

令和6年度 一般財団法人救急振興財団調査研究事業助成  
「救急に関する調査研究事業」報告書

研究課題名

「電動ストレッチャー等の導入が救急隊員と傷病者の  
医療安全に与える影響の評価」

研究代表者

竹井 豊(新潟医療福祉大学医療技術学部・教授)

共同研究者

大松 健太郎(新潟医療福祉大学医療技術学部・准教授)

安達 哲浩(新潟医療福祉大学医療技術学部・講師)

西 大樹(広島国際大学保健医療学部・准教授)

※申請時、白山野々市広域消防本部所属

外山 元(新潟医療福祉大学医療技術学部・講師)

※申請時、柏崎市消防本部所属



## 序章 研究の目的と方法

### 1. 研究の背景

救急医療を担う救急隊員は、一般住宅の玄関や階段、廊下などの活動スペースが不足している狭い環境で、傷病者を乗せたストレッチャーを持ち上げ下げする作業を日常的に行っている。また、傷病者を持ち上げたまま階段を搬送する、走行中の揺れる救急車内で不安定な姿勢で心臓マッサージを行うといった状況があり、これらの作業は救急隊員の身体に大きな負担を与えている。

さらに、救急活動中に発生する事故の多くは、救急隊員がストレッチャーを操作する際に傷病者が転倒するものであり、場合によっては民事訴訟の対象となることもある。これらの問題に対処するため、電動ストレッチャーなどの新技術を活用した自動化・省力化の導入が求められているが、これらの資機材が実際に救急隊員や傷病者の負担を軽減し、有害事象を減少させるかについては十分な検証が行われていない。

本研究では、自動化・省力化が期待できる新資機材の導入が救急隊員と傷病者の負担を減らし、救急現場活動に伴う有害事象を減少させるかを解明することを目的とする。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、以下の3点である。

#### (1) 救急隊員および傷病者の身体的・精神的負担を軽減する資機材の特定

電動ストレッチャーやエアーストレッチャー、エルゴストレッチャーといった人間工学的知見を取り入れた新技術資機材を使用した作業が、救急隊員および傷病者の身体的・精神的負担を軽減できるかを評価する。

#### (2) 新資機材の導入が救急活動中の有害事象の減少に寄与するかの評価

これらの資機材が、搬送時の転倒事故の発生率を低下させるかを調査し、その効果を検証する。

#### (3) 救急医療の現場での実装可能性の検討

実際の救急活動において新資機材が適用可能であるかを評価し、救急隊員の労務環境の改善や、より安全な救急搬送の実現に向けた提言を行う。

本研究は、救急医療の現場における実務的な課題を解決し、より安全かつ効率的な救急活動を実現するためのエビデンスを提供するものである。

### 3. 本研究の学術的独自性と創造性

#### 3.1. 学術的独自性

近年の働き方改革の推進にもかかわらず、救急隊員の労務環境は十分に改善されていない。加えて、救急活動中に発生する有害事象は、救急隊員と傷病者の双方に悪影響を及ぼす要因となっている。本研究では、救急隊員の作業動作を加速度計や筋電図センサーを用いて評価し、身体負担の少ない救急資機材を特定する。さらに、特定した資機材が救急活動中の有害事象をどの程度減少させるかを観察研究により検証する。

#### 3.2. 本研究の創造性

本研究は、単に新技術の評価を行うのではなく、救急隊員の身体負担軽減と傷病者の安全性向上の両面において有用性を示すことを目的としている。また、本研究の成果は、より効果的な救

急資機材の開発や導入に役立つとともに、救急搬送時のリスク低減や、より安全な搬送体制の確立に寄与することが期待される。

### 3.3. 研究の位置づけ

これまでの研究では、救急隊員の身体負荷軽減に関する検討は進められてきたが、傷病者側の視点で自動・省力化が期待できる資機材の導入がどのような影響を及ぼすかについては十分な研究が行われていない。また、日本国内では電動ストレッチャーの導入が限定的であり、その効果の検証はほとんど進んでいない。本研究は、救急隊員および傷病者双方の観点から新技術の有用性を検討し、救急医療の質の向上に貢献することを目指している。

本研究の結果は、救急医療現場における資機材の適切な選定や、救急隊員の身体負荷軽減、傷病者の安全確保に貢献し、より効果的な救急搬送システムの構築に資するものである。

## 4. 研究の方法

本研究では、救急搬送資機材の導入が救急隊員および傷病者に与える影響を評価するために、実験データと実際の救急現場の知見を組み合わせた多角的な分析を行う。

まず、救急隊員の作業負担を加速度計や筋電図センサーで測定し、新資機材の有効性を定量的に評価する。次に、研究協力機関である消防機関・医療機関との情報共有を円滑に進め、研究成果の妥当性を高めるため、実際の救急活動に関する知見を補助資料として活用する。

この目的のため、救急搬送の実例を豊富に掲載した専門資料を参考にする。本資料には、救急隊員が直面する対応や搬送プロセスが詳細に記載されており、研究データと実際の救急現場の運用を照らし合わせながら比較・分析することが可能である。

特に、救急搬送時の資機材の活用状況や搬送中の安全管理に関する事例を参照することで、資機材導入が救急活動の質向上にどのように寄与するかをより実践的に検討できる。また、研究協力機関との共通認識を形成し、研究成果を実務に還元するためにも、本資料の活用が有用である。研究の進行に伴い、搬送プロセスに関する客観的な知見を提供する補助資料として位置づけている。

## 第1章 救急隊員および傷病者の身体的・精神的負担を軽減する資機材の特定

### 第1節 電動ストレッチャーの有効性の検証

#### 1. 研究の背景

救急隊員は、病院前医療の現場で迅速な対応と適切な傷病者搬送を求められる重要な役割を担っている。救急隊員は、傷病者を安全に搬送する責務を持ち、特に搬送時の身体的負担の軽減と傷病者の快適性の向上が重要な課題となっている。

過去の研究では、救急隊員の腰部への負担や、ストレッチャー使用時の振動が傷病者の負担につながる可能性が示されている。特に手動式ストレッチャーを使用する際の持ち上げや搬送作業は、救急隊員にとって身体的に大きな負担となり、それが傷病者の安全性や快適性にも影響を及ぼす可能性がある。一方で、電動式ストレッチャーは、これらの負担を軽減し、よりスムーズな搬送を可能にすると期待されているが、傷病者にとっての実際の影響については明確なエビデンスが不足している。

本研究では、手動式ストレッチャーと電動式ストレッチャーを用いた際の傷病者の快適性および加速度暴露を比較し、救急搬送時の最適なストレッチャーの選択に資する知見を提供することを目的とする。

#### 2. 研究の目的

本研究の具体的な目的は以下の3点である。

##### (1) 加速度の比較

手動ストレッチャーと電動ストレッチャーを使用した際の振動や加速度を測定し、搬送時の影響を分析する。

##### (2) 傷病者の快適性評価

搬送中の振動や揺れが、傷病者の快適性や心理的負担に与える影響を評価する。

##### (3) 実務的な示唆

救急隊員や医療機関に対し、最適なストレッチャー選択に関するエビデンスを提供する。

#### 3. 研究方法

本研究は非ランダム化クロスオーバー試験として実施された。実験は室内環境で行われ、参加者は手動ストレッチャーおよび電動ストレッチャーの両方で搬送を受け、各ストレッチャーの影響を比較評価した。

##### 3.1. 研究対象

本研究には、救急隊員の資格を持つ消防職員 31 名と救急救命士養成大学 3 年の学生 10 名の計 41 名が参加した。対象者は、日常的にストレッチャーを操作する経験を有しており、研究では傷病者役を担当し、実際の搬送時における身体への影響を評価した。

##### 3.2. 使用機材

本研究では、電動ストレッチャーとして Power-PRO™ XT (Stryker 社製) を、手動ストレッチャーとして Matsunaga GT (株式会社松永製作所社製)、Exchange 4070 (Ferno Japan 社製)、Scad Mate (Ferno Japan 社製) の 3 種類を使用した。

- Power-PRO™ XT モデル 6506 (Stryker、Inc.、米国)
- スカッドメイト (Ferno Japan、Inc.、日本)
- エクスチェンジ (Ferno Japan、Inc.、日本)
- Matsunaga GT (Matsunaga、Inc.、日本)

### 3.3. 測定方法

被験者は傷病者の視点からの心理的な側面や振動の影響をアンケート調査によって評価した。また、被験者に与える運動力学的な情報も収集するために、被験者の前部腰部に配置した加速度センサー (WitMotion センサー [WitMotion Shenzhen Co., Ltd., 中国]) を使用した。これにより、前後方向 (x 軸)、横方向 (y 軸)、上下方向 (z 軸) の運動を表す加速度データが取得された。これらのデータは Bluetooth 2.0 を介してコンピューターソフトウェアに無線で送信され、分析のために使用された。分析には、最大ピーク加速度および最小ピーク加速度の両方を決定するとともに、RMS 加速度 (平均二乗平方根: 傷病者に与える慣性力の平均値) の計算が含まれた (図 1)。RMS 加速度は次の式で求められる。

RMS 加速度計算式

$$\text{RMS} = \sqrt{\frac{(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_n^2)}{n}}$$

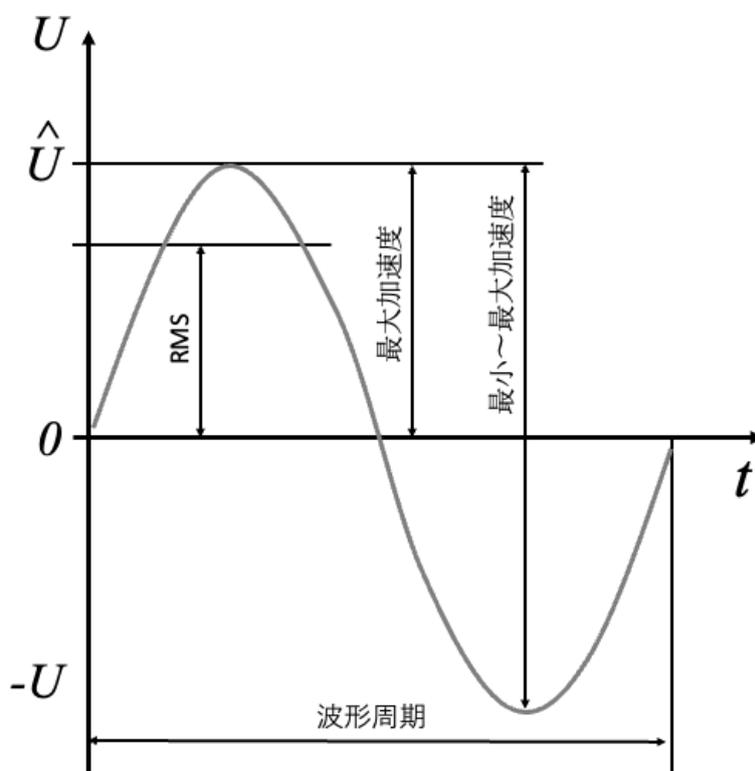


図1. 加速度

また、快適性評価は、セマンティック・ディファレンシャル法を用いた 37 項目のアンケートを実施し、7 段階スケール(3:非常に不快 ~ -3:非常に快適)で評価した。それぞれの項目には快適さと不快さの対照的な形容詞が含まれていた。統計解析には連続変数が正規分布に従わないことが確認されたため、適切な分析手法として対応のあるノンパラメトリックの Wilcoxon の符号順位検定が採用された。ノンパラメトリックの多重比較では、Steel-Dwass 法が使用された。パイロット研究に基づいて、2 群間の平均差は 0.4、標準偏差は 0.8 であったため、有意水準  $p = 0.05$  および効果量 0.2 に対する検定力 0.8 の下で、各群に 34 名の被験者が必要とされると見積もられた。すべてのデータは JMP Pro ソフトウェア(バージョン 17、SAS Institute、Cary、NC、米国)を使用して分析された。各分析は、帰無仮説が両側の有意水準  $p < 0.05$  で検定した。

