとして推奨することができることは判明した。

謝辞

本論文を結ぶにあたり、ご指導、ご助言を賜りました田久浩志教授、田中秀治教授に深く御礼申し上げます。また、ご指導、ご協力をいただきました国士館大学大学院システム研究科の諸先生、大学院助手に心から感謝致します。

利益相反

本論文に関する使用器材のすべてにおいて、開示すべき利益相反関連事項はありません。

引用参考文献

- 1) Buléon C, Parienti JJ, Halbout L, et al: Improvement in chest compression quality using a feedback device (CPRmeter): a simulation randomized crossover study. *Am J Emerg Med* 2013; 31: 1457-61.
- 2) Charles D, Deakina B: The chain of survival: Not all links are equal. *Resuscitation* 2018; 126: 80-82.
- 3) Viereck S, Moller TP, Frsboll AK, et al: Effect of bystander CPR initiation prior to the emergency call on ROSC and 30 day survival-An evaluation of 548 emergency calls. *Resuscitation* 2017; 111: 55-61.
- 4) 日本蘇生協議会：JRC 蘇生ガイドライン 2020. 医学書院. 東京, 2021, p21.
- 5) 日本 ACLS 協会：日本 ALCS 協会ガイド：BLS 資格の更新・有効期限について. <https://acls.or.jp/dictionary/bls-license> (アクセス 2022 年 10 月 19 日)
- 6) Oermann MH, Kardong SE, Odom TM: Effects of monthly practice on nursing students' CPR psychomotor skill performance. *Resuscitation* 2011; 82: 447-53.
- 7) Anderson R, Sebaldt A, Lin Y, et al: Optimal training frequency for acquisition and retention of high-quality CPR skills: A randomized trial. *Resuscitation* 2019; 135: 153-61.
- 8) 日本蘇生協議会：JRC 蘇生ガイドライン 2020. 医学書院. 東京, 2021, p387-8.
- 9) Ali DM, Hisam B, Shaukat N, et al: Cardiopulmonary resuscitation (CPR) training strategies in the times of COVID-19: a systematic literature review comparing different training methodologies. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2021 ; 29: 53. [https://doi: 10.1186/s13049-021-00869-3](https://doi.org/10.1186/s13049-021-00869-3). (accessed 2023-1-14)
- 10) Cheng A, Nadkari VM, Mancini MB, et al: Resuscitation Education

- Science: Educational Strategies to Improve Outcomes From Cardiac Arrest: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2018; 138: 82-122.
- 11) レールダルメディカルジャパン : リトルアン QCPR ;
<https://laerdal.com/jp/item/123-01050>(アクセス:2023年2月3日)
 - 12) 株式会社ニチボウ : 胸骨圧迫訓練機器 あっぱ君 ;
<https://www.nitibou.co.jp/products/training/appakun/681> (アクセス : 2023年2月3日)
 - 13) アテナ工業株式会社: 命を「救う」のはあなたの正しい知識スクーマン ;
<http://www.schooman119.jp/about/>(アクセス : 2023年2月3日)
 - 14) 西山知佳, 馬場正昭, 黒木裕士, 他: 国立総合大学全新入生を対象にした 胸骨圧迫・AED 使用法教育. *日臨救急医学会誌* 2017; 20: 682-8.
 - 15) 一般社団法人ファーストエイド : CPR トレーニングボトルプロジェクト ;
<https://cpr-training-bottle.com/>(アクセス:2022年12月9日)
 - 16) Kern KB, Stickney RE, Gallison L, et al: Metronome improves compression and ventilation rates during CPR on a manikin in a randomized trial. *Resuscitation* 2010; 81: 206-210.
 - 17) Milander MM, Hiscok PS, Sanders AB, et al: Chest compression and ventilation rates during cardiopulmonary resuscitation: the effects of audible tone guidance. *Acad Emerg Med* 1995; 2: 708-713.
 - 18) Jäntti H, Silfvast T, Turpeinen A, et al: Influence of chest compression rate guidance on the quality of cardiopulmonary resuscitation performed on manikins. *Resuscitation* 2009; 80: 453-457.
 - 19) Kern KB, Sanders AB, Raife J, et al: A study of chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation in humans. The importance of rate-directed chest compressions. *Arch Intern Med* 1992; 152: 145-149.
 - 20) Chung TN, Kim SW, You JS, et al: A higher chest compression rate

