

空冷式脳温自動制御装置の開発

若槻琢也・構木智彦・若松秀俊

東京医科歯科大学大学院保健衛生学研究科

Development of Automatic Control System of Brain Temperature by Air Cooling Method

Takuya Wakatsuki, Tomohiko Utsuki, Hidetoshi Wakamatsu

Graduate School of Health Sciences, Tokyo Medical and Dental University

1. はじめに

現在、脳低温療法における脳温管理法は、低侵襲な水冷ブランケットによる表面冷却法（以降「水冷方式」と略す）が主に採用されている。これまで本研究者は水冷方式における脳温自動制御の研究を行ってきた^{(1),(2)}。しかし、水冷方式にはいくつかの問題点があった。例えば、頭部、頸部、腋窩部、鼠径部などにおいてブランケットとの接触が不十分となり、冷却効率が悪化する点や、室温変動やブランケットの接触条件変化などによって脳温管理の精度が影響されるという点である。そこで、空気冷却による脳温自動制御システムを提案し、数式モデルによるシミュレーションによる実現の可能性を理論的に示した⁽³⁾。

本稿では、このシミュレーションをもとに、空冷式脳温自動制御装置の設計を行ったので報告する。

2. 空冷式脳温自動制御装置

空冷式脳温自動制御装置は温度制御のできる空間（以降「インキュベータ」と略す）に制御対象を入れ、そのインキュベータ内の温度を制御することにより、脳温制御を実現するものである。水冷方式と比べ、「インキュベータ外の温度変動の影響を受けない」、「水冷ブランケットで覆う必要がなくなるので、その重さから解放される」、「頭部、頸部、腋窩部、鼠径部などにおいても熱交換が可能となるので熱交換面積が増加し効率が良くなる」などの利点が考えられる。これらの利点を生かせるように設計する。

3. システム設計

Fig.1 に空冷式脳温自動制御装置の概念図を示す。装置の構成はインキュベータ、空気温度調整装置、制御装置からなる。それぞれの要素について設計時の留意点について説明する。

インキュベータにおいて空気と制御対象との間の熱交換効率を上げるには、交換面積、および風速を大きくする必要がある。そこで制御対象と空気との接触面積を増やすために、網状支持体で制御対象を支える。また、風速 1.8[m/s]以上の風を当てることにより水冷方式よりも効率良く熱

交換がおこなえる⁽³⁾ので、この値よりも大きな風速を得るようにする。

空気温度調整装置はインキュベータ内の希望する空気の温度を速やかに実現するために、暖気製造装置と冷気製造装置より製造される暖気と冷気を混合し実現する。すなわち、脳温や空気温度など制御を行う上で必要な情報をもとに、空気の混合比を定める信号を調整装置に送りこれを実現する。なお、本システムで用いる制御アルゴリズムは水冷方式において有用性が確認されている「最適・適応制御⁽¹⁾」や「ファジィ制御⁽²⁾」に基づく。

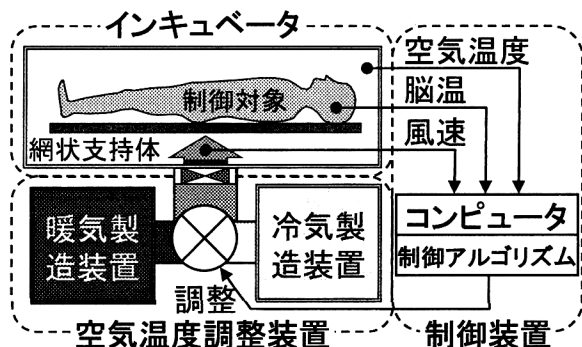


Fig.1 空冷式脳温自動制御装置の概念図

4. おわりに

空冷式脳温自動制御装置の設計を行った。現在は実際に装置の製作に取り掛かっている。装置完成後は人間の熱特性に近い人形⁽¹⁾を用いてその有用性を確認する予定である。

参考文献

- (1) 若松秀俊, 構木智彦: 脳低温療法のための自動制御システムとその性能. 日本臨床生理学会雑誌, 34(4): 229-238, 2004.
- (2) 若槻琢也, 構木智彦, 若松秀俊: 脳低温療法のためのファジィ制御による脳温管理. 日本臨床生理学会誌, 35(5): 269-275, 2005.
- (3) 陸高華, 若松秀俊: 脳低温療法のためのインキュベータ式温度自動制御システム. 電気学会論文誌 C, 125(3): 385-391, 2005.