

審査の結果の要旨

氏名 内藤 玲

喉頭の機能の内、発声、嚥下、気道の保護等の機能については多数の研究が存在する。しかし、喉頭と上肢の関係、すなわちエアトラッピングと呼ばれる機能については、未だにその詳細については明らかでない。本研究は、体動中においても喉頭を観察できるシステムを開発し、運動中の喉頭の観察を行い、エアトラッピングについての洞察を得ることを目的としたものであり、下記の結果を得ている。

- 1) 運動中の喉頭を観察できるシステムの開発を行った。アサヒペンタックスのFNL13型喉頭ファイバースコープを元に、ライトガイドが延長され、基台が装着された。これをオートバイ用のヘルメットに固定し、小型軽量の単板カラーCCDカメラ、日立CN401をファイバースコープに装着した。この喉頭映像および、外部運動映像、さらに双方の合成映像の3つの画像を、3台のS-VHSビデオレコーダーにて記録した。画像には、データの同期が可能なように、ビデオシンクロナイザーによる信号も挿入された。実験時には、被検者にヘルメットが装着され、ファイバースコープが経鼻的に挿入された。被検者の3名の男性の安静、頸部運動、歩行、上肢運動、鞍馬、鉄棒（前方回転、後方回転）安静時での観察では、吸気、呼気、および発声での喉頭の観察が常時可能であった。頸部の左右の動きにおいても喉頭は観察可能であった。さらに、歩行時、上肢の動きでも、観察に特別な問題はなかった。このため、システムの耐久性を試すために、鞍馬、鉄棒中の喉頭の観察を試みた。鉄棒回転中の喉頭の観察も可能であった。ファイバースコープ挿入後、2時間程度の観察が行われたが、予想された被検者の違和感等もなく、さらに長時間の観察が可能であることが予想された。
- 2) 3名の健康な男性を被検者に、最小、中等、最大の力での、テニス（フォアハンド）、剣道（面打ち）、および懸垂をそれぞれ4回ずつ行った。その結果、剣道、テニスの最大出力時は、3人の被検者全てに喉頭の閉鎖が認められた。最小、中等の力の時には、それぞれの被検者間で差が認められた。剣道最大出力時では、面に接する前に喉頭の閉鎖が認められた。懸垂時には、運動開始時に被検者全てに喉頭閉鎖が認められた。しかし、懸垂途中では、被検者間に差が存在した。このことより、最大の力を出す、あるいは瞬発的な力を出す必要があるときには喉頭が閉鎖し、定常的な力を出す時には喉頭の状態が一定しないことが示された。
- 3) 鉄棒にストレインゲージを装着、被検者12名（19-61歳、男性11名、女

性1名)について鉄棒に加えられる負荷量力を計測した。被検者はファイバースコープ挿入後、鉄棒の下方より上方に向かって最大限の力で鉄棒を押し上げた。喉頭の閉鎖時、および喉頭の開放時の出力が記録された。その結果、全被検者12名のすべての反復ごとに、喉頭開放時より、閉鎖時により多くの出力が認められた。統計的にも、明らかな有意差が認められた。(t検定 <0.0001)以上より、立位の場合、意図的な喉頭開放時より、喉頭閉鎖時の方が上方への押し上げ出力が多いことが確認された。

- 4) 力量計を作成し、男性被検者3名について、坐位での上方よりの上方への押し上げ(動作1)、引き下げ(動作2)の拮抗する状態での喉頭開放、閉鎖時の上肢の出力の差を観察した。筋力の測定には、フォースプレートと引張型ロードセルを用いた。フォースプレートは被検者の座る部位の下に設置し、上方への押し上げの測定に使用した。ロードセルは上方に装着が可能とし、上方からの引き下げに使用した。動作1(上方への押し上げ)においては、被検者1、被検者2共に全ての場合に喉頭閉鎖時の方が喉頭開放時よりも出力が有意に(t検定、 $p < 0.05$)大きい事が観察された。動作2(上方よりの引き下げ)では、喉頭閉鎖時と喉頭開放時の出力は有意差が存在しなかった。体幹部を圧迫する押し上げ時には喉頭閉鎖・開放の差はあり、圧迫しない引き下げ時には差が認められなかった。このことより、体幹部の圧迫時にエアトラッピングの効果が必要な機序の存在が示唆された。文献的に、喉頭閉鎖なしでは、腹圧が20%以上減少すると言われており、腹圧なしでは、30%から50%の椎体負荷の増加が認められるとされている。さらに、椎体の強度の推定論文と喉頭閉鎖なしでの椎体負荷を比較すると、喉頭閉鎖なしでは椎体損傷を起こす値以上となる。以上より、喉頭閉鎖と上肢の出力の機序に関しては、脊椎の保護が関連することが示唆される。

以上、本研究では世界でも初めて、1時間以上、連続的に喉頭が観察可能な装置を作成した。鉄棒後方回転等の激しい運動時の喉頭の観察が可能であった。このような激しい運動時の喉頭を観察可能としたのも、本研究が最初である。装置を応用した臨床応用としては、**Exercise Induced Laryngomalacia (EIL)**、**Emotional Laryngeal Wheezing**等の疾患の病態の解明、診断が考えられる。結果を用いた臨床応用としては、**pushing exercise**(声帯の運動療法)の効率化あげられる。また、本研究においては、1929年以来議論のあった、喉頭閉鎖と上肢の出力の機序の解明に重要な貢献をなすと考えられ、学位の授与に値するものと考えられる。