- may be necessary for metronome-guided cardiopulmonary resuscitation. *Am J Emerg Med* 2012; 30: 226-30.
- 21) Chung TN, Kim SW: Effect of the Metronome-Guidance on the Quality of Closed Chest Compression During One Person Cardiopulmonary Resuscitation. *Circulation* 2010; 122: 109.
 - 22) Hong CK, Hwang SY, Lee KY, et al: Metronome vs. popular song: a comparison of long-term retention of chest compression skills after layperson training for cardiopulmonary resuscitation. *Hong Kong Journal of Emergency Medicine* 2016; 23: 145-52.
 - 23) Rasmussen SE, Nebsbjerg MA, Krogh LQ, et al: A novel protocol for dispatcher assisted CPR improves CPR quality and motivation among rescuers-A randomized controlled simulation study. *Resuscitation* 2017; 110: 74-80.
 - 24) SUMITOMO RIKO : しんのすけくん : 胸骨圧迫訓練システムしんのすけくん ; <http://www.fukoku-jp.net/shinnosukekun/> (アクセス : 2022 年 10 月 19 日)
 - 25) Minami K, Kokubo Y, Maeda I, et al: A flexible pressure sensor could correctly measure the depth of chest compression on a mattress. *Am J Emerg Med* 2016; 34: 899-902.
 - 26) Tomlinson AE, Nysaether J, Kramer JJ, et al: Compression force-depth relationship during out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2007; 72: 364-70.
 - 27) Segal N, Robinson AE, Berger PS, et al: Chest compliance is altered by static compression and decompression as revealed by changes in anteroposterior chest height during CPR using the ResQPUMP in a human cadaver model. *Resuscitation* 2017; 116: 56-9.
 - 28) 小久保陽太, 前田一之助, 日比野真吾, 他: 救急講習で使用する“胸骨訓練評価システム「しんのすけくん」”. *SEI テクニカルレビュー* 2017; 190: 164-9.

- 29) Wik L, Kramer JJ, Myklebust H, et al: Quality of Cardiopulmonary Resuscitation During Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Journal of the American Medical Association* 2005; 293: 299-304.
- 30) Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, et al: Quality of Cardiopulmonary Resuscitation During In-Hospital Cardiac Arrest. *Journal of the American Medical Association* 2005; 293: 305-10.
- 31) Zimmerman E, Cohen N, Maniaci V, et al: Use of a metronome in cardiopulmonary resuscitation: a simulation study. *Pediatrics* 2015; 136: 905-11.
- 32) Kao CL, Tsou JY, Hong MY, et al: Effect of thoracic stiffness on chest compression performance - A prospective randomized crossover observational manikin study. *Heliyon*. 2022; 8: e10990. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10990> (accessed 2023-2-4)
- 33) Hightower D, Thomas SH, Stone CK, et al: Decay in quality of closed chest compressions over time. *Ann Emerg Med* 1995; 26: 300-3.

