

氏 名（本籍） や え かしわ まさ ひろ
八 重 柏 政 宏

学位の種類 博 士 （ 医 学 ）

学位記番号 医 第 2 4 1 3 号

学位授与年月日 平 成 4 年 2 月 26 日

学位授与の条件 学位規則第4条第2項該当

最 終 学 歴 昭 和 60 年 3 月 26 日
東北大学医学部医学科卒業

学位論文題目 食道チューブ送気法による換気力学的諸量の検
討及び食道内圧圧勾配の測定

（主 査）

論文審査委員 教授 本 宮 雅 吉 教授 瀧 島 任

教授 佐々木 英 忠

論文内容要旨

【はじめに】

胸腔内圧には重力方向の圧勾配があるため、肺の換気力学的特性を、数量化して検討するためには胸腔内圧の圧勾配を知ることは重要である。胸腔内圧測定は、食道内圧で代用する方法が行われており、食道バルーン法がほぼ確立された方法になっているが、使用されるバルーンとチューブが被験者に強い不快感を与え測定困難な場合もある。また圧の測定位置はバルーン上部とされているが、条件によっては変わり得る。これらを改善するため、バルーンを使用せず、微量の空気を送入しながら食道内圧を測定する方法（食道チューブ送気法）が開発され、その有用性が報告されている。

本研究では、食道チューブ送気法により食道内圧圧勾配を求め、同時に換気力学的諸量を計測し、検討を加えた。

【対象及び方法】

対象は健康男子12名。食道内圧測定は、食道チューブ送気法にて行った。食道チューブとしてフレキシブルで細く、しかも圧の伝達に支障を来さない小児用栄養チューブを用いた。圧測定には、圧トランスデューサーを、肺容積変化は、ニューモタコメーターを使用し気流速度を積分し肺容積変化を求め、ADコンバーターとコンピューターを介しサンプリングし計算した。

被験者を坐位とし、食道内6～8点において2cm間隔で、食道内圧、Dynamic Compliance (C_{dyn})、肺粘性抵抗 (R)、粘性呼吸仕事量 (W) の測定を行い、食道内圧圧勾配を求め、各位置における換気力学的諸量の値に差が認められるかどうか検討した。Colebatchらの回帰式による深さを0点とした。測定は安静呼吸の状態で行った。

食道チューブ先端まで心臓カテテル用のガイドワイヤーを挿入し、X-Pによりチューブ先端の位置を確認し、また先端から気管分岐部までの距離を計算した。

最後にColebatchらの式による食道内位置の前後でBaydurらによる閉塞試験を行い、食道内圧を胸腔内圧に代用するに際し最も適切な食道内圧測定位置を求めた。

【結 果】

全被験者にて食道内圧は上部に向かってより陰圧になる勾配を示し、有意な回帰直線が求められ、直線的な食道内圧圧勾配が認められた。縦方向の胸腔内圧の圧勾配は、平均 0.35 ± 0.12 cm H₂O/cmであった。被験者1及び3において0点付近で縦方向に圧のシフトが認められた。食

道内各位置における C_{dyn} , R , W のそれぞれの平均値と、0点におけるそれぞれの平均値との間に有意差は認めなかった。0点における平均値はそれぞれ $0.253 \pm 0.077 \text{ L/cmH}_2\text{O}$, $1.66 \pm 0.91 \text{ cmH}_2\text{O/L/sec}$, $0.19 \pm 0.09 \text{ kg} \cdot \text{m/min}$ であった。 C_{dyn} , R , W の値はそれぞれ既報告値とおおむね一致していた。

気管分岐部から0点までの距離は平均 $6.3 \pm 0.8 \text{ cm}$ であった。

各被験者において、閉塞試験にて得られた食道チューブ先端の最適位置と、Colebatch の式より得た値との間に大きな違いは認められなかった。

【考 察】

胸腔内圧に圧勾配が存在するため、測定位置が異なった場合、肺の静的圧量曲線に対する数式的な解析が行われても、曲線の形状に関する解析値は変わらないが、圧勾配分だけ圧量曲線が平行移動し、肺気量に関する解析値は変化し、そのため研究者によって、肺気量に関する解析の結果に相違がみられる。胸腔内圧の圧勾配を知れば、測定点が変わっても解析値の補正が可能となる。

