

在宅療法でQOLの向上を目指す「簡便な呼吸計測システム」

キーワード： 在宅医療 QOL向上 呼吸出力 三軸加速度 肺コンプライアンス

健康医療学部臨床工学科 特任教授 深澤伸慈

URL:<https://www.kait.jp/research/navi/fukazawa.html>



● 研究の背景とこれまでの課題

呼吸器疾患の検査方法は、肺機能検査、X線CTやシンチグラムの画像診断(SPECT)など方法があるが、設備の整った特定の医療施設での検査に限られる。また、肺機能検査では大きく息を吸ったり、一気に吐き出したりと呼吸器疾患患者にとっては負担が大きい検査となっている。慢性閉塞性肺疾患(COPD)や肺気腫患者には、医療施設で呼吸法訓練、運動療法、感染予防、酸素療法などの包括的呼吸リハビリテーションが行われているが、在宅での治療継続も重要となっている。在宅での継続療法としては、呼吸トレーニング、吸入療法、酸素療法などがあるが、簡便に換気量や呼吸状態を計測する機器は存在していない。

● 研究開発の着眼

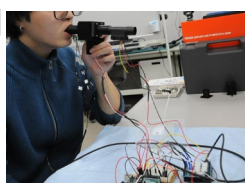
肺の総合的な指標として、呼吸中枢からの吸気出力・肺の動き・肺の膨らみやすさ(コンプライアンス)の3点に着眼して計測することにより、総合的に肺の状態が分かる。呼吸中枢からの吸気出力は口腔内圧閉鎖法(P0.1)により、また、肺コンプライアンスは、吸気継続抵抗の計測でわかる。両者は一体型マウスピースで計測でき、一方で、肺の動きは3軸加速度計を用いた計測値をA/D変換して、タブレットパソコンに表示させる事ができるシステムを構築した。

● 研究成果

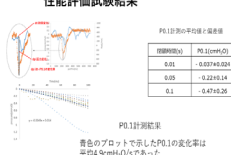
①技術のポイント

- ①口腔内陰圧法(P0.1):口腔内圧は健常者で吸気開始時の口腔内圧閉鎖時間0.1secの値である。試作機では0.5sec $P_{0.1} = -1.33 \pm 0.46$, 0.1sec $P_{0.1} = -0.97 \pm 0.63$, 0.2sec $P_{0.1} = 0.64 \pm 0.84$ となり結果として閉塞時間0.1~0.2秒では-0.1cmH2Oとなりきわめて良い直線性を示した。
- ②肺の動き:テスト肺においてコンプライアンスと加速度に高い相関が見られたことから、平均移動距離の算出を行ない肺機能検査値(換気量)と変位量(移動距離)の比較検討を行い呼吸回数、一回換気量(VT)、肺活量(VC)などを導きだす。
- ③ 最大吸気で500mLシリンジ分を吸引し、500mLに達した時点で吸気を停止し、得られた流量と圧力の変化より、そこから簡易的なコンプライアンスを算出する。

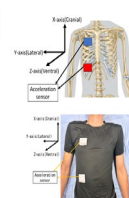
【1】 【2】



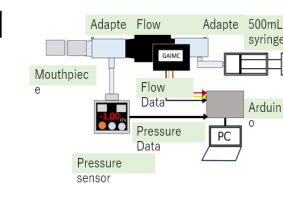
性能評価試験結果



【3】



【4】



②主要な論文・効果特許等

出願中

●想定する連携

①製品開発企業

口腔内陰圧法(P0.1)は、マウスピースに閉鎖弁を装着し、吸気開始時に弁を閉塞して口腔内圧を計測する方法であり、この弁の閉鎖時間は0.1秒〜で作動可能なシステム構築ができる必要がある。

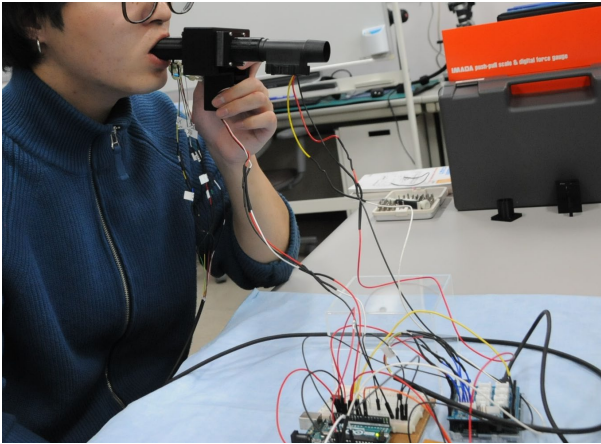
②社会実装に向けた今後の展望

現在在宅において患者に負担をかけることなく非侵襲的に胸部の動き、呼吸中枢出力、コンプライアンスを計測することができる機器はない。本システムは在宅療法におけるCOPDや肺気腫患者の状態把握や患者自身のQOLの向上を可能にすることが期待でき、機器システム開発とリハビリ施設での機能検証・運用を目指す。