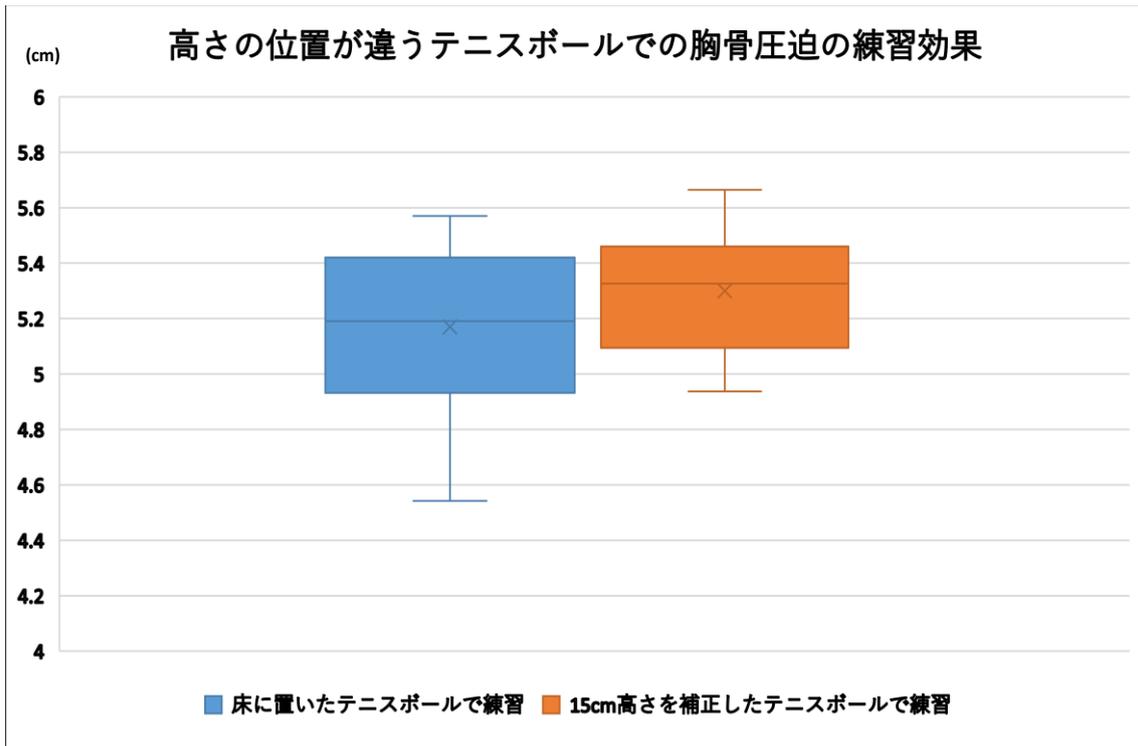


図 1 高さの位置が違うテニスボールでの胸骨圧迫の練習効果

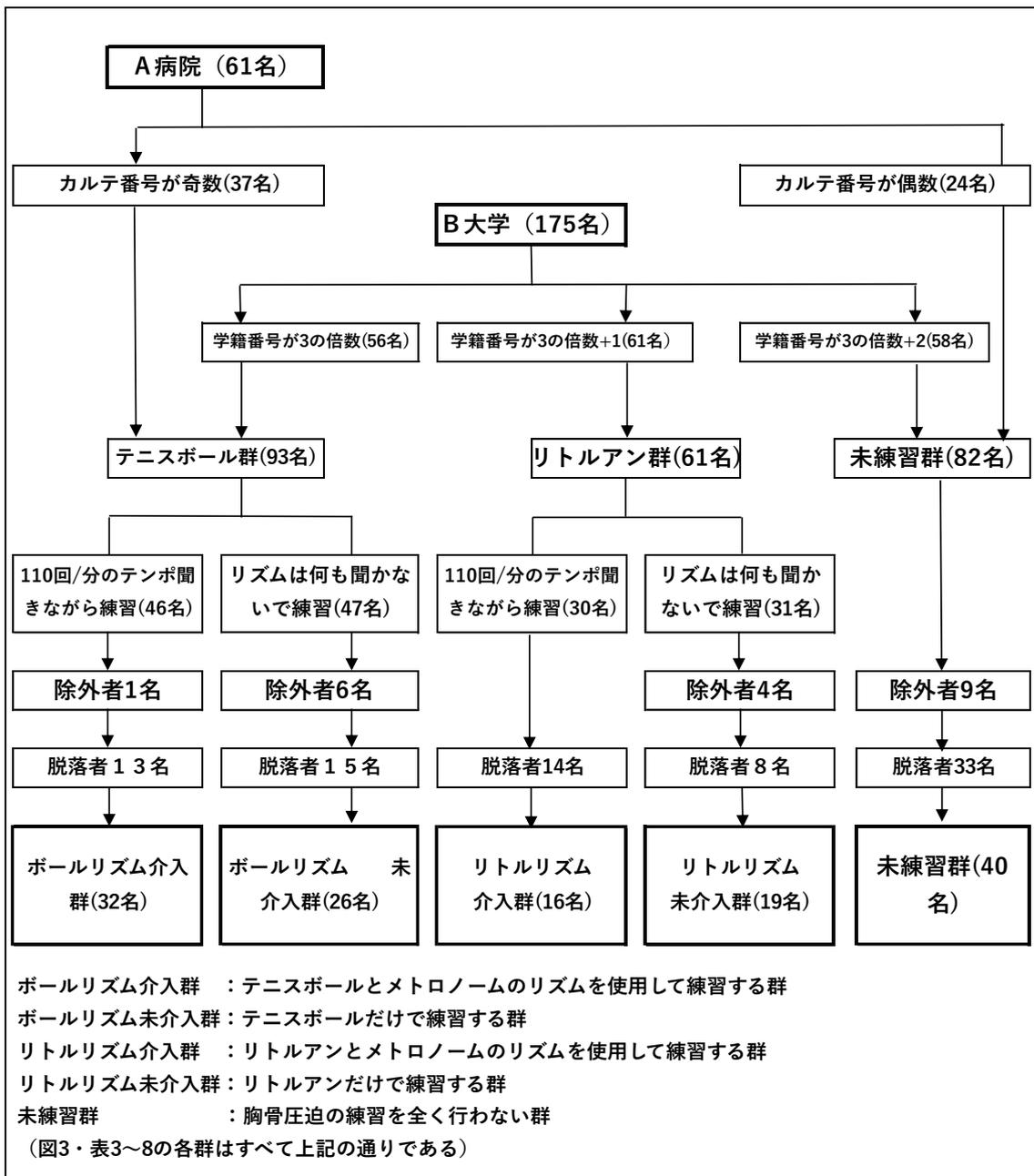


図 2 各比較群の分け方と人数

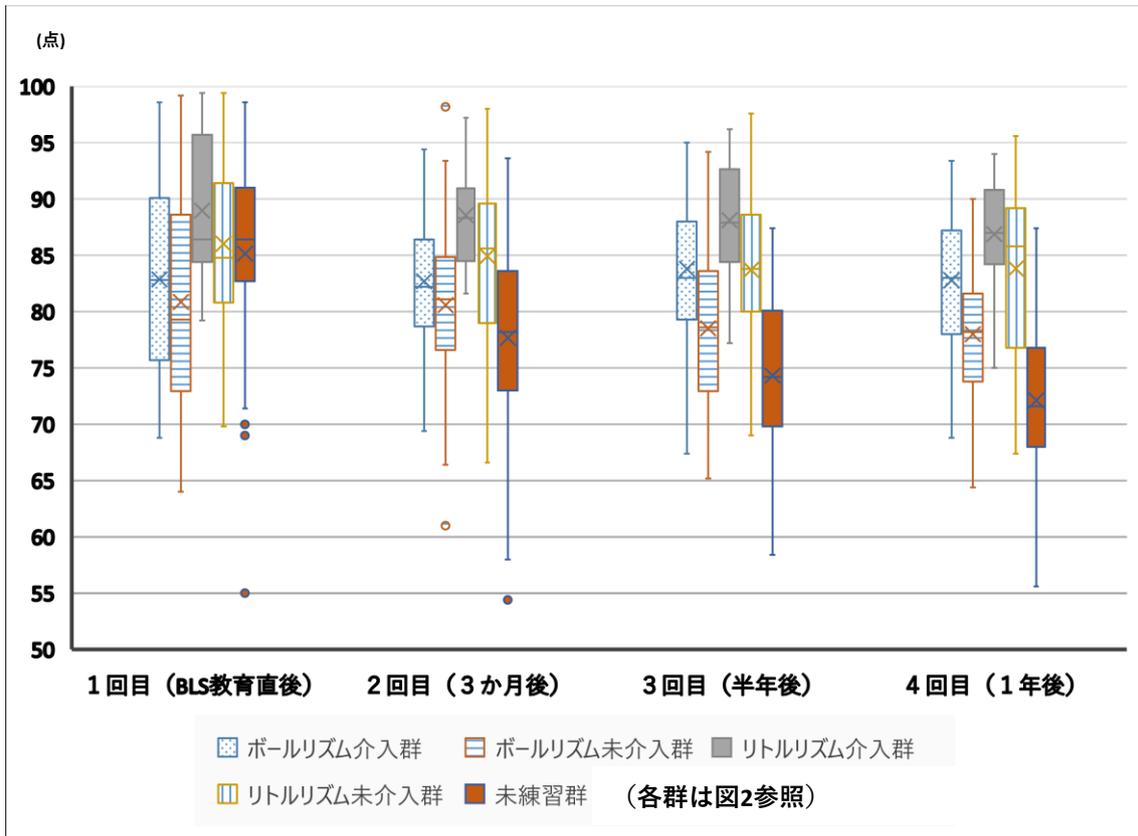


図3 各群のBLS講習直後から1年後までの「総合」値の変化

表 1 高さの位置が違うテニスボールでの胸骨圧迫の練習効果、胸骨圧迫の深度での検討

	床に置いたテニスボール で胸骨圧迫	テニスボールをリトルアンと同 じ高さに補正して、胸骨圧迫	p値*
胸骨圧迫の深度(cm)	5.17±0.35	5.30±0.27	0.015*
*Paired t-test p<0.05 mean±SD			