## 4. 結果

### 4.1. 加速度測定結果

35 名の男性と 6 名の女性が研究に被験した。平均年齢と身長(標準偏差 [SD])はそれぞれ 30.4(11.5)歳と 172.3(6.9)cm であった。

被験者データから抽出した上下方向(z軸)の加速度データの例を図2に示す。波形の前半部分は、ストレッチャーの持ち上げ下げ時の動作であり、後半部分は、ストレッチャーの車内収容・降車時の動作である。

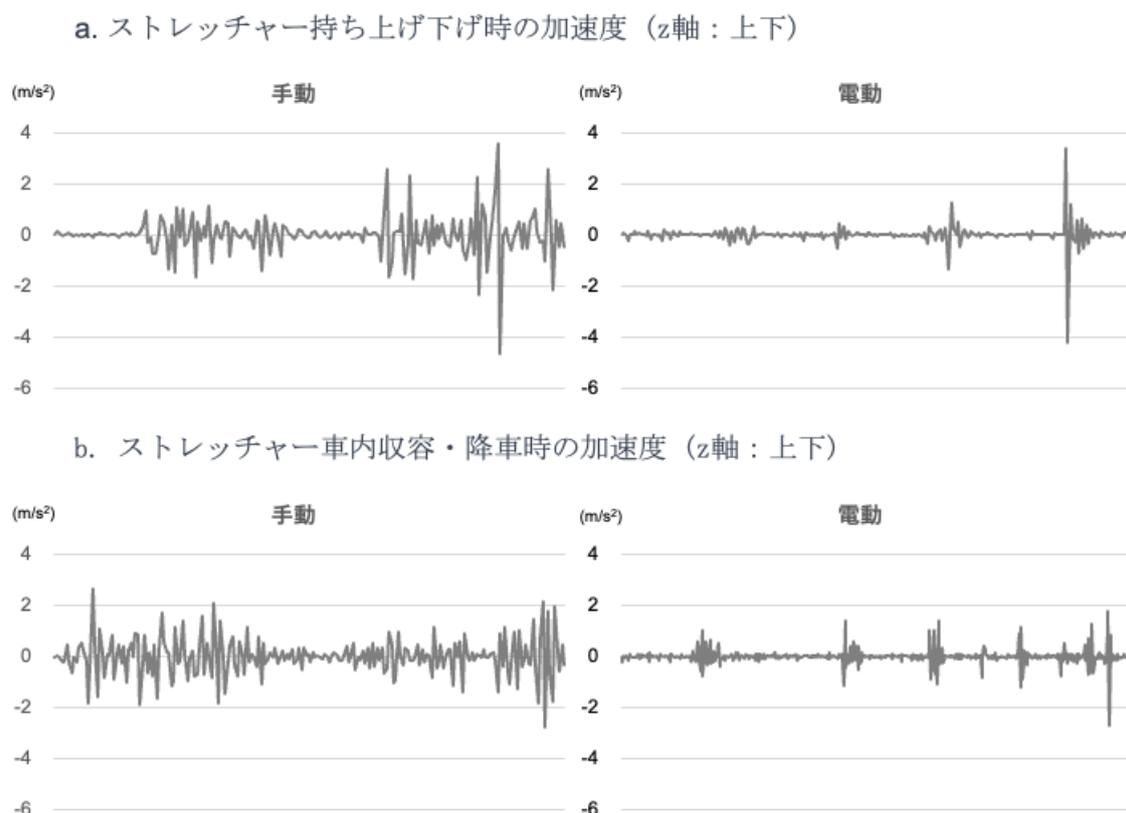


図 2. 測定した加速度の一例

## 4.2. 持ち上げ下げ動作の比較

表1に示すように、電動ストレッチャーを使用した被験者の持ち上げ下げ動作は、手動ストレッチャーを使用した場合と比較して、Z軸方向のRMS(中央値: 0.29 m/s<sup>2</sup>, [25~75%: 0.25~0.36] vs. 0.73 m/s<sup>2</sup> [0.47~0.89], p < 0.001)、最大加速度(1.60 m/s<sup>2</sup> [1.31~2.17] vs. 2.90 m/s<sup>2</sup> [1.78~4.51], p < 0.001)、最小加速度(-1.48 m/s<sup>2</sup> [-1.77~-1.19] vs. -3.30 m/s<sup>2</sup> [-4.88~-2.22], p < 0.001)の値が有意に低いことが示された。

表 1.ストレッチャー持ち上げ下げ時の加速度

	ストレッチャーの種類		危険率
	電動	手動	
Z軸方向の加速度			
RMS (m/s <sup>2</sup> )	0.29 (0.25~0.36)	0.73 (0.47~0.89)	< 0.001
最大加速度 (m/s <sup>2</sup> )	1.60 (1.31~2.17)	2.90 (1.78~4.51)	< 0.001
最小加速度 (m/s <sup>2</sup> )	-1.48 (-1.77~-1.19)	-3.30 (-4.88~-2.22)	< 0.001

RMS、root mean square: 平均二乗平方根

## 4.3. 車内収容・降車動作の比較

表2に示すとおり、電動ストレッチャーを使用した被験者の車内収容・降車の動作は、手動ストレッチャーを使用する場合と比較して、Z軸方向のRMS(中央値: 0.32 m/s<sup>2</sup>, [25~75%: 0.26~0.40] vs. 0.89 m/s<sup>2</sup> [0.72~1.14], p < 0.001)、最大加速度(2.07 m/s<sup>2</sup> [1.47~3.11] vs. 3.38 m/s<sup>2</sup> [2.64~4.55], p < 0.001)、最小加速度(-2.34 m/s<sup>2</sup> [-3.33~-1.56] vs. -3.72 m/s<sup>2</sup> [-5.30~-3.14], p < 0.001)の値が有意に低いことが示された。

表 2.ストレッチャー車内収容・降車時の加速度

	ストレッチャーの種類		危険率
	電動	手動	
Z軸方向の加速度			
RMS (m/s <sup>2</sup> )	0.32 (0.26~0.40)	0.89 (0.72~1.14)	< 0.001
最大加速度 (m/s <sup>2</sup> )	2.07 (1.47~3.11)	3.38 (2.64~4.55)	< 0.001
最小加速度 (m/s <sup>2</sup> )	-2.34 (-3.33~-1.56)	-3.72 (-5.30~-3.14)	< 0.001

RMS、root mean square: 平均二乗平方根

#### 4.4. 持ち上げ下げ動作後のアンケート調査

図 3 は、ストレッチャーの持ち上げ下げ動作後に行われたアンケート調査の結果を示している。被験者の快適度は、37 の質問項目のうちで大部分で電動ストレッチャーが優勢であった。しかし、「弱々しい または 力強い」、「あいまいな または はっきりした」、「貧血 または うっ血」、「頭側に動く または 尾側に動く」の属性については、有意な差を認めなかった。特に注目すべきは、快適さの評価の差の大きさに基づいて降順に並べた以下の属性での快適度で顕著な変化が見られたことである。

