

動画像解析による呼吸運動計測

A live image analysis system for respiratory movement

0030120 萩原 愛子 太田 裕治

Aiko HAGIWARA, Yuji OHTA

1. 研究背景

呼吸は生体が生命を維持するために欠くことのできない重要な機能であるが、呼吸器系は常に外界と通じているのと同時に全身の血液が通過する臓器であるため、外因性・内因性の疾患が数多く存在する。加えて高齢者は加齢による抵抗力低下や胸郭運動・肺弾性力低下などによる呼吸機能低下によって呼吸器疾患に陥りやすく、高齢化の進む近年、肺炎による死亡率の増加が見られる。さらに WHO による調査で 2001 年世界死亡原因の第 5 位にランクされる COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease: 慢性閉塞性肺疾患) も近年重要視されつつある。

呼吸器疾患は、一般に、咳、痰、呼吸困難などの症状が現れるが、進行が緩徐であり、発見が遅れることが多い。症状が進行し慢性的な呼吸不全に陥ると、酸素療法や人工呼吸が必要となり、不自由な生活を余儀なくされる。従って、日常の呼吸機能維持努力や疾患の早期発見・治療開始が重要である。

肺機能検査にはスパイロメトリーによる肺活量測定やパルスオキシメータによる動脈血酸素飽和度測定、X 線や CT による画像診断などがあり、現在、呼吸の第一段階となる換気機能計測にはスパイロメータやピークフローメータが用いられている。これら問題点として

- マウスピース、フィルタなどの消耗品が多い
- 検査値が被験者の排気努力に依存する
- 鼻や口角から息が漏れる
- 感染症の恐れがある

などがあり、より衛生的で簡便な呼吸機能計測システムが求められ、様々な研究が行われている。例えば伸縮性コイルを装着し、呼吸運動に伴うインダクタンス変化から胸部・腹部動作を計測するインダクタンスプレチスモグラフィ⁴⁾

や、胸部ないし腹部体表に取り付けたマーカ座標の三次元位置情報から腹胸壁運動や体幹体積変化を得る研究⁵⁾などが報告されている。一方、本研究室では画像計測の非接触・無侵襲性に着目し、動画像を用いたバイタルサイン計測システムを開発しており、現在までに心拍・呼吸・体動揺・瞬目などの計測が可能であることを確認した。

2. 目的

本研究では、着衣時における体表運動を動画像解析することにより呼吸運動計測を行うシステムを開発し、呼吸器疾患の早期発見、健康維持管理への有効性を検討することを目的とした。

3. 動画像計測システム

画像 (640[pixel]×480[pixel]) を、CCD カメラにより画像処理ボードを通じて連続的にパーソナルコンピュータに取り込み、画像処理ソフトウェアを用いて体幹周辺のエッジ位置変化を計測した。エッジ位置とは設定した計測エリア内における画像濃度の最大変化位置をいう。

4. 実験

動画像計測システムを用い、被験者の側面像から呼吸運動に伴う胸部、腹部および肩のエッジ位置変化を検出した。検出例を図 1 に示す。Area1 で検出されたエッジ位置変化を肩の上下運動、Area2 および Area3 で検出されたエッジ位置の差を胸部厚み変化、同様に Area4 および Area5 で検出されたエッジ位置の差を腹部厚み変化としてピクセル値で求めた。また従来の呼吸機能計測と比較するため、同時にスパイロメータ (マイクロスパイロ HI-201, NIHON KOHDEN Co.) による呼吸機能検査を行った。

