

NPPV 鼻マスク装着部の皮膚障害発生に関する基礎的研究

二 宮 敬 一*

Biomechanical research on disturbances of circulation caused by NPPV nasal mask

by Keiichi NINOMIYA

本研究では、呼吸障害や緊急事故遭遇患者等で広く利用されるNPPV療法における、基本的ではあるが患者にとっては“優しくない医療”になり得る、顔面での皮膚損傷や褥瘡防止を扱っている。この種の問題は、患者にとっては無意識のうちに、或いは全面的な信頼の下で受ける医療行為中の受傷であり、医療に対する患者の不信感を増大させる一因になり得ることから、鼻マスク使用による皮膚損傷や褥瘡防止に資する重要且つ基礎的研究の一環として本論文を位置づけている。現在国内で市販している鼻マスクの多くは、欧米人の顔形状に基づいて開発された海外製、あるいはそれを規範とした製品が多く用いられている。したがって、日本人を含む東洋人の顔形状を考慮して最適化した鼻マスクの実用化が望まれているものの、最適鼻マスク形状を決定する手法に関する研究は見当たらず、未だ汎用性を有する解決方法について、提案されていない。

本論文の構成は、第1章から第6章で構成されている。以下に本論文の内容について述べる。

第1章「緒論」では、本研究の背景として慢性呼吸不全に関する社会的状況および治療法の一つである人工呼吸療法の課題について述べている。一方で、研究の意義として他製品における身体形状を考慮した製品設計に関する研究事例を総括した後、本論文の目的と構成を述べている。

第2章「研究分野の概要」では、医療応用に関わる基礎知識として呼吸不全の原因疾患であるCOPD

やSASについて症状とその治療法について述べ、それらの治療法の一つとして適用されるNPPV療法について使用される機器とインターフェイスの概略を明示する。更には、鼻マスク適用時に生ずる循環障害や褥瘡の発生メカニズムと治療法等についてを述べている。他方、工学的関係部分として、顔の個人対応モデルを作成するために必要な3次元形態計測で利用する超音波技術やゴニオメータについて詳述し、写像変形としてFree Form Deformation法の基礎知識についても明示している。

第3章「鼻マスク装着時での実験的検討」では、鼻マスク装着時における上下ストラップ張力と装着部位に作用する接触圧力の関係を明らかにするために、感圧導電ゴムセンサを用いて測定を行った。荷重条件は、①上下ストラップ張力が等しい変化した場合、②上部ストラップの荷重を一定とし、下部ストラップの荷重が変化した場合、についてそれぞれ検討した。その結果、①においては、いずれのストラップ荷重値の変化においても接触圧力は額部における値が最も大きく、一方で鼻根部ならびに人中様が小さく作用することわかった。一方、②は下部ストラップ荷重の増加は、主に左右頬部における接触圧力に影響を及ぼし、下部ストラップに最も近い人中領域においては変化が他の部位と比較して小さいことがわかった。実験で得られた結果は、実際の医療現場におけるストラップ張力に関する指導と同様の傾向を示したことから、上部ストラップに対する

*新潟大学大学院自然科学研究科

現在 新潟職業能力開発短期大学校

[新潟大学博士(工学) 平成21年9月24日授与]

荷重を2.4N, 下部ストラップに対する荷重を2.2Nである場合を解析に用いる標準荷重として決定した。

さらに, 外圧と血流速度の関係を明確にするため超音波血流計を用いて実験を行った。その結果, 約3.8kPa (100g) の圧迫時に, 圧迫により血管の断面積が減少したため血流速度が増加し, その後, 約5.8kPa (150g) の圧迫で血流速度が正常時の約20%に減少し, 約15.4kPa (400g) で血流速度が完全に阻害することを示した。

第4章「顔面のモデリングと力学的解析」では, 人体断面画像に基づいて作製した標準顔FEモデルを用いて鼻マスクを装着した際の周辺部を含めた領域の応力状態を有限要素法により求めている。これによって, 鼻マスク装着部および周辺領域での接触圧力分布は先行研究における実測例と定性的に一致すること, 同一の被験者によるパーソナル顔FEモデルと実測結果はほぼ定性的かつ定量的に一致することを共に確認し, 本解析手法の妥当性を検証している。更には, レーザによる顔面形状計測および超音

波による脂肪や筋等の軟部組織の厚さ計測で得られたデータと共に標準顔FEモデルにFFD法を適用してカスタムメイド顔FEモデルを決定する方法について述べた後, 鼻マスク装着部の軟組織内部での応力状態も容易に解析可能であること等を示している。

第5章「結論」では, 本論文で得られた結果に基づいて, 筋等の軟部組織で褥瘡が生ずる等, 幾つかの重要な結論を述べると共に今後の展望についても示している。

謝辞: 本研究の遂行ならびに学位論文の執筆に当たり, 主指導教官である原利昭教授に御指導, 御鞭撻を賜りました。また, 数値計算や実験等では, 地域共同研究センター尾田雅文教授, 大学院生の吉田祐介さん, 半田俊弘さん(現キャノンイメージングシステムズ(株))にご支援を賜りました。ここに深く感謝を申し上げます。