これまでの実験状況と結果

【1】 口腔閉鎖内圧法の状況

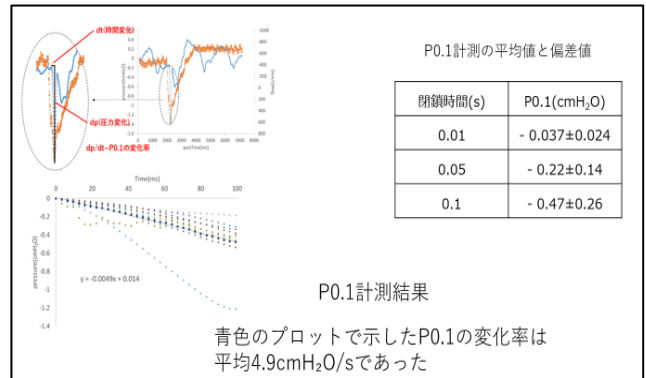
Airway occlusion pressure(P0.1)



マウスピース内に閉鎖弁を装着し、安静換気中吸気開始直後に閉鎖弁が閉鎖し、その時の口腔内圧を計測する方法である。

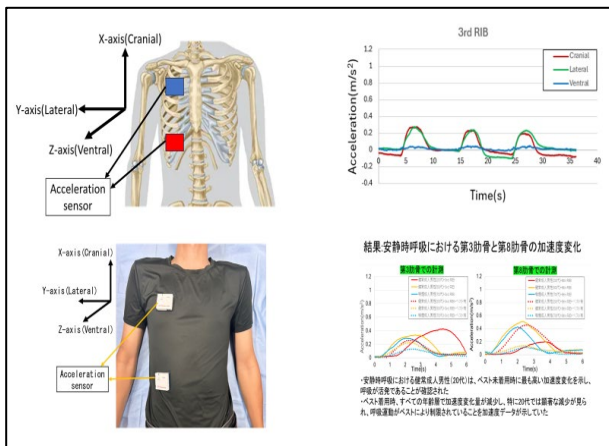
【2】口腔閉鎖内圧法による口腔内圧曲線

性能評価試験結果



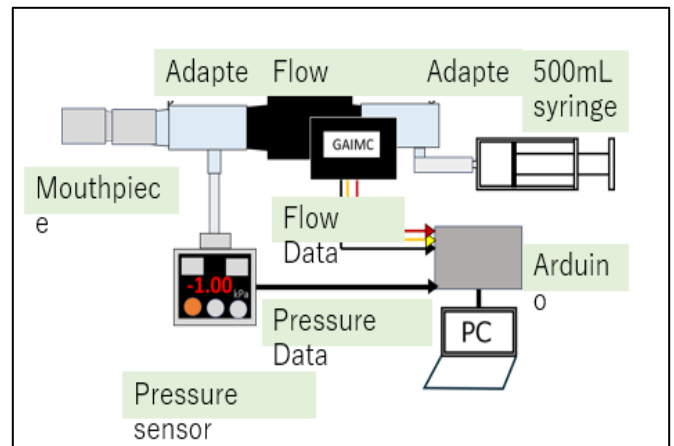
吸気開始直後の口腔内圧を示す。P0.1の変化率を示す。100msの間に-1.2cmH₂Oの圧力が生じたが、閉鎖弁動作が確実に行われていることを示す。

【3】3軸加速度計による計測システム



3軸加速度センサを鎖骨中線と第3肋骨、第8肋骨の交点に2つ装着し、仰臥位の状態で安静時呼吸と努力性呼吸を、また胸部固定ベスト(拘束性肺を模擬)を着用し加速度の記録し、平均移動距離の算出を行ない肺機能検査値(換気量)と変位量(移動距離)の比較検討を行い肺の動態を導きだす。

【4】肺コンプライアンス計測システム



圧力計とハンディ・マンメータの同時計測:無動作時における圧力計のアナログ値をマイコン(Arduino)からPCで読み取り、同時にハンディ・マンメータの圧力値P(kPa)も読み取る。同様に陰圧時における圧力計のアナログ値とハンディ・マンメータの圧力値P(kPa)を読み取り、記録する。