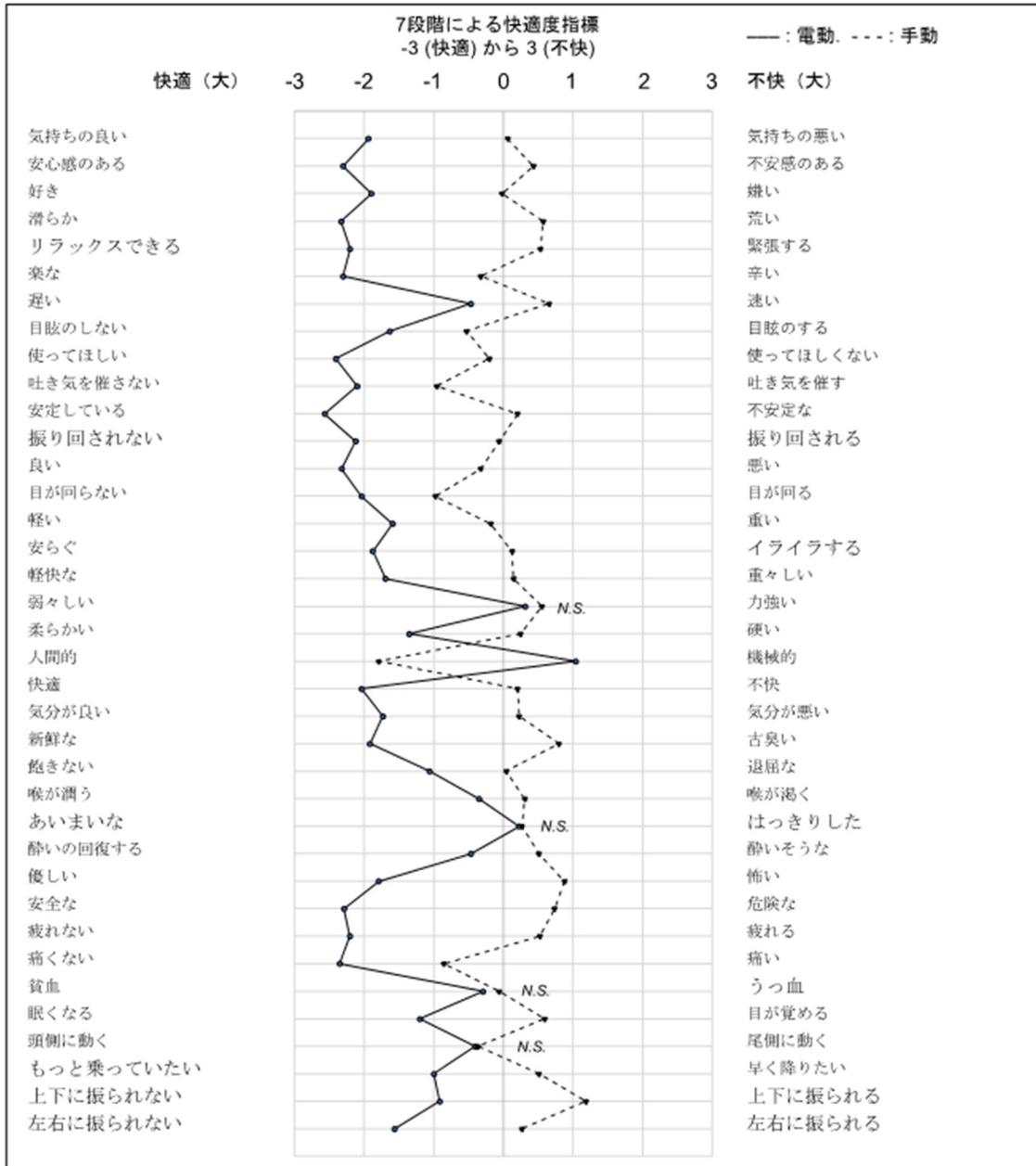


図 3. 持ち上げ下げ動作後のアンケート調査

N.S., not significant

#### 4.5. 車内収容・降車動作後のアンケート調査

図4は、ストレッチャーの車内収容・降車動作後に行われたアンケート調査の結果を示している。被験者の快適度は、37 の質問項目のうちで大部分で電動ストレッチャーが優勢であった。しかし、「弱々しい または 力強い」、「酔いの回復する または 酔いそうな」、「頭側に動く または 尾側に動く」の属性については、有意な差を認めなかった。特に注目すべきは、快適さの評価の差の大きさに基づいて降順に並べた以下の属性での快適度に顕著な変化が見られたことである。

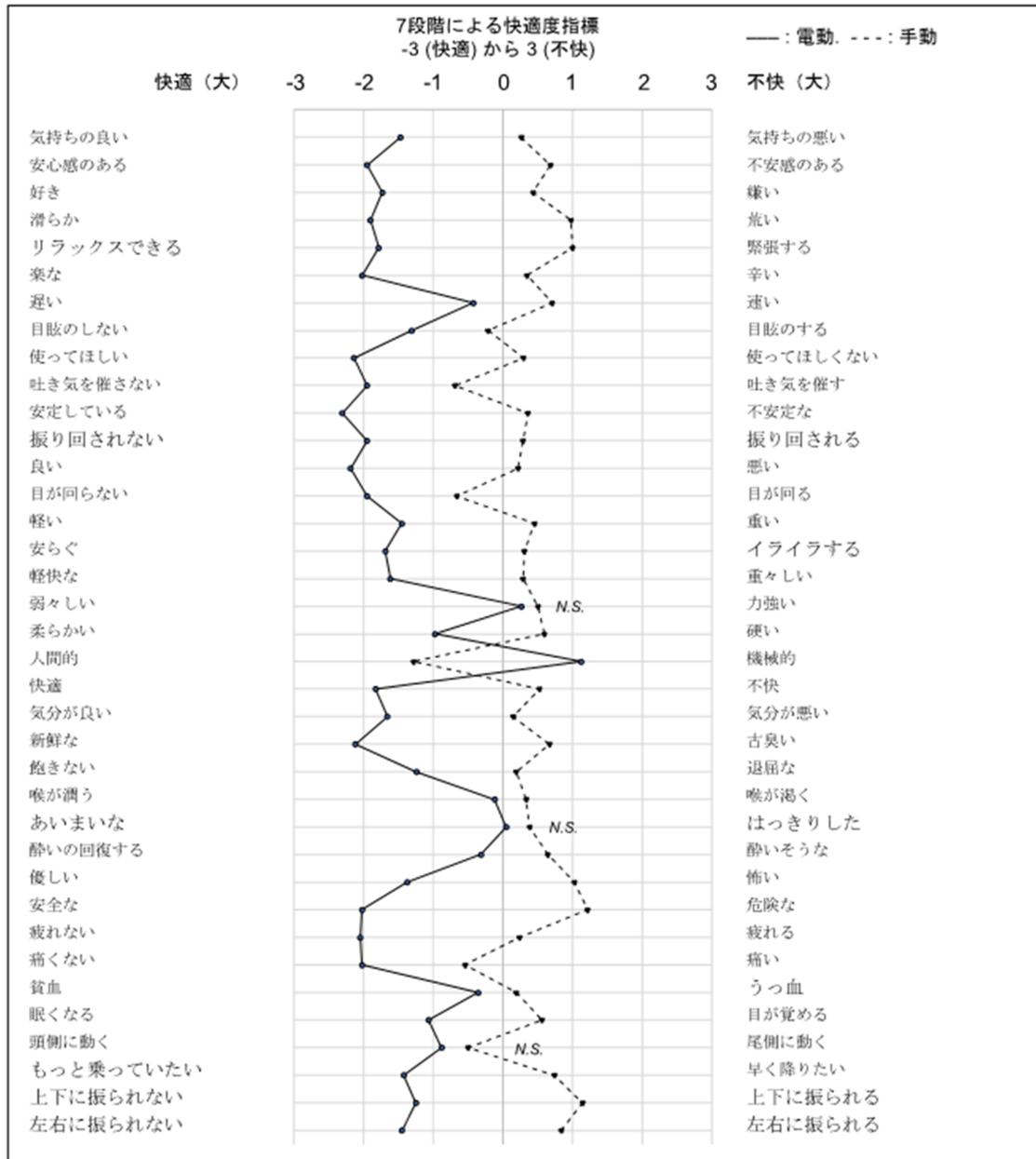


図4. 持ち上げ下げ動作後のアンケート調査

N.S., not significant

## 5. 考察

### 5.1. 加速度低減の意義

本研究の結果から、電動ストレッチャーの使用により傷病者の上下動が抑制され、手動ストレッチャーと比較して明らかに加速度が低下することが示された。特に、Z 軸(上下方向)の振動が大幅に抑えられることで、傷病者の負担が軽減される可能性が示唆された。これは、脳出血や骨盤骨折などの傷病者にとって特に重要であり、搬送時の不必要な振動が病態を悪化させるリスクを軽減できると考えられる。

また、本研究では ISO 2631 の振動評価基準を参考にしたが、短時間の急激な加速度変化による傷病者の不快感や安全性への影響については、さらなる研究が必要である。振動によるストレスが交感神経系に及ぼす影響や、疼痛閾値の変化などについても、今後の検討課題として挙げられる。

### 5.2. 主観的快適性の向上

アンケート調査の結果からも、電動ストレッチャーの使用は傷病者の心理的負担の軽減に寄与する可能性が示された。「快適」「安心」「スムーズ」「リラックス」といった項目で電動ストレッチャーの評価が高かったことから、救急搬送時の心理的負担を低減する要素として、機器の選択が重要であることが示唆された。

一方で、「揺れ」「めまい」「痛み」といった一部の項目については、特定の手動ストレッチャーと電動ストレッチャーの間で有意差がみられなかった。これは、搬送時の操作方法やストレッチャーの構造による影響がある可能性があり、救急隊員の熟練度や搬送技術との関連についても今後の検討が求められる。

### 5.3. 実務への応用

本研究の結果は、救急医療現場におけるストレッチャーの選択や運用方針に対する重要な示唆を与える。特に、

- (1) 搬送時の振動低減が必要な傷病者(頭部外傷・骨折傷病者など)には電動ストレッチャーが有効な場合がある。
- (2) 救急隊員の身体的負担を軽減し、長期的な業務遂行能力を維持するためには電動ストレッチャーの導入が有効である。
- (3) これらの知見は、救急医療サービスの質の向上に寄与し、今後の機材選定や運用方針の決定に役立つ可能性がある。

## 6. 結論

本研究では、電動ストレッチャーと手動ストレッチャーを比較し、傷病者の快適性および搬送時の加速度暴露に及ぼす影響を評価した。その結果、電動ストレッチャーの使用により、特に上下方向の振動が有意に抑制され、傷病者の身体的負担が軽減されることが示された。また、主観的快適性評価においても、電動ストレッチャーの方が「快適」「安心」「スムーズ」などの評価が高く、心理的負担の軽減にも寄与する可能性が示唆された。

さらに、救急隊員の操作性の観点からも、電動ストレッチャーは搬送時の負担を軽減し、特に車両への積載操作において優位性が認められた。しかし、狭いスペースや階段での使用においては手動ストレッチャーの方が取り回ししやすいという意見も見られ、使用環境に応じた適切なストレッチャーの選択が求められる。

本研究の結果は、救急医療現場におけるストレッチャーの導入および運用方針の決定に対する有益な知見を提供する。特に、頭部外傷や骨折傷病者など振動低減が重要な傷病者に対しては電動ストレッチャーの使用が有効であると考えられる。また、救急隊員の身体的負担を軽減することで、長期的な業務遂行能力の維持にも寄与する可能性がある。今後は、より多様な搬送環境や傷病者の状態に応じた適用性を検討し、実際の救急現場での最適な運用方法を確立することが求められる。

## 第2節 各種ソフトストレッチャーの検証

### 1. 研究の背景

救急隊員は、病院前医療の現場で迅速な対応と適切な傷病者搬送を求められる重要な役割を担っている。救急隊員は、傷病者を安全に搬送する責務を持ち、特に搬送時の身体的負担の軽減と傷病者の快適性の向上が重要な課題となっている。

過去の研究では、救急隊員の腰部への負担や、ストレッチャー使用時の振動が傷病者の負担につながる可能性が示されている。特に手動式ストレッチャーを使用する際のリフティングや搬送作業は、救急隊員にとって身体的に大きな負担となり、それが傷病者の安全性や快適性にも影響を及ぼす可能性がある。一方で、電動式ストレッチャーは、これらの負担を軽減し、よりスムーズな搬送を可能にすると期待されているが、傷病者にとっての実際の影響については明確なエビデンスが不足している。

本研究では、手動式ストレッチャーと電動式ストレッチャーを用いた際の傷病者の快適性および加速度暴露を比較し、救急搬送時の最適なストレッチャーの選択に資する知見を提供することを目的とする。

### 2. 研究の目的

エアーストレッチャーなどの人間工学的知見を取り入れた新技術資機材を使用した作業が、救急隊員および傷病者の身体的・精神的負担を軽減できるかを評価する。

### 3. 研究の方法

#### 3.1. 研究デザインと実験スケジュール

本研究では、救急搬送時の身体的負担を評価するため、階段搬送を実施する際の筋活動および主観的運動強度を測定した。再現性を確保するため、実験環境、手順、および計測機器の使用条件を統一し、以下の手順でデータを収集した。

