

(様式4)

## 学位論文の内容の要旨

佐藤 友信 印

(学位論文のタイトル)

Cardiorespiratory dynamics of rescuers during cardiopulmonary resuscitation in a hypoxic environment

(低酸素環境下での心肺蘇生における救助者の心肺動態)

(学位論文の要旨) 2,000字程度、A4判

**【背景】**

近年、循環器の持病を持つ方の登山が増えている。心肺停止の際は即座のCPR (Cardiopulmonary Resuscitation)が必要であるが、CPRは平地でも重労働であり、高地ではなおさら重労働である。我々は以前、富士山で登山者のCPRを経験した。高地でのCPRは救助者にとって非常に重労働であった。

胸骨圧迫のみのCPRは従来のCPRに比べ覚えやすく一般市民にとってやりやすい一方、より疲れやすいという指摘もある。西山らは、胸骨圧迫のみのCPRは、疲れによってより早期に適切な圧迫深度が保てなくなると報告した。我々は、人工呼吸の際、傷病者に息を吹き込む前に大きく吸気すること、また、傷病者の気道や肺に抵抗して息を吹き込むことが救助者の呼吸生理に有利に働くと考え、高地でのCPRにおいて、人工呼吸を行った方が救助者の酸素飽和度が良好に保てるとの仮説を立てた。

**【方法】**

実験は、標高3700m相当(630-640hPa)に減圧したチャンバー内で行った。胸骨圧迫のみCPRと従来のCPRが被験者の酸素飽和度に及ぼす影響を比較するため、それぞれの方式のCPRをチャンバーの中と外で行った。すべての被験者は、胸骨圧迫のみCPRと従来のCPRをそれぞれ2分ずつ、2回繰り返し、全4サイクル8分のCPRを低圧チャンバーの中と外で同様に行った。

CPRは、AHA2015ガイドラインに沿って小型CPRトレーナーを用いて行った。胸骨圧迫のスピードは100回/分になるように電子メトロノームを用いた。胸骨圧迫の強度は、バルーンの圧が30-50cmH<sub>2</sub>Oになるように、人工呼吸は人形の肺が十分にふくらむように指示した。胸骨圧迫と換気の回数は、30:2で行った。測定には動きに強いRadical 7可搬形オキシメーターを用いた。プローベは指に装着し、心拍数と酸素飽和度を15秒ごとに測定した。

主観的な運動強度を比較するため、ボルグスケールスコアをCPR後に記録した。大きなスコアほど、運動強度が強いと示す。

**【結果】**

心拍数をCPR開始前と比較すると、チャンバーの中と外の両方で有意に上昇した。心

拍数をチャンバーの中と外の同じ経過時間で比較すると、CPR開始前と開始4分後においてチャンバー内で有意に高かった。酸素飽和度をCPR開始前と比較すると、チャンバー内では、胸骨圧迫のみCPRの後に有意に低下したが、従来のCPRでは有意差がなかった。チャンバー外では酸素飽和度に変化はなかった。酸素飽和度をチャンバーの中と外の同じ経過時間で比較すると、チャンバー内が常に有意に低かった。それぞれの被験者のチャンバー内での酸素飽和度について、胸骨圧迫のみCPR中の最低酸素飽和度が、従来のCPR中の最低値より有意に低かった。

8分間のCPRを行った後のボルグスケールスコアは、チャンバー内のものがチャンバー外よりも有意に高かった。

#### 【考察】

本研究では、低圧環境下でのCPRが身体に大きな影響を与えることが分かった。特に、胸骨圧迫のみのCPRは救助者の酸素化を悪化させるように思われた。

今回の低圧性低酸素チャンバーの実験では、人工呼吸を伴わないCPRの最中に著大な酸素飽和度の低下(50%以下)を認めた。また、人工呼吸を伴うCPRの後に測定された酸素飽和度に有意な変化を認めなかったのに対し、胸骨圧迫のみのCPR後に測定された酸素飽和度は有意に低下した。さらに、胸骨圧迫のみのCPR中に測定された最低の酸素飽和度は、人工呼吸を伴うCPR中の最低値よりも有意に低かった。これらの結果は、高所では胸骨圧迫のみのCPRに比べ、人工呼吸を伴うCPRは救助者の酸素化を改善するという我々の仮説に矛盾しない。

心拍数についても、チャンバーの中と外でCPR後に大きな上昇を認めた。これは、CPRに伴う酸素需要の増加を反映すると考えられる。チャンバー内で酸素飽和度が低下したことを考慮すると、臓器への酸素供給は大きく低下したはずである。

CPRは身体に大きなストレスを与えると同時に、疲労感にも影響する。チャンバー内でのボルグスケールスコアは、より大きかった。最新のガイドラインでは、胸骨圧迫する担当者は、疲労とそれによるCPRの質の低下を避けるため、頻回（2分ごと）に交代することを推奨している。西山らによれば、胸骨圧迫のみのCPRの場合、質の低下を避けるため1分ごとの交代を推奨している。病院外の、高所でのCPRは限られた人員で行う必要がある。そのような状況で、推奨通りCPRを行うことは難しい。CPRですぐに疲労する高所では、人工呼吸を伴うCPRが救助者への負担を軽減するために好ましいかもしれない。

#### 【結論】

我々は低圧環境下でのCPRについて、呼吸のありなしで心肺系に与える影響を比較した。CPRの動作は被験者の身体に著大な影響を与えた。高所での胸骨圧迫のみのCPRは、救助者の酸素化を低下させる恐れがあり、人工呼吸を伴うCPRでは低下を防げるかもしれない。