表 2 リトルアンによる胸部が 5 c m沈む圧力とテニスボールのへこみきる時の圧力の比較

	リトルアンによる胸部が 5cm沈む圧力	テニスボールをへこみきる圧力	p値*
静電容量(nF/cm ²)	20.74±7.35	20.42+11.67	0.118
*Paired t-test p<0.05	mean±SD		

注：圧力は「しんのすけくん」のセンサーの静電容量(nF/cm²)で示す

表 3 各群の BLS 講習直後、3 か月後、半年後、1 年後のデータ

ボールリズム介入群 (n=32)					
	深さ	速さ	リコイル	圧迫位置	総合
BLS教育直後	81.8±12.5	84.4±9.7	84.0±12.5	83.7±10.7	83.5±7.1
BLSより3か月後	82.8±8.6	85.7±6.4	83.4±8.7	82.5±9.8	83.6±5.3
BLSより半年後	83.3±8.2	86.7±6.0	84.1±9.7	84.4±9.8	84.6±5.9
BLSより1年後	83.1±8.5	84.1±5.1	83.4±8.9	83.4±7.5	83.5±5.8
ボールリズム未介入群 (n=26)					
	深さ	速さ	リコイル	圧迫位置	総合
BLS教育直後	75.7±13.9	83.0±13.7	90.1±11.2	81.7±13.7	82.6±9.1
BLSより3か月後	80.3±14.9	74.2±12.0	85.9±11.5	82.5±13.1	80.7±7.3
BLSより半年後	78.3±10.0	69.6±8.7	85.8±12.0	84.7±6.6	79.6±5.4
BLSより1年後	76.5±9.5	70.9±11.2	85.9±10.8	81.1±6.7	78.6±5.7
リトルリズム介入群 (n=16)					
	深さ	速さ	リコイル	圧迫位置	総合
BLS教育直後	86.5±10.8	90.1±8.0	87.8±9.3	90.9±7.1	88.8±6.6
BLSより3か月後	87.3±7.7	90.6±6.1	87.3±7.1	89.9±4.6	88.8±4.4
BLSより半年後	87.9±6.5	90.3±6.7	87.3±7.3	89.5±6.4	88.8±4.8
BLSより1年後	88.0±5.7	89.5±5.7	84.1±7.6	89.6±5.6	87.8±4.3
リトルリズム未介入群 (n=19)					
	深さ	速さ	リコイル	圧迫位置	総合
BLS教育直後	86.4±14.6	90.7±6.6	89.3±11.3	88.5±9.6	88.7±6.4
BLSより3か月後	87.8±10.1	83.5±9.4	87.5±9.7	88.9±8.7	86.9±6.6
BLSより半年後	87.9±8.8	80.4±11.9	85.7±11.5	88.0±8.4	85.5±6.4
BLSより1年後	89.3±9.4	78.9±9.3	85.9±11.9	90.3±6.2	86.1±7.1
未練習群 (n=40)					
	深さ	速さ	リコイル	圧迫位置	総合
BLS教育直後	80.0±12.7	89.7±8.1	91.0±8.8	88.7±10.1	87.4±6.0
BLSより3か月後	71.9±16.2	82.5±14.9	86.5±7.8	70.1±22.2	77.7±9.1
BLSより半年後	68.4±12.8	77.9±9.6	80.0±8.3	71.2±13.7	74.4±7.7
BLSより1年後	68.5±9.0	76.7±9.6	76.8±6.9	69.8±12.2	73.0±5.6

※リトルアンと「しんのすけくん」による計測値で、「しんのすけくん」の判定は1回毎の圧迫数値を、それぞれの項目がガイドラインの目標数値に達しているか否かを確認し、目標数値に達していた回数割合を100点満点で点数化したものである。

(表4~6の数値もすべて上記の通りである)

表 4 テニスボール群の BLS 講習直後と 1 年後のリトルアンと「しんのすけくん」による各項目の比較(対応のある t 検定)

ボールリズム介入群 (n=32)			
項目	BLS講習直後	BLS講習より 1年後	p値*
深さ	81.8±12.5	83.1±8.5	0.429
速さ	84.4±9.7	84.1±5.1	0.848
リコイル	84.0±12.5	83.4±8.9	0.764
圧迫位置	83.7±10.7	83.4±7.5	0.879
総合	83.5±7.1	83.5±5.8	0.973
*Paired t-test p<0.05		mean±SD	
ボールリズム未介入群(n=26)			
項目	BLS講習直後	BLS講習より 1年後	p値*
深さ	75.7±13.9	76.5±9.5	0.755
速さ	83.0±13.7	70.9±11.2	0.001*
リコイル	90.1±11.2	85.9±10.8	0.043*
圧迫位置	81.7±13.7	81.1±6.7	0.784
総合	82.6±9.1	78.6±5.7	0.019*
*Paired t-test p<0.05		mean±SD	
(数値は表 3 参照)			