実験は1日あたり3時間を予定し、1時間を準備および片付け、2時間を実験に充てた。被験者1人あたりの実験時間は20分とし、1時間あたり3名の被験者を1グループとして、2時間で合計2グループ(前半グループA、後半グループB)の実験を実施した。

実験は、単に階段を降りる動作を行った後、ターボリン担架、バックボード、エアーストレッチャーの順に実施した。各ストレッチャーには65kgのダミー人形を乗せた状態で使用し、各被験者はストレッチャーの頭側を把持して階段を下る形で搬送を行った。それ以外の部位(腰部と下肢部)は、搬送の安定性を確保するため、毎回同じ2名の研究者が担当した。

## 3.2. 被験者

本研究には、救急救命士養成課程に所属する大学3年生18名(男性17名、女性1名)が参加した。被験者の身長および体重の中央値(25-75%範囲)は171.0cm(168.8-178.0)、64.5kg(60.0-79.3)であった。全被験者に対し、実験の目的と手順について十分な説明を行い、文書による同意を得た。

## 3.3. 実験環境と計測機器

### 3.3.1. 使用ストレッチャー

本研究では、異なる搬送方法による身体的負担を評価するため、以下の3種類の搬送資器材を使用した。

#### (1) エアーストレッチャー(スライド搬送)

エアーストレッチャーは、持ち上げずにスライドさせることで搬送を行うタイプのストレッチャーである。本製品は、日本国内の病院、介護施設、救急隊、学校、警察、及び自衛隊などで約30,000台以上が導入されている。エアーストレッチャーを用いることで、1~2人の搬送者でも狭い階段を比較的容易に降ろすことが可能である。また、本製品はアスファルト、砂利道、鉄板の上など、あらゆる路面での使用が可能である。ストレッチャーのエアバルブを開くと、空気が自動的にマットレス内に流入する仕様となっている。

#### (2) バックボード(持ち上げ搬送)

バックボードは、主に外傷傷病者の脊椎固定を目的として使用される資器材である。本製品はABS(アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン)樹脂製であり、血液や体液の浸透を防ぎ、容易に洗浄可能な構造となっている。サイズは長さ183cm×幅41cm×高さ4.5cm、重量は5.9kg、最大荷重は159kgである。通常は、脊椎損傷の疑いがある傷病者に対して使用されるが、本研究では搬送時の身体的負担の評価を目的として採用した。

#### (3) ターポリン担架(持ち上げ搬送)

ターポリン担架は、狭い階段や曲がり角、エレベーター内でも使用しやすいように設計された搬送資器材である。本製品には、傷病者を固定するためのベルトが備えられており、搬送時の安全性を向上させる構造となっている。材質は防水加工が施されたターポリン生地で、サイズは長さ180cm×幅48cm×高さ1cm、重量は1.8kgである。また、2本の固定ベルトと、頭側・足側を含む4つの握り手が設けられており、搬送者が安定して保持できる設計となっている。

### 3.3.2. 筋電計測機器

筋電位の測定には、TS-MYO(トランクソリューション株式会社製)を使用した。本装置は、表面筋電を検出し、Bluetooth Low Energy(BLE)通信を介してiOS端末へデータを無線送信するワイヤレス筋電センサーであった。サンプリング周波数は1kHzで固定され、分解能は12bit、入力換算ダイナミックレンジは±5.48mVであった。データは専用アプリ「TS-MYO」を使用して収集し、記録を行った。

### 3.3.3. 筋電センサーの装着

測定部位は、腰部（脊柱起立筋）および大腿部（大腿四頭筋）とし、センサーの貼付位置は SENIAM プロジェクトのガイドラインに基づいて決定した。センサーの装着には TS-MYO 両面テープを使用し、必要に応じてサージカルテープで補強した。

### 3.3.4. 主観的運動強度の評価

被験者の主観的運動強度は、Borg スケール (6-20) を用いて測定した。搬送終了後に被験者へスケールを提示し、現在の運動強度を数値で回答してもらった。

### 3.3.5. ボルグスケール (Borg Scale) について

本研究では、被験者の主観的運動強度 (Perceived Exertion) を評価するために、ボルグスケール (Borg Scale) を用いた。ボルグスケールは、運動中の主観的な疲労感や身体的負荷を数値で表す評価方法であり、特に作業負担や持久力評価に広く使用されている。

### 3.3.6. ボルグスケールの概要

表 3 に示すように、ボルグスケールは、「6」から「20」までの数値を用いて、被験者が感じる運動強度を自己評価する尺度である。これは、一般的な心拍数 (HR) と相関があるように設計されており、「スコア × 10 ≒ 心拍数 (bpm)」という関係が概ね成り立つとされている。

表 3. ボルグスケール

スコア	運動強度の主観的評価
6	まったく楽である (安静時)
7	非常に楽である
8	
9	とても楽である
10	
11	楽である
12	
13	ややきつい
14	
15	きつい
16	
17	非常にきつい
18	
19	もう限界だ (最もきつい)
20	限界に達した (最大努力)

### 3.4. 使用方法

- (1) 各搬送実験終了後、被験者にボルグスケールを提示し、現在の運動強度を選択するよう求めた。
- (2) 被験者には「主観的に感じる運動のきつさ」を直感的に評価するよう指示した。
- (3) 回答に影響を与えないよう、他の被験者の評価結果は共有せず、個別に回答を求めた。
- (4) 測定データは搬送条件ごとに記録し、比較分析を実施した。

### 3.5. ボルグスケールの特性

- (1) 客観的な心拍数や酸素消費量と高い相関を示すが、精神的な要因や個人差の影響を受けることがある。
- (2) トレーニングを積んだ個人では、同じ運動強度でもスコアが低くなる傾向がある。
- (3) 簡便に使用できるため作業負荷や運動強度の評価に適している。

本研究では、このボルグスケールを用いることで、異なる搬送方法が救急隊員の主観的負担にどのような影響を与えるかを評価した。

### 3.6. 実験手順

- (1) 本実験では、以下の手順でデータを収集した。
  - 準備
  - 被験者および足側搬送者(計2名)の準備状況を確認した。
  - 搬送資器材を選択し、搬送方法に応じたセッティングを行った。
  - 筋電センサーを腰部および大腿部に装着し、正しく作動することを確認した。
  - メトロノームを100回/分に設定し、搬送時のペースを統一した。
- (2) 搬送実験
  - 各被験者は頭側を把持し、研究者2名が腰部および下肢部を担当した。
  - 記録開始後、被験者は階段を降りる動作を実施した。
- (3) データ記録および生理学的測定
  - 被験者の脈拍、血圧を測定し、主観的運動強度を評価した。

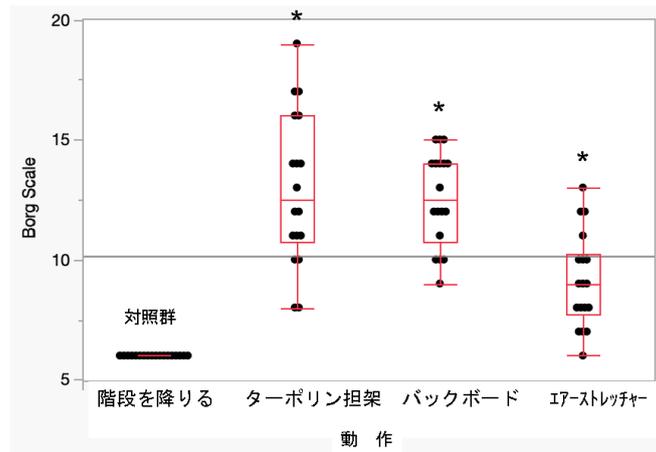
### 3.7. データ分析

連続変数の単変量解析には分散分析を適用した。また、搬送資器材間の比較評価を行うために最小二乗法による重回帰分析を用いた。すべてのデータはJMPソフトウェア(バージョン18; SAS Institute, Cary, NC, USA)を用いて解析した。各解析において帰無仮説の両側有意水準は  $p < 0.05$  と設定した。

## 4. 結果

### 4.1. 主観的運動強度

図 5 に示すとおり、被験者が何も持たずに階段を降りた場合の Borg スケール中央値は 6.0 (25～75%範囲:6～6) であった。これに対し、ターポリン担架およびバックボードを使用して階段を搬送する場合、いずれも 12.5 (10.8～16.0 および 10.8～14.0) と有意に高かった ( $p < 0.01$ )。また、エアーストレッチャーを使用してスライド搬送した場合の中央値は 9.0 (7.8～10.3) であり、こちらも有意に高い値を示した ( $p < 0.01$ )。これらの結果から、いずれの搬送方法でも主観的運動強度が増大することが確認された。



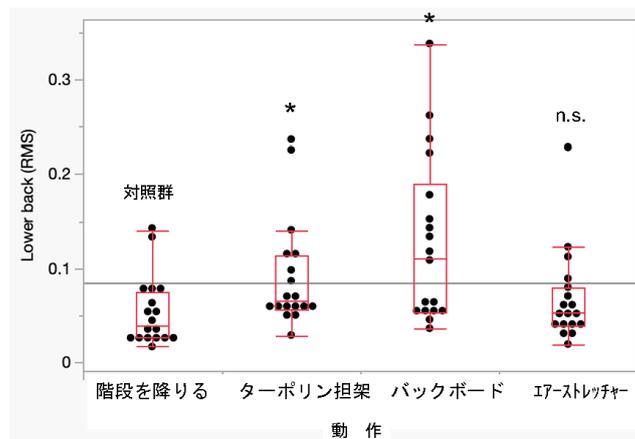
アスタリスク (\*) は、「階段を降りる」を対照とした場合の  $p < 0.01$  を示す。 $p$ 値は Dunnett の多重比較検定により算出した。

図 5. 動作間のボルグスケールの比較

### 4.2. 腰部にかかる筋電位

#### 4.2.1. 実効値

図 6 に示すとおり、何も持たずに階段を降りた場合の腰部筋電位の中央値は 0.04 (0.03～0.07) であった。ターポリン担架とバックボードによる搬送では、それぞれ 0.06 (0.06～0.11)、0.11 (0.05～0.19) と有意に高かった ( $p < 0.01$  および  $p = 0.02$ )。一方、エアーストレッチャーを用いたスライド搬送では 0.05 (0.04～0.08) と有意差を認めなかった ( $p = 0.41$ )。

