

令和 5 年 5 月 17 日現在

機関番号： 1 7 3 0 1

研究種目： 奨励研究

研究期間： 2022 ～ 2022

課題番号： 2 2 H 0 4 2 4 0

研究課題名 閉鎖式保育器内環境における気管チューブ内温湿度の最適化

研究代表者

濱田 啓介 (Hamada, Keisuke)

長崎大学・医歯薬学総合研究科（医学系）・臨床工学技士

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 470,000 円

研究成果の概要：本研究の目的は新生児用人工呼吸器回路内温湿度の最適化である。人工呼吸器に併用される加温加湿器は回路上2箇所の温度のみを考慮した機構であり、保育器の設定温度などの温湿度変動因子を考慮されていない。本研究では非接触で測定した気管チューブ外部温度から内部温度を推定する方法を確立した。保育器内に設置したサーモグラフィカメラで気管チューブ表面温度を測定し、熱電対で測定したチューブ内部温度との関係を解析した。保育器や人工呼吸器など臨床で想定される幾つかの条件で測定を行い、チューブ内部温度に影響を与える因子を解明する事で推定式を導いた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

閉鎖式保育器内での人工呼吸器管理では結露や加湿不足に悩まされる事が多い。これは加温加湿器の制御に保育器の設定温度が反映されていないために生じている問題である。気管に到達する直前である気管チューブ内の温湿度が把握できれば適切な管理が可能となるが、内径が2.5から3.0mmと非常に細いため換気の妨げにならない様に測定するのは困難である。そこで、サーモグラフィカメラを用いて外部表面温度を測定し、内部温度の推定式を構築した。この研究は新生児集中治療室での人工呼吸器管理の発展に寄与する。

研究分野： 生体医工学

キーワード： サーモグラフィカメラ 人工呼吸器 気管チューブ

1. 研究の目的

本研究の目的は気管チューブ内部温湿度の最適化である。新生児集中治療では人工呼吸器回路内の結露や加湿不足が気道の繊毛運動障害、無気肺、気道閉塞などの肺障害を招き致命的となる。これは人工呼吸器回路内温湿度の管理が適切に行えていない事が原因となる。人工呼吸器と併用される加温加湿器は回路上 2 箇所の温度のみを考慮した機構であり、閉鎖式保育器の設定温度などの温湿度変動因子が反映されていない(図1)。

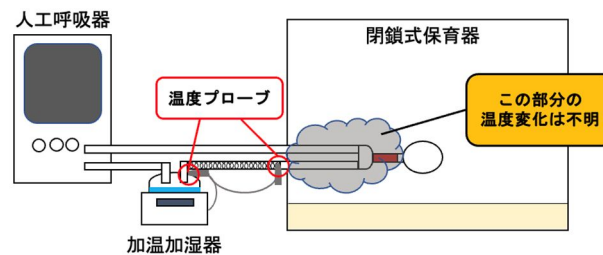


図1. 閉鎖式保育器と加温加湿器温度プローブの配置

適切な加温加湿を行うために、施設毎に独自の加温加湿器設定基準が設けられているが、気管チューブ通過後の温湿度測定が行えないため盲目的な管理が行なわれている。基準自体は論文や学会報告を参考に決定される事が多いが、変動因子が多岐に渡り一般化が困難である。本研究では気管チューブ表面温度と内部の吸気ガス温度との関係性を明らかにし、非接触で測定した外部温度から内部の温度を推定する手法を確立する。そのため、保育器内に設置したIRT(Infrared Thermography Camera)で気管チューブ表面温度を測定し、熱電対で測定したチューブ内部温度との関係を解析する。

2. 研究成果

臨床で想定される保育器設定温度、加温加湿器設定温度、気管チューブサイズや人工呼吸器モードなどを組み合わせた全 32 条件で実験を行った。気管チューブ内部に設置した熱電対を真値とし、IRT で測定した表面温度から回帰分析を用いて内部温度推定式が構築可能か確認した。IRT は一般的に測定精度が低いので、以下のジャーナルで報告した方法^{*1}で補正した。

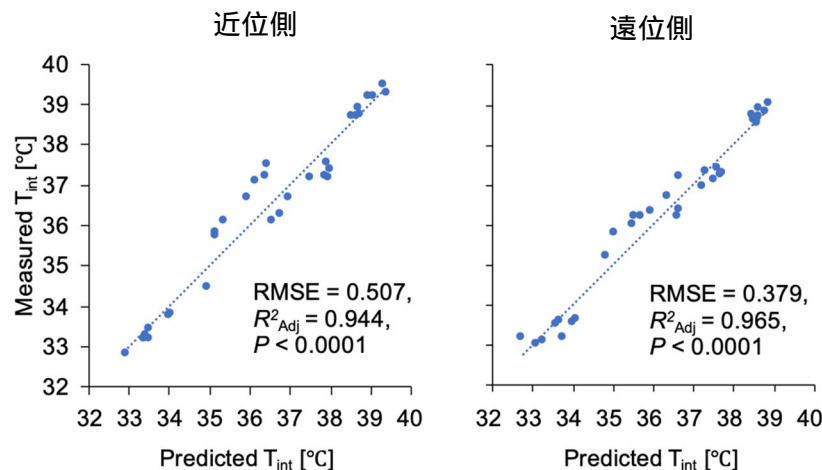


図2. 熱電対で測定した気管チューブ内部温度と IRT 測定値を元に推定した内部温度

気管チューブ内部温度推定式 近位側: $-0.048 + 1.025 \times T_{\text{ext}}$ (RMSE:0.507, R^2_{Adj} :0.944) 遠位側: $0.298 + 1.000 \times T_{\text{ext}}$ (RMSE:0.379, R^2_{Adj} :0.965) T_{ext} : IRT で測定した気管チューブ表面温度

IRT で測定した気管チューブ外部表面温度から内部温度を推定する事は可能であった。これは保育器内で未熟児に使用される気管チューブの厚さが0.6~0.7mmと非常に薄かったので内部温度が表面温度に反映された為だと思われる。

本研究は気管チューブ内部温湿度の最適化を最終目標としており、この研究成果を用いて今後は内部湿度の推定を試みる。

*1 Hamada, K. et al. Infrared Thermography with High Accuracy in a Neonatal Incubator. Annals of Biomedical Engineering 2022

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1．発表者名 濱田啓介、平川英司
2．発表標題 サーモグラフィカメラを用いた気管チューブ内部温度の推定
3．学会等名 日本新生児成育医学会
4．発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
平川 英司	(Hirakawa Eiji)
峯 孝志	(Mine Takashi)
市川 辰樹	(Ichikawa Tatsuki)
永田 康浩	(Nagata Yasuhiro)