食道内圧圧勾配の原因としては肺の密度が主に関与するが、心臓を含めた縦隔が大きな影響を与えている。縦隔、肺の密度を考慮すると、本研究によって得られた食道内圧圧勾配 $0.35 \text{ cm H}_2\text{O/cm}$ は妥当な値であると言えよう。

食道内圧の圧勾配に関しては、さまざまな報告があり、必ずしも一致していない。その原因として縦隔の影響、食道バルーン法による測定位置の誤差が考えられた。食道チューブ送気法では、理論上測定位置の誤差は生じ得ず、測定位置による圧勾配のずれは無いと考えられる。

本研究では Colebatch らによる身長による回帰式から得られた食道内の位置を原点とし、その上下の食道内位置で換気力学的諸量を計測し、位置の違いによる変化があるかどうか検討した。Dynamic Compliance, 肺粘性抵抗, 粘性呼吸仕事量は食道内各位置の間で有意の違いを示さなかった。これらの結果から、食道内圧測定位置は、ある一定の範囲においては換気力学的諸量の測定に対し影響を与えないと言える。

しかしながら、食道内圧に圧勾配があること、また病的肺においては局所の換気不均等が存在し得ることなどから、実際の食道内圧の測定においては、Colebatch らの回帰式によっておおよその測定位置を決め、閉塞試験で適切な食道内圧測定位置であることを確認するのが最適と言えよう。

審査結果の要旨

本論文は、食道内圧測定法として新しい方法である食道チューブ送気法により、食道内における異なった位置において食道内圧を求め食道内圧の圧勾配を計測している。かつ食道内各位置において Dynamic Compliance, 肺粘性抵抗, 粘性呼吸仕事量を求め食道内圧測定位置の違いによってこれら換気力学的諸量に差が認められるかどうか検討を加えている。

食道チューブ送気法の従来行われてきた食道バルーン法に比較して有利な点は、圧の測定点が明確であることである。バルーン法において得られる食道内圧は、諸家の報告によるとバルーン上部の圧を反映するとされている。しかしバルーンの長軸方向に圧の不均一が存在すると、最も陰圧を示す部位に空気が集まりその位置の圧を示すこととなり、測定位置に誤差を生じる可能性がある。それに対し食道チューブ送気法において得られる食道内圧はチューブ先端の圧であり、測定点が明らかである。また、食道バルーン法においてはラテックス製のバルーンそのもの、またはバルーンとポリエチレンチューブの接着部、チューブの硬さが被験者に不快感を与え測定困難になることがあるが、食道チューブ送気法においては小児用栄養チューブを使用しておりこのような測定困難を生じることは無い。本論文ではこうした従来の食道バルーン法より優れた特徴を持つ食道チューブ送気法によって食道内圧の測定が行われており、特に胸腔内圧の圧勾配の測定に関しては、食道バルーン法による測定より信頼性が高いと言える。

各論的な検討を加えると、方法論的には食道内圧の測定位置は適切な方法により（チューブ内にガイドワイヤーを挿入し、レントゲンにより先端位置を確認）求めており、換気力学的諸量（ C_{dyn} , 肺粘性抵抗, 粘性呼吸仕事量）の計測法も適切な方法であると言える。得られた計測値が既報告値と一致していることも計測法の適切さを証明している。また、予測式によって得られた食道内位置における換気力学的諸量と、食道内各位置における換気力学的諸量との比較において、差が認められなかったことは、これらの換気力学的諸量がある特定の食道内位置ばかりではなく、食道内のかなり広い範囲の食道内位置において計測し得ることを示唆し興味深い結論である。食道内圧の圧勾配に関しては、既報告値間にばらつきがあり、本論文の値が妥当なものであるかどうか一概に評価できない。しかしながら、既報告値のうち妥当性の高いと考えられるものにおおむね一致していること、また既報告値間にばらつきがでた原因を十分に考察検討し、その上で本論文の報告値の妥当性を検討しており本論文の値が妥当である根拠は十分示されている。

予備審査で指摘された項目に関しては、訂正または新たな検討がなされている。

上述したことより、本論文は学位に値すると結論する。