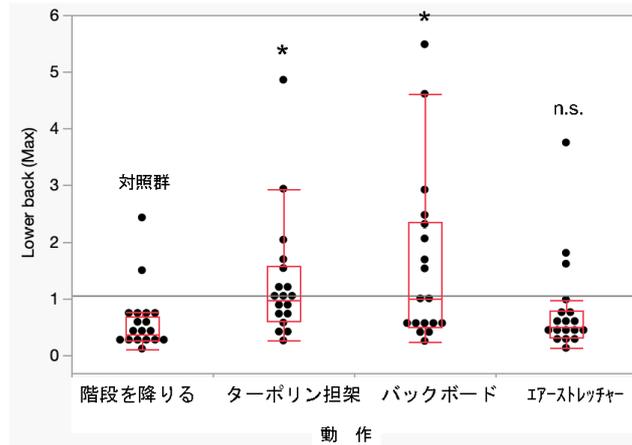


アスタリスク (\*) は、「階段を降りる」を対照とした場合の  $p < 0.01$  を示す。 $p$ 値は Dunnett の多重比較検定により算出した。

図 6. 腰部にかかる筋電位の実効値比較

#### 4.2.2. 最大値

図 7 に示すとおり、何も持たずに階段を降りた場合の腰部筋電位最大値の中央値は 0.36 (0.24 ~ 0.68) であった。ターボリン担架およびバックボードでは、それぞれ 0.98 (0.59 ~ 1.57)、0.99 (0.50 ~ 2.33) と有意に高く ( $p < 0.01$  および  $p = 0.01$ )、特にバックボードの影響が大きかった。一方、エアーストレッチャーを使用したスライド搬送では 0.48 (0.32 ~ 0.77) であり、有意差は認められなかった ( $p = 0.67$ )。

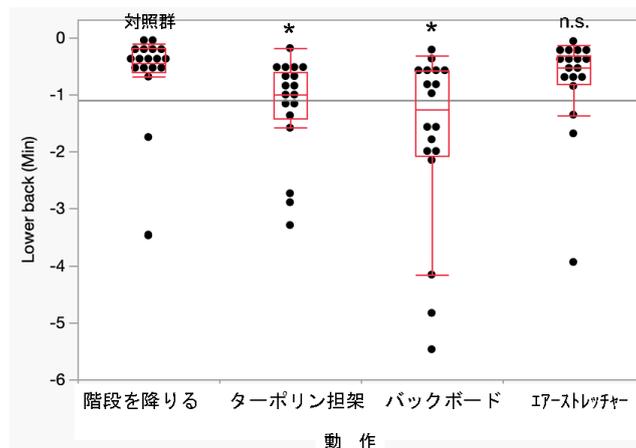


アスタリスク (\*) は、「階段を降りる」を対照とした場合の  $p < 0.01$  を示す。 $p$ 値は Dunnett の多重比較検定により算出した。

図 7. 腰部にかかる筋電位の最大値比較

#### 4.2.3. 最小値

図 8 に示すとおり、何も持たずに階段を降りた場合の腰部筋電位最小値の中央値は -0.04 (-0.61 ~ -0.19) であった。ターボリン担架とバックボードによる搬送では、それぞれ -1.00 (-1.42 ~ -0.61)、-1.27 (-2.09 ~ -0.58) と有意に高かった ( $p < 0.01$ )。一方、エアーストレッチャーによるスライド搬送では -0.53 (-0.81 ~ -0.30) となり、有意差は認められなかった ( $p = 0.49$ )。



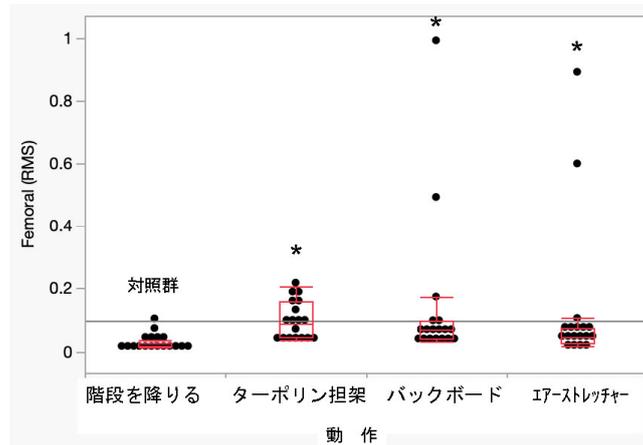
アスタリスク (\*) は、「階段を降りる」を対照とした場合の  $p < 0.01$  を示す。 $p$ 値は Dunnett の多重比較検定により算出した。

図 8. 腰部にかかる筋電位の最小値比較

### 4.3. 大腿部にかかる筋電位

#### 4.3.1. 実効値

図 9 に示すとおり、何も持たずに階段を降りた場合の大腿部筋電位実効値の中央値は 0.02 (0.02~0.03)であった。ターポリン担架およびバックボードでは、それぞれ 0.09 (0.05~0.16)、0.07 (0.04~0.10)と有意に高かった( $p < 0.01$ )。また、エアーストレッチャーでも 0.04 (0.02~0.07)となり、有意に増加した( $p < 0.01$ )。

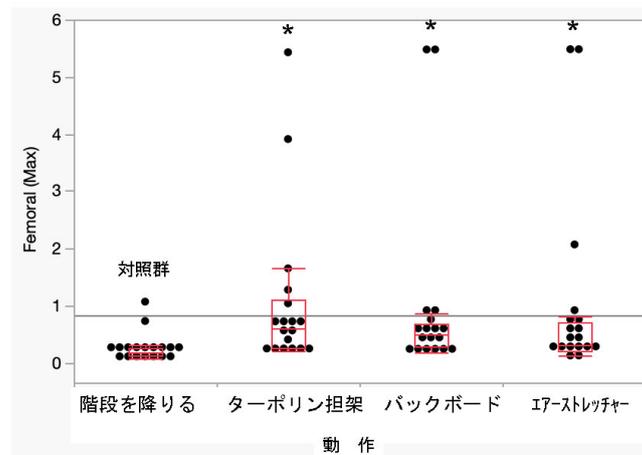


アスタリスク (\*) は、「階段を下りる」を対照とした場合の  $p < 0.01$  を示す。 $p$ 値は Dunnett の多重比較検定により算出した。

図 9. 大腿部にかかる筋電位の実効値比較

#### 4.3.2. 最大値

図 10 に示すとおり、何も持たずに階段を下りた場合の大腿部筋電位最大値の中央値は 0.17 (0.11~0.25)であった。ターポリン担架およびバックボードでは、それぞれ 0.59 (0.25~1.09)、0.48 (0.28~0.67)と有意に高く ( $p < 0.01$ )、エアーストレッチャーでも 0.32 (0.19~0.70)と有意差が認められた ( $p = 0.04$ )。

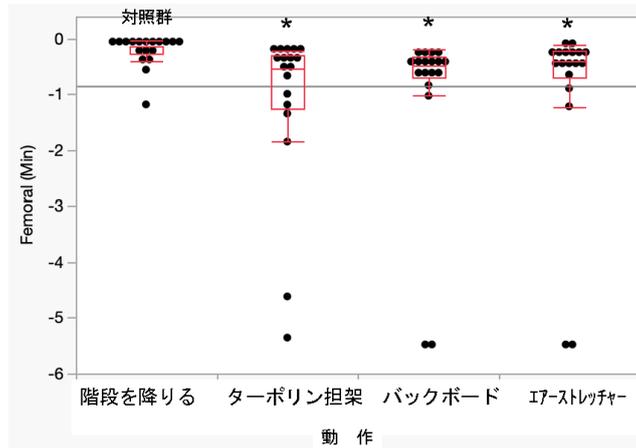


アスタリスク (\*) は、「階段を下りる」を対照とした場合の  $p < 0.01$  を示す。 $p$ 値は Dunnett の多重比較検定により算出した。

図 10. 大腿部にかかる筋電位の最大値比較

### 4.3.3. 最小値

図 11 に示すとおり、何も持たずに階段を降りた場合の大腿部筋電位最小値の中央値は-0.15(-0.26 ~ -0.14)であった。ターポリン担架およびバックボードでは、それぞれ-0.55(-1.26 ~ -0.31)、-0.49(-0.69 ~ -0.25)と有意に増加し( $p < 0.01$ )、エアーストレッチャーでも-0.40(-0.71 ~ -0.22)と有意差が認められた( $p < 0.01$ )。



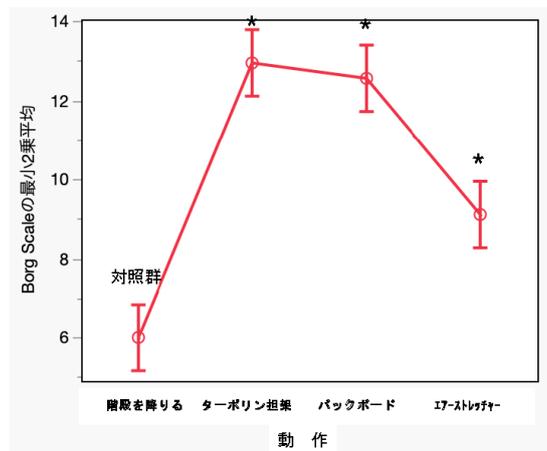
アスタリスク (\*) は、「階段を降りる」を対照とした場合の  $p < 0.01$  を示す。 $p$ 値は Dunnett の多重比較検定により算出した。

図 11. 大腿部にかかる筋電位の最小値比較

## 4.4. 最小二乗法による多変量解析

### 4.4.1. 主観的運動強度

図 12 に示すとおり、多変量解析の結果、何も持たずに階段を降りた場合の主観的運動強度の推定値は 6.0(95%信頼区間:5.2~6.8)であった。これに対し、ターポリン担架およびバックボードを用いた搬送では、それぞれ 12.9(12.1~13.8)、12.6(11.7~13.4)と有意に高く( $p < 0.01$ )、エアーストレッチャーでも 9.1(8.3~9.9)と有意な増加が確認された( $p < 0.01$ )。

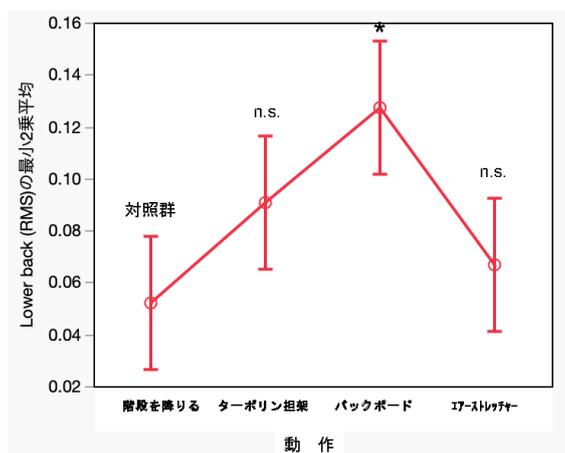


アスタリスク (\*) は、「階段を降りる」を対照とした場合の  $p < 0.01$  を示す。 $p$ 値は Dunnett の多重比較検定により算出した。

図 12. 最小二乗法によるボルグスケールの推定値比較

#### 4.4.2. 腰部にかかる筋電位(実効値)

図 13 に示すとおり、多変量解析の結果、何も持たずに階段を降りた場合の腰部筋電位の推定値は 0.05 (95%信頼区間:0.03~0.08)であった。バックボードを用いた搬送では 0.13 (0.10~0.15)と有意に高く( $p < 0.01$ )だったが、ターポリン担架(0.09、 $p = 0.09$ )およびエアーストレッチャー(0.07、 $p = 0.76$ )では有意差は認められなかった。