表 5 リトルアン群の BLS 講習直後と 1 年後のリトルアンと「しんのすけくん」による各項目の比較 (対応のある t 検定)

リトルリズム介入群(n=16)			
項目	BLS講習直後	BLS講習より 1年後	p値*
深さ	86.5±10.8	88.0±5.7	0.539
速さ	90.1±8.0	89.5±5.7	0.692
リコイル	87.8±9.3	84.1±7.6	0.177
圧迫位置	90.9±7.1	89.6±5.6	0.414
総合	88.8±6.6	87.8±4.3	0.449
*Paired t-test p<0.05		mean±SD	
リトルリズム未介入群(n=19)			
項目	BLS講習直後	BLS講習より 1年後	p値*
深さ	86.4±14.6	89.3±9.4	0.174
速さ	90.7±6.6	78.9±9.3	<0.001*
リコイル	89.3±11.3	85.9±11.9	0.072
圧迫位置	88.5±9.6	90.3±6.2	0.410
総合	88.7±6.4	86.1±7.1	0.029*
*Paired t-test p<0.05		mean±SD	
(数値は表 3 参照)			

表 6 未練習群の BLS 講習直後と 3 ヶ月後のリトルアンと「しんのすけくん」による各項目の比較(対応のある t 検定)

未練習群(n=40)			
項目	BLS講習直後	BLS講習より 3か月後	p値*
深さ	80.0±12.7	71.9±16.2	0.001*
速さ	89.7±8.1	82.5±14.9	0.001*
リコイル	91.0±8.8	86.5±7.8	<0.001*
圧迫位置	88.7±10.1	70.1±22.2	<0.001*
総合	87.4±6.0	77.7±9.1	<0.001*
*Paired t-test p<0.05	mean±SD		
(数値は表 3 参照)			

表7 テニスボール群とリトルアン群のBLS講習より1年後のリトルアンと「しんのすけくん」による各項目の比較(1元配置分散分析)

深さ				
変動因	平方和	自由度	平均平方	p 値
比較群	2258	3	752	<0.001*
誤差	6885	89	77	
全体	9143	92		
速さ				
変動因	平方和	自由度	平均平方	p 値
比較群	4154	3	1384	<0.001*
誤差	6260	89	70	
全体	10414	92		
リコイル				
変動因	平方和	自由度	平均平方	p 値
比較群	124	3	41	0.755
誤差	9214	89	103	
全体	9338	92		
圧迫位置				
変動因	平方和	自由度	平均平方	p 値
比較群	1350	3	450	<0.001*
誤差	4219	89	47	
全体	5569	92		
総合				
変動因	平方和	自由度	平均平方	p 値
比較群	1050	3	350	<0.001*
誤差	3174	89	36	
全体	4224	92		

*One-way ANOVA p<0.05

反復練習群のなかでもテニスボール群とリトルアン群の各項目の比較
 テニスボール群：ボールリズム介入群・ボールリズム未介入群
 リトルアン群：リトルリズム介入群・リトルリズム未介入群

表 8 ボールリズム群をコントロール群としたその他の各群の BLS 講習より 1 年後のリトルアンと「しんのすけくん」による各項目の比較 (Dunnett の検定)

項目	コントロール群(A)	比較群(B)	p値
深さ	ボールリズム介入群	ボールリズム未介入群	0.015*
		リトルリズム介入群	0.184
		リトルリズム未介入群	0.046*
速さ	ボールリズム介入群	ボールリズム未介入群	<0.001*
		リトルリズム介入群	0.101
		リトルリズム未介入群	0.099
リコイル	ボールリズム介入群	ボールリズム未介入群	0.701
		リトルリズム介入群	0.995
		リトルリズム未介入群	0.761
圧迫位置	ボールリズム介入群	ボールリズム未介入群	0.471
		リトルリズム介入群	0.012*
		リトルリズム未介入群	0.002*
総合	ボールリズム介入群	ボールリズム未介入群	0.007*
		リトルリズム介入群	0.059
		リトルリズム未介入群	0.321

*Dunnett t-test(P<0.05)