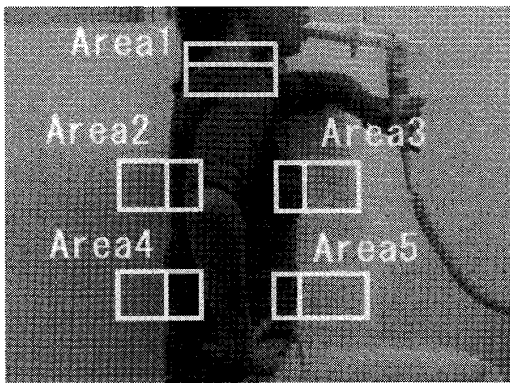


図1 側面からの体幹運動計測例

5. 結果および考察

被験者（20代前半，女性，24名）に対し，側面像の動画像計測を行った．結果例を図2に，このとき同時に測定したスパイロメトリーの結果を図3に示す．なお被験者にはスパイロメトリーの検査手順に従い，4回の通常呼吸の後，1回深呼吸を指示した．図2，図3を比較し，肩の位置，胸部・腹部の厚みとも，スパイログラムと同様の変化を示すことが分かった．ただし衣類条件によってはスパイログラムと同様の変化が見られない場合もあった．

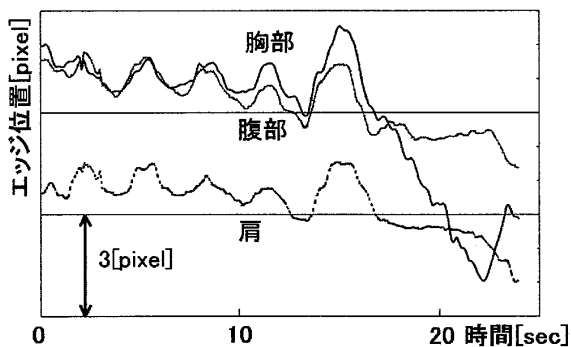


図2 画像解析結果例

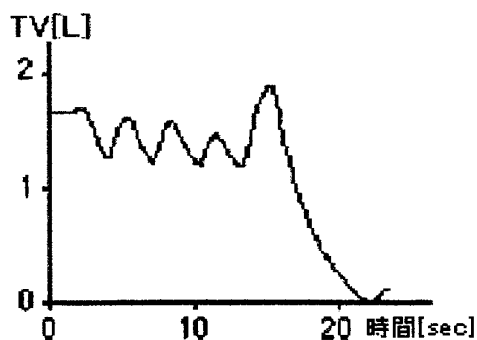


図3 スパイロメトリーによる解析結果例

前述の実験で得られたデータのうち，衣類条件の適したデータ ($n=12$) の胸部厚み変化から，深呼吸時（呼気）の変化率を求め，スパイロメトリーによって得られた1秒率との相関を求めた（図4）．1秒率とは努力肺活量に対する努力呼出における最初の1秒間の呼出量と定義され，閉塞性換気障害の診断に用いられる．その結果，1秒率と胸部厚み変化率には相関が見られ

($R=0.83$)，動画像による呼吸運動計測から閉塞性換気障害検知の可能性があると考えられた．

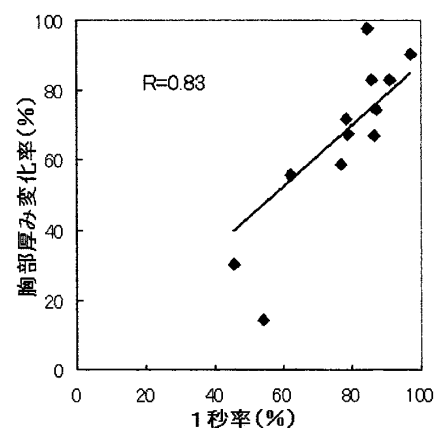


図4 胸部厚み変化率と1秒率の相関図

6. 結論

動画像計測システムを用いて，呼吸による体表運動を捉えることが可能であった．今後は排気努力を必要としない通常呼吸時における体表運動計測から，呼吸リハビリテーションや日常の健康管理ツールへの応用を目指し動画像計測システムの改良が求められる．

参考文献

- 1) 厚生労働白書，厚生労働省，2002
- 2) 佐藤昭夫ら，自律機能生理学，金芳堂 1995
- 3) 高野千尋，『動画像を用いたバイタルサイン計測』生活工学研究 5(2) 262-265，2003
- 4) 戸川達男，生体計測とセンサ，コロナ社 1986
- 5) Carnevali P, et.al. A new method for 3D optical analysis of chest wall motion, Technol Health Care. 1996 Apr;4(1):43-65