アスタリスク (\*) は、「階段を降りる」を対照とした場合の  $p < 0.01$  を示す。  
n.s.は Dunnett の多重比較検定により算出した。

図 13. 最小二乗法による腰部にかかる推定実効値の比較

#### 4.4.3. 大腿部にかかる筋電位(実効値)

図 14 に示すとおり、多変量解析の結果、何も持たずに階段を降りた場合の大腿部筋電位の推定値は 0.03 (95%信頼区間:-0.05~0.11)であった。ターポリン担架(0.10、 $p = 0.48$ )、バックボード(0.14、 $p = 0.12$ )、エアーストレッチャー(0.12、 $p = 0.22$ )のいずれにおいても有意差は認められなかった。

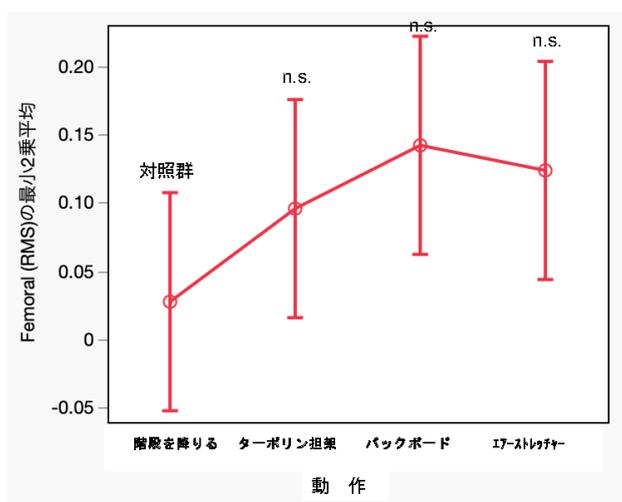


図 14. 最小二乗法による大腿部にかかる推定実効値の比較

#### 4.5. 基準値「階段を降りる」動作に対する比較

表4では、「階段を降りる」動作を基準として、異なる搬送方法(ターポリン担架、バックボード、エアーストレッチャー)における主観的運動強度、腰部筋電位(実効値)、および大腿部筋電位(実効値)を比較し、それぞれの基準値に対する倍率を示している。

ターポリン担架とバックボードの使用時に最も高い負荷が発生し、特に筋電位の増加が顕著だった。エアーストレッチャーは、他の担架と比較して相対的に低い負荷で搬送が可能であることが示唆された。Dunnettの多重比較検定により、「階段を降りる」と比較した場合の有意差( $p < 0.01$ )が確認された。この結果は、救急隊員の身体的負担を軽減するための適切な搬送機器の選定に寄与する可能性がある。特に、エアーストレッチャーの導入が搬送時の負荷低減に有効である可能性が示唆された。

表4. 基準値に対する身体負荷

指標	解析手法	階段を降りる	ターポリン担架	バックボード	エアーストレッチャー
		基準値	値 (基準に対する倍率)		
主観的運動強度	単変量解析 (中央値)	6.0	12.5 (2.1倍)*	12.5 (2.1倍)*	9.0 (1.5倍)*
	多変量解析 (推定値)	6.0	12.9 (2.2倍)*	12.6 (2.1倍)*	9.1 (1.5倍)*
腰部筋電位 (実効値)	単変量解析 (中央値)	0.04 m/s	0.06 m/s (1.5倍)*	0.11 m/s (2.8倍)*	0.05 m/s (1.3倍)
	多変量解析 (推定値)	0.05 m/s	0.09 m/s (1.8倍)	0.13 m/s (2.6倍)*	0.07 m/s (1.4倍)
大腿部筋電位 (実効値)	単変量解析 (中央値)	0.02 m/s	0.09 m/s (4.5倍)*	0.07 m/s (3.5倍)*	0.04 m/s (2.0倍)*
	多変量解析 (推定値)	0.03 m/s	0.10 m/s (3.3倍)	0.14 m/s (4.7倍)	0.12 m/s (4.0倍)

アスタリスク(\*)は、「階段を降りる」を対照とした場合の $p < 0.01$ を示す。  
 †値は Dunnett の多重比較検定により算出した。

##### 4.5.1. 主観的運動強度

ターポリン担架とバックボードでは、主観的運動強度が2.1~2.2倍に増加し、有意差が認められた( $p < 0.01$ )。エアーストレッチャーでは1.5倍の増加が見られたが、ターポリン担架やバックボードと比べて負荷が低い傾向にあった。

##### 4.5.2. 腰部筋電位(実効値)

ターポリン担架およびバックボードでは、腰部筋電位がそれぞれ1.5~2.8倍に増加し、有意差が認められた( $p < 0.01$ )。エアーストレッチャーでは1.3~1.4倍の増加にとどまり、他の担架と比べて負荷が低いことが示唆された。

##### 4.5.3. 大腿部筋電位(実効値)

ターポリン担架とバックボードでは、大腿部筋電位が3.5~4.7倍に増加し、特にターポリン担架で4.5倍の増加が認められた( $p < 0.01$ )。エアーストレッチャーでも2.0~4.0倍の増加が見られたが、ターポリン担架やバックボードよりはやや負荷が低い傾向があった。

## 5. 考察

本研究の結果から、まず主観的運動強度について言及すると、階段を何も持たずに降りる場合と比較して、いずれの搬送方法でも主観的な負担が大きくなることが明らかとなった。特にターポリン担架やバックボードを使用した場合には、ボルグスケールの値が 12 以上に達し、有意に高い運動強度が認められた。一方、エアーストレッチャーを用いたスライド搬送でも運動強度は増加したものの、他の搬送方法と比較するとやや低い値を示した。このことから、搬送作業自体が負担の大きい動作であることに加え、エアーストレッチャーが他の方法と比べて比較的負担が軽減される可能性が示唆される。

次に、腰部にかかる筋電位の変化を考察すると、ターポリン担架およびバックボードを用いた搬送では、実効値・最大値・最小値のすべての指標において、何も持たずに階段を降りる場合と比較して有意に高い負荷が認められた。特にバックボードの使用時には、その負担が顕著であり、多変量解析においても統計的に有意な増加が確認された。一方、エアーストレッチャーを用いたスライド搬送では、単変量解析の結果においても有意な差が認められず、多変量解析においても腰部への負担増加は明確には示されなかった。このことから、腰部への負担軽減という観点からは、エアーストレッチャーが他の方法よりも有利である可能性が高い。

また、大腿部にかかる筋活動の変化については、ターポリン担架、バックボード、エアーストレッチャーのいずれの方法においても、単変量解析の結果では階段を何も持たずに降りる場合と比較して有意に高い筋活動が認められた。しかし、多変量解析の結果では、いずれの搬送方法においても統計学的に有意な差とはならなかった。これは、大腿部の負荷が個人の体格や搬送技術により変動しやすいことを示唆しており、単純な統計的比較だけでは一概に搬送方法間の差を明確にすることが難しいことが考えられる。

これらの結果を総合すると、階段搬送はどの方法であっても主観的負担が大きくなることが明らかであり、特に腰部への負担という観点では、バックボードの使用が最も負担を増大させることが示された。一方で、エアーストレッチャーを用いたスライド搬送では、腰部への負担増加が抑えられる傾向にあり、比較的 안전한搬送方法である可能性がある。しかし、大腿部への負荷に関しては、どの搬送方法においても一定の上昇が認められるため、搬送者の体格や筋力に応じた適切な搬送手順の選択や、技術訓練の重要性が示唆される。したがって、搬送方法の選択においては、搬送者の負担軽減と傷病者の安全性の両方を考慮し、現場の状況に応じた適切な対応が求められると考えられる。

### 5.1. 研究限界

本研究では、救急隊員が一般的に使用する資機材であるターポリン担架やバックボードに加え、エアーストレッチャーを比較対象とした。当初は、人間工学的知見に基づいて開発されたとされるターポリン製のエルゴストレッチャーも比較対象に含める予定であった。しかし、研究期間中に製品の不具合により一時的に販売が中止されたため、対象から除外した。また、これら以外にも多種多様なソフトストレッチャーが存在する。今後の研究では、それらの資機材についても検証を行い、救急振興財団研究事業の一環として報告を予定している。

## 6. 結論

本研究では、異なる搬送資器材を使用した階段搬送時の救急隊員の身体的負担を評価するため、筋電図測定および主観的運動強度評価を実施した。結果として、いずれの搬送方法においても、単に階段を降りる場合と比較して主観的運動強度が有意に増加することが明らかとなった。特

に、バックボードとターポリン担架を用いた持ち上げ搬送では、腰部への筋負荷が顕著に増加し、最も大きな身体的負担が生じることが示された。一方、エアーストレッチャーを用いたスライド搬送では、腰部への負担が比較的抑えられる傾向が認められた。

また、大腿部への負荷に関しては、全ての搬送方法において一定の筋活動の増加が観察されたが、多変量解析の結果では統計学的に有意な差は認められなかった。このことから、搬送者の体格や筋力、搬送技術による個人差が影響する可能性が示唆された。

これらの結果を踏まえると、階段搬送における救急隊員の身体的負担を軽減するためには、エアーストレッチャーのようなスライド搬送可能な資器材の導入が有効である可能性が示された。一方で、大腿部への負荷はどの搬送方法でも増加するため、適切な搬送技術の習得や体カトレーニングの必要性が示唆される。したがって、搬送方法の選択においては、傷病者の状態だけでなく、搬送者の負担軽減を考慮した資器材の活用が求められる。今後は、実際の現場環境における適用可能性の検証や、異なる搬送条件下でのさらなる評価が必要である。

## 第2章 新資機材の導入が救急活動中の有害事象の減少に寄与するかの評価

### 1. 研究の目的

本調査は、電動ストレッチャーの導入が救急活動に与える影響を評価することを目的として、電動ストレッチャーを導入している消防機関の職員を対象にアンケートを実施した。本報告書では、救急隊員の作業負担、傷病者の安全性、ヒヤリハット事例の減少、コストパフォーマンスなどの観点から調査結果を分析し、電動ストレッチャーの有用性について考察する。また、自由記載で得られた電動ストレッチャーの改善点に関する意見も整理し、今後の課題について検討する。

### 2. 調査方法

本アンケートは、電動ストレッチャー(ストライカー社製)を導入している消防機関に勤務し使用経験のある 47 名の救急隊員を対象に実施した。回答者の勤務年数、救急隊員経験年数、電動ストレッチャー使用歴などの基本情報を収集し、ストレッチャーの操作性、安全性、傷病者への影響、救急隊員の負担軽減、ヒヤリハット事例の減少、コストパフォーマンス、総合評価について 10 段階評価または選択式の設定を用いて評価を行った。また、自由記載欄を設け、電動ストレッチャーの改善点についての意見を収集した。

