



学位論文審査結果の要旨

博士（保健医療学）申請者 堀田 蛍

審査委員

主査 教授 清水 久恵
副査 教授 八重樫 祐司
副査 准教授 菅原 俊継

低温環境における輸液の温度低下とその防止策に関する研究

ドクターヘリやドクターカーの普及により、プレホスピタル診療が増加している。ドクターヘリで搬送される患者の半数以上は外傷患者である。外傷患者の死亡、いわゆる外傷死には3つのピークがある。第1のピークは受傷後直後に現場での死亡（即死）、第2のピークは受傷後数時間以内の呼吸・循環障害などによる死亡、第3のピークは数日から数週間後に脳死や多臓器不全、合併症などによる死亡である。特に、第2ピークには適切な外傷初期診療により救命できたと推定される症例が含まれており、これを「防ぎ得た（避けられた）外傷死：Preventable trauma death（PTD）」という。このPTDの多くは初期診療機能に依存しているため、プレホスピタルにおける初期治療は重要である。

外傷患者は致死性3徴（低体温、代謝性アシドーシス、血液凝固障害）に陥りやすい。病院到着時の低体温の発症率と死亡率は深く関係しており、プレホスピタル診療における低体温予防は重要とされている。道内におけるドクターヘリの活動中にて車内に閉じ込められた外傷患者に対して、屋外で輸液を行ったところ、輸液回路内で輸液が凍結した事案も発生している。北海道や東北などの寒冷地のみならず、全国のほとんどの地域では冬季の気温が10℃を下回ることから、屋外の救急現場などの低温環境において輸液の温度が容易に低下することが推測される。低温の輸液によって本来予防すべき低体温の助長が懸念される。これまでに、病院内などの室温環境における輸液の温度低下に関する報告は行われてきているが、このような低温環境の想定や、外傷患者に投与する実際の輸液の温度に関する詳細な研究は行われていないのが現状である。

そこで本研究では、これまで行われてこなかった低温環境における外傷患者の低体温助長の予防のための輸液の温度管理に関する知見を初めて得ることを目的とした。具体的には、まず低温環境において輸液の温度がどの程度低下するのかを明らかにするため、患者に投与する直前（輸液回路の末端）の輸液の温度低下について初めて調査した。さらに輸液の温度低下の結果から、低温環境における輸液の温度低下防止策の検討を行った。外傷患者の致死性3徴のひとつである低体温は34℃以下である。また、血液は42℃の長時間加温により溶血する可能性がある。そのため、輸液を34℃以上42℃以下に維持することを目指した。最終的に、屋外などの救急現場でも使用できる小型・軽量で可搬性に優れた輸液の温度低下防止のための装置を開発した。

本論文は第1章を序論とし、研究背景や実際の救急事案、本研究の目的、本論文の構成について述べられている。

第2章では、低温環境における輸液の温度低下について検討している。低温環境において輸液を行うと、輸液バッグ内の輸液よりも輸液回路内の輸液の方が著しく冷却され、屋外気温近くまで輸液が冷却されることを明らかにしている。また-10℃の環境では輸液が

凍結することも示された。

第3章では、輸液の温度低下防止策として保温の基礎検討が行われている。輸液バッグや輸液回路の保温を行った結果、事前に加温した輸液バッグの温度は維持されることが判明したものの、患者に投与される直前の回路末端の輸液温は保温の効果がほとんどなく容易に低下する結果となった。このことから、輸液回路での温度低下の対策が必要であり、輸液回路の加温の必要性について提案された。

第4章では、輸液の温度低下防止策として加温の基礎検討を行っている。輸液回路の末端 100 cm を約 55 °C で加温することで、目標温度である 34 °C から 42 °C を維持できることを明らかにしている。

第5章では加温による輸液の性状変化について検討している。輸液回路の末端 100 cm を約 55 °C で加温を行っても輸液の性状に変化がなく、加温による輸液の温度低下防止の安全性について述べられている。

第6章では、実際の屋外などの救急現場にて使用可能な加温装置を開発が行われている。軽量で可搬性の高い新たな加温装置による輸液の加温が行われ、輸液を目標温度に維持できたことを明らかにしている。

第7章では、本研究で得られた結果や考察を総括するとともに、今後の課題と展望を述べている。

以上、本論文は、低温環境における輸液の温度低下防止には、輸液回路の加温が有効であることを初めて明らかにし、屋外などの救急現場で使用可能な新たな輸液回路の加温装置を開発した。これらの成果は、プレホスピタル診療における低体温の予防につながり、救急医療の発展に大きく寄与するものと考えられる。また、本研究で得られた成果は救急医療のみならず、近年わが国で多く発生している地震や豪雨などの災害医療への展開も十分に期待できる。

よって筆者は、博士（保健医療学）の学位を授与される資格があるものと認める。