### 3. 調査結果

#### 3.1. アンケート回答者の特徴

回答者の消防吏員としての勤務年数は、6～10 年の層が最も多く(16 名)、次いで 3～5 年(13 名)、11～20 年(9 名)、21 年以上(8 名)、1～2 年(1 名)であった。救急隊員としての経験年数は、3～5 年の層が最多(18 名)であり、6～10 年(10 名)、1～2 年(8 名)、21 年以上(6 名)、11～20 年(5 名)と続いた。性別では男性 44 名、女性 3 名であった。また、電動ストレッチャーの使用歴は、1 年以上が 23 名と最多であり、3 ヶ月未満(9 名)、7 ヶ月～1 年(9 名)、3～6 ヶ月(6 名)と分布していた。

#### 3.2. 傷病者の昇降に関する評価

傷病者の持ち上げ作業の操作性について、電動ストレッチャーの方が容易と回答した割合が非常に高く、中央値は 10(8～10)であった。また、傷病者の持ち上げ作業時の安全性向上についても高評価を示し、中央値は 9(7～10)であった。

#### 3.3. 救急車内での作業に関する評価

電動ストレッチャーの救急車内への収容・降車時の操作性については、中央値 8(5～10)、安全性については中央値 9(6～10)と、従来の手動ストレッチャーと比較して優れた評価が得られた。

#### 3.4. 傷病者への影響

傷病者の持ち上げ時の振動軽減効果については、中央値 9(7～10)、搬送中の傷病者の安全性向上については中央値 8(7～10)であり、電動ストレッチャーが傷病者にとっても優れた影響を与えることが示された。

### 3.5. 救急隊員の負担軽減

身体的負担軽減については、最も高い評価を得ており、中央値 10(5~10)であった。また、精神的負担の軽減についても中央値 8(6~10)と比較的高い評価が得られた。

### 3.6. ヒヤリハット事例の減少

電動ストレッチャーの導入により、ヒヤリハット事例が減少したと回答した割合が高く、「とても減った」(9名)および「少し減った」(19名)を合わせると、約 60%の回答者が事故リスクの軽減を実感していた。一方、「変わらない」と回答した者は 14名、「少し増えた」および「とても増えた」と回答した者は合わせて 5名であった。

### 3.7. コストパフォーマンスと耐久性

電動ストレッチャーの購入・運用コストに見合う効果については、中央値 7(5~10)、耐久性についても中央値 7(5~9)と評価され、一定の効果が認められた。

### 3.8. 総合評価

電動ストレッチャーの総合的な優位性に関する評価では、中央値 8(7~10)であり、手動ストレッチャーよりも優れていると感じる回答者が多かった。

### 3.9. 電動ストレッチャーの改善点

自由記載の回答を整理した結果、以下のような改善要望が寄せられた。

#### (1) 重量の軽減

「重すぎて 1 人での運搬が困難」「自宅内の進入経路が限られる」など、重量の負担が大きいことが指摘された。

#### (2) 操作性の向上

「ストレッチャーの上げ下げに時間がかかる」「ボタンの位置が見にくい」「操作手順が多い」「直感的に操作しにくい」といった意見があり、簡便な操作設計が求められている。

#### (3) 救急車内での柔軟性の向上

「手動ストレッチャーは車内で横に動かせるが、電動ストレッチャーは固定されており血管確保が難しい」との意見が多く、車内での可動域拡大の必要性が示された。

#### (4) 安全対策の強化

「下り坂で電動ストレッチャーを戻す際に、勝手に車内に入ることがあり危険」との指摘があり、安全機能の強化が求められた。

#### (5) メンテナンス・バックアップの充実

「電動ならではの不具合対応が難しい」「故障時のバックアップ保証が必要」といった意見があり、メンテナンス体制の強化が求められている。

## 4. 考察

本調査の結果、電動ストレッチャーは救急活動における操作性、安全性、及び救急隊員の身体的・精神的負担軽減において、手動ストレッチャーと比較して明確な優位性を有していることが示された。特に、傷病者の持ち上げ作業に関する操作性や安全性、救急車内での収容・降車作業時の安全性においては高い評価が得られ、電動ストレッチャーが救急隊員の作業効率向上に寄与していると考えられる。

一方で、自由記載の意見からは、電動ストレッチャー固有の課題も浮き彫りとなった。多くの回答者は、ストレッチャーの重量が重いため1人での運搬が困難であることや、上げ下げに要する時間が長いこと、操作手順が複雑で直感的な使用が難しい点を指摘した。また、車内での柔軟な動作が取れず、特に血管確保の際に手動ストレッチャーのような横方向の調整ができない点が、安全性や臨機応変な対応において問題視された。さらに、下り坂での自動的な車内移動や、操作時にボタン位置が見にくい点、そして不具合発生時の対応やメンテナンス体制の強化についても改善が求められる意見が寄せられた。

これらの結果を総合すると、電動ストレッチャーは、操作性や安全性の面で救急隊員にとって大きなメリットをもたらす一方で、重量や操作の簡便性、車内での柔軟性など、実運用上の課題が依然として残ることが明らかとなった。今後は、これらの改善点に着目し、製品の軽量化、操作性の向上、及び車内での多角的な動作が可能な設計への改良が求められる。また、不具合発生時の迅速な対応や、バックアップ体制の充実も重要な課題である。

総じて、電動ストレッチャーは救急隊員の負担軽減と傷病者の安全確保に寄与する有望なツールであるが、現場での実用性をさらに高めるためには、上記の課題に対する継続的な改善が必要である。これにより、より効率的で安全な救急搬送が実現されることが期待される。

#### 4.1. 研究限界

本研究では、第1章第2節で検討したエアーストレッチャーの導入が救急活動に与える影響についても評価する予定であった。しかし、研究協力機関の消防機関のうち、一部では数年前からすでに導入されており、別の機関では研究期間中に導入が予定されていたものの、実際の導入が次年度以降に延期された。そのため、本研究の期間内では、その効果を検証することができなかった。本研究で検証ができなかった点については、今後の課題として位置づけ、救急振興財団研究事業の一環として報告を予定している。

#### 5. 結論

本調査の結果、電動ストレッチャーは救急隊員の負担軽減や傷病者の安全確保に寄与する一方で、重量や操作性、車内での柔軟性に関する課題があることが示された。今後、これらの課題を改善し、さらなる機能向上を図ることが求められる。

### 第3章 救急医療の現場での実装可能性の検討

本章では、第1章および第2章で得られた実験結果を踏まえ、電動ストレッチャーおよびエアーストレッチャーの救急医療現場における実装可能性について考察する。なお、本研究ではエアーストレッチャーに関するアンケート調査は実施していないため、エアーストレッチャーについては実験結果に基づく評価を中心に論じる。

#### 1. 現場のニーズと背景

救急医療の現場では、狭い住宅環境や階段、救急車内の限られたスペースといった物理的な制約が存在し、従来の手動ストレッチャーを用いた搬送作業が救急隊員に多大な身体的・精神的負担を強いている。特に、搬送時の持ち上げ動作は、救急隊員の腰部や下肢に大きな負荷を与え、長期的な健康被害や現場での事故リスクを高める要因となっている。

本研究では、この負担を軽減するための新資機材として電動ストレッチャー および エアーストレッチャー に着目し、その実装可能性を検討した。電動ストレッチャーは、持ち上げ作業の自動化による救急隊員の負担軽減が期待される。一方、エアーストレッチャーは、床面を滑らせて搬送することで、持ち上げ動作を最小限に抑えることが可能とされている。しかし、エアーストレッチャーの実用性や安全性に関しては、現場での使用経験や評価が十分に蓄積されていないため、今後の課題として位置づけ、救急振興財団研究事業の一環として報告を予定している。

#### 2. 電動ストレッチャーおよびエアーストレッチャーの効果とその意義

##### 2.1 電動ストレッチャーの評価

第1章の実験結果によると、電動ストレッチャーは、特に持ち上げ作業時および救急車内での収容・降車作業において、救急隊員の主観的運動強度を軽減する効果が確認された。腰部にかかる筋負荷も有意に減少し、搬送作業中の救急隊員の負担軽減に貢献する可能性が示唆された。

また、第2章のアンケート調査では、電動ストレッチャーを導入した救急隊員から、以下のような利点が挙げられた。

- 傷病者の持ち上げ作業の負担軽減
- 搬送時の安定性向上
- ヒヤリハット事例の減少
- 救急車内での安全性向上

このことから、電動ストレッチャーは、搬送作業の安全性を向上させ、救急隊員の業務負担を軽減する有望な資機材であると考えられる。

##### 2.2 エアーストレッチャーの評価(実験結果に基づく考察)

エアーストレッチャーについては、アンケート調査は実施していないものの、実験結果から一定の効果が示唆された。特に階段搬送時の評価において、ターポリン担架やバックボードと比較し、腰部への負担が抑えられる傾向が確認された。

これは、エアーストレッチャーが持ち上げ動作を伴わず、滑らせることで搬送を行うため、搬送者の筋負荷が低減されることによると考えられる。したがって、階段搬送や狭隘空間での使用に適している可能性がある。

しかしながら、救急医療の現場での使用実績が少ないため、実際の搬送時における有用性や適応範囲については、さらなる調査が必要である。

### 3. 導入上の課題と改善の必要性

#### 3.1 電動ストレッチャーの課題

電動ストレッチャーに関するアンケート調査から、以下のような課題が指摘された。

- 重量の問題
  - ・ 単独での運搬が困難であり、2名以上での操作が必要な場合がある
  - ・ 狭い住宅内では取り回しが難しい
- 操作性の問題
  - ・ 上げ下げに時間がかかる
  - ・ ボタンの位置が直感的ではなく、操作が難しい
- 救急車内での柔軟性の問題
  - ・ 固定されているため、手動ストレッチャーのような横方向の調整が困難
- 安全対策の問題
  - ・ 下り坂での自動的な移動の制御が不十分
  - ・ 故障時のバックアップ体制が不十分

#### 3.2 エアーストレッチャーの課題(推定される課題)

エアーストレッチャーに関するアンケート調査は実施していないため、実験結果や既存の文献をもとに、以下のような課題が推定される。

- ある程度摩擦があるため、水平面での使用は逆に負荷がかかる可能性がある
  - ・ 傾斜がある環境ではストレッチャーの制御が必要
  - ・ 使用者の習熟度が必要
- 適用範囲の限定
  - ・ 救急車両や救急隊の運用方法によって適用しにくいケースがある
  - ・ すべての搬送場面で有効とは限らない

これらの課題を踏まえ、エアーストレッチャーの適用範囲を明確にし、特定の搬送シーンにおける使用マニュアルの整備が求められる。

### 4. 実装可能性の展望

本研究で検討した電動ストレッチャーおよびエアーストレッチャーの導入可能性について、実験結果と既存の知見を踏まえた考察を行う。

#### 4.1 電動ストレッチャーの導入可能性

電動ストレッチャーは、救急現場における搬送作業の省力化と安全性向上を目的とした資機材であり、実験結果およびアンケート調査からもその有用性が示唆された。特に、傷病者の持ち上げ動作を軽減し、救急隊員の腰部負担を減少させることが確認されている。

しかしながら、重量の問題や狭隘空間での取り回しの課題が指摘されており、現場での運用にあたっては以下の対応策が求められる。

- 救急車両への適応

- ・ 電動ストレッチャーの収納スペース確保と車内での運用性を高めるため、車両の改修や専用固定装置の設計が必要となる。
- 救急隊員のトレーニング
  - ・ 操作手順の統一と、昇降操作の迅速化を図るための定期的な訓練が求められる。
- メンテナンスとバックアップ体制
  - ・ 電動機構の故障時に備え、手動操作モードの活用やバックアップ用ストレッチャーの配備が必要。

これらの課題をクリアすることで、電動ストレッチャーは救急隊員の負担軽減および搬送時の安全性向上に寄与する可能性が高い。

#### 4.2 エアーストレッチャーの導入可能性

エアーストレッチャーは、実験結果からも示されたように、階段や狭隘空間での搬送において救急隊員の負担を軽減する可能性を持つ資機材である。特に、持ち上げ動作を必要としないスライド搬送は、搬送者の筋負荷を低減する効果が期待される。

一方で、本研究ではエアーストレッチャーに関するアンケート調査を実施しておらず、救急現場での実際の運用に関する十分なデータが不足している。そのため、導入に際しては以下の検討が必要である。

- 使用環境の適正評価
  - ・ エアーストレッチャーが有効な場面(例:階段・狭隘空間での搬送)を明確にし、適用可能な搬送ケースを整理する。
- 搬送手順の確立
  - ・ 傷病者の固定方法や、傾斜地での搬送時の安全確保手順を検討し、統一的なマニュアルを作成する。
- 救急隊員の意見収集とフィードバック
  - ・ エアーストレッチャーの試験導入を行い、救急隊員の使用感や改善点を収集し、適用範囲の最適化を図る。

現段階では、エアーストレッチャーの導入が救急現場において有効である可能性が示唆されるが、実際の運用に関するエビデンスが不足しており、さらなる研究が必要である。

### 5. 総括

本研究では、救急隊員および傷病者の負担軽減を目的とした電動ストレッチャーおよびエアーストレッチャーの導入可能性について検討を行った。

電動ストレッチャーについては、実験結果およびアンケート調査から、搬送時の身体的負担軽減や傷病者の安全性向上に寄与する可能性が示された。一方で、重量や取り回し、操作性、メンテナンス面での課題が指摘されており、導入に際しては、救急車両の適応や訓練、バックアップ体制の整備が必要である。

エアーストレッチャーについては、実験結果から階段搬送時の負担軽減が期待されることが示されたが、アンケート調査が実施されておらず、現場での有用性についての検証は今後の課題として残された。今後は、適用可能な搬送ケースの明確化や救急隊員のフィードバックを取り入れた実運用評価を進めることが求められる。

本研究の結果を踏まえ、今後は以下の点を重点的に検討する必要がある。

- 電動ストレッチャーの導入に向けた救急隊員のトレーニングとメンテナンス体制の強化

- エアーストレッチャーの適用範囲を明確にし、実運用に即した試験導入と評価を実施
  - 新資機材の有効性を検証するための継続的な研究と、実際の救急搬送データの収集
- 救急医療の現場における安全性と作業負担軽減を実現するためには、新資機材の導入だけでなく、その運用方法や適用環境を総合的に評価し、救急隊員の視点を反映させた最適な運用体制を構築することが不可欠である。本研究の成果が、今後の救急搬送技術の発展および救急医療の質の向上に寄与することを期待する。

なお、この研究は一般財団法人救急振興財団の「救急に関する調査研究事業助成」を受けて行ったものである。

## 参考文献

1. Brice JH, Studnek JR, Bigham BL, Martin-Gill C, Custalow CB, Hawkins E, Morrison LJ. EMS Provider and Patient Safety during Response and Transport: Proceedings of an Ambulance Safety Conference. *Prehosp Emerg Care*. 2012 Jan-Mar;16(1):3-19.
2. Larouche D, Bellemare M, Prairie J, Hegg-Deloye S, Corbeil P. Overall risk index for patient transfers in total assistance mode executed by emergency medical technician-paramedics in real work situations. *Appl Ergon*. 2019 Jan;74:177-185.
3. Wilk S, Siegl L, Siegl K, Hohenstein C. Misskommunikation als Risikoschwerpunkt in der Patientensicherheit : Arbeitsprozessanalyse in der prähospitalen Notfallversorgung [Miscommunication as a risk focus in patient safety : Work process analysis in prehospital emergency care]. *Anaesthesist*. 2018 Apr;67(4):255-263.
4. FriedenberG R, Kalichman L, Ezra D, Wacht O, Alperovitch-Najenson D. Work-related musculoskeletal disorders and injuries among emergency medical technicians and paramedics: A comprehensive narrative review. *Arch Environ Occup Health*. 2022;77(1):9-17.
5. Vähäkangas P, Nordquist H, Terkamo-Moisio A. Urgent hospital transfers - The experiences and required skills of paramedics. *Int Emerg Nurs*. 2023 Mar;67:101269.
6. Tanninen A, Kouvonen A, Nordquist H. Advanced-level paramedics' support needs for developing and utilising competence. *Int Emerg Nurs*. 2023 Jan;66:101233.
7. Sommerich CM, Lavender SA, Radin Umar RZ, Le P, Mehta J, Ko PL, Farfan R, Dutt M, Park S. A biomechanical and subjective assessment and comparison of three ambulance cot design configurations. *Ergonomics*. 2012;55(11):1350-61.
8. Sommerich CM, Lavender SA, Radin Umar RZ, Li J, Park S, Dutt M. A biomechanical and subjective comparison of two powered ambulance cots. *Ergonomics*. 2015;58(11):1885-96.
9. Lad U, Oomen NMCW, Callaghan JP, Fischer SL. Comparing the biomechanical and psychophysical demands imposed on paramedics when using manual and powered stretchers. *Appl Ergon*. 2018 Jul;70:167-174.
10. Prairie J, Plamondon A, Larouche D, Hegg-Deloye S, Corbeil P. Paramedics' working strategies while loading a stretcher into an ambulance. *Appl Ergon*. 2017 Nov;65:112-122.
11. Broniecki M, Esterman A, May E, Grantham H. Musculoskeletal disorder prevalence and risk factors in ambulance officers. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2010;23(4):165-74.

12. Cooper G, Ghassemieh E. Risk assessment of patient handling with ambulance stretcher systems (ramp/(winch), easi-loader, tail-lift) using biomechanical failure criteria. *Med Eng Phys.* 2007 Sep;29(7):775-87.
13. DeShaw J, Rahmatalla S. Predictive discomfort of supine humans in whole-body vibration and shock environments. *Ergonomics.* 2016 Apr;59(4):568-81.
14. C. Chumchan and K. Tontiwattanakul, "Health risk and ride comfort assessment by ISO2631 of an ambulance," 2019 5th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST), Luang Prabang, Laos, 2019: 1-4.
15. Koichi S, Harumi K, Keiko H. Relation between Transportation Method of Stretcher and Ride Quality. *Ningen-kogaku (ergonomics)*, 2010, 46.1: 23-30. [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jje/46/1/46\\_1\\_23/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jje/46/1/46_1_23/_pdf). (Accessed 18 Aug, 2023, in Japanese)
16. Carchietti E, Cecchi A, Valent F, Rammer R. Flight vibrations and bleeding in helicoptered patients with pelvic fracture. *Air Med J.* 2013 Mar-Apr;32(2):80-3.
17. Goodloe JM, Crowder CJ, Arthur AO, Thomas SH. EMS Stretcher "Misadventures" in a Large, Urban EMS System: A Descriptive Analysis of Contributing Factors and Resultant Injuries. *Emerg Med Int.* 2012;2012:745706.
18. Fratta KA, Levy MJ, Brothers JM, Baer GD, Scharf B. Occupational Injury Claims Related to Patient Lifting and Moving in a Safety-Oriented Emergency Medical Services Agency. *Cureus.* 2020 Sep 12;12(9):e10404.
19. Yutaka T, Megumi H, Tetsuhiro A. Analysis of adverse events in the prehospital field activities: A quantitative study using secondary research methods. *Journal of Japanese Society for Emergency Medicine.* 2021; 24 (4): 569–577. <https://doi.org/10.11240/jsem.24.569>.
20. Armstrong DP, Ferron R, Taylor C, McLeod B, Fletcher S, MacPhee RS, Fischer SL. Implementing powered stretcher and load systems was a cost effective intervention to reduce the incidence rates of stretcher related injuries in a paramedic service. *Appl Ergon.* 2017 Jul;62:34-42.

付録写真1. 対象ストレッチャー



Power PRO™XT



エクステンジ



スカッドメイト



Matsunaga GT

付録表 1. アンケート用紙

番号( )		年齢( 歳)		性別( 男・女 )		身長( )cm				
実験種目 ( 電動持ち上げ下げ 手動持ち上げ下げ 電動収納降車 手動収納降車)										
脈拍数		Before( )回/分			After( )回/分					
快適(大)		very	moderate	little	none	little	moderate	very	不快(大)	
		-3	-2	-1	0	1	2	3		
1	気持ちの良い									気持ちの悪い
2	安心感のある									不安感のある
3	好き									嫌い
4	滑らか									荒い
5	リラックスできる									緊張する
6	楽な									辛い
7	遅い									速い
8	目眩のしない									目眩のする
9	使ってほしい									使ってほしくない
10	吐き気を催さない									吐き気を催す
11	安定している									不安定な
12	振り回されない									振り回される
13	良い									悪い
14	目が回らない									目が回る
15	軽い									重い
16	安らぐ									イライラする
17	軽快な									重々しい
18	弱々しい									力強い
19	柔らかい									硬い
20	人間的									機械的
21	快適									不快
22	気分が良い									気分が悪い
23	新鮮な									古臭い
24	飽きない									退屈な
25	喉が潤う									喉が渇く
26	あいまいな									はっきりした
27	酔いの回復する									酔いそうな
28	優しい									怖い
29	安全な									危険な
30	疲れない									疲れる
31	痛くない									痛い
32	貧血									うっ血
33	眠くなる									目が覚める
34	頭側に動く									尾側に動く
35	もっと乗っていたい									早く降りたい
36	上下に振られない									上下に振られる
37	左右に振られない									左右に振られる

