

令和 5 年 5 月 9 日現在

機関番号：25406

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K10203

研究課題名(和文)発熱・高体温に対する冷電法技術のガイドライン開発に向けて

研究課題名(英文) Exploring Cold Therapy Techniques for Fever and Hyperthermia

研究代表者

三宅 由希子 (Miyake, Yukiko)

県立広島大学・保健福祉学部・講師

研究者番号：60433380

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：局所冷却(側顔部・腋窩・手掌)による皮膚表面温度と核心温度、熱流束、血流を測定した。安静時では31.4-53.6 kJ/m²(10分間)のエネルギー移動量であったが、冷却時では180.0-218.7 kJ/m²に増加した。体重が60kgの場合、1℃温度を変化させる熱エネルギーは49.8kcalとなり、約210kJとなる。本研究の冷却面積は約0.01m²であり、10分間で約1.5-1.8kJを奪っていた。この量は210kJの1%以下であり、局所冷却が核心温度に影響を与える可能性は低い。

研究成果の学術的意義や社会的意義

体温上昇には、発熱(fever)と高体温(hyperthermia)がある。発熱(fever)は、解熱期に不快感の軽減、呼吸需要および心筋酸素需要の増大、中枢神経障害、細胞機能障害の予防や改善を期待し冷電法を行うことが多い。高体温(hyperthermia)では、急速に体温を下げる必要がある。しかし臨床現場では、科学的根拠が曖昧なまま、慣習的に実施されている現状が伺える。冷電法による熱放散と心地よさの関連を明らかにし、冷電法の効果や方法の確立を目指した。局所冷却では、深部体温に影響しないことが明らかとなり、体温低下を目的とした冷電法は不要であり、安全・安楽を確認し実施することが重要である。

研究成果の概要(英文)：In this study, skin and core temperatures, heat flux, and blood flow during local cooling of the human body (lateral cervical region, axilla, and palm) were measured, and the amount of energy transferred was calculated by time integration of the heat flux. To examine psychological effects, cold sensations based on VAS and comfort/discomfort represented by HF and the LF/HF ratio were measured.

When applying cold, the amount of energy transferred per 10 minutes increased from 31.4-53.6 kJ/m² at rest to 180.0-218.7 kJ/m². The thermal energy required to change the temperature by 1℃ in individuals weighing 60 kg is 49.8 kcal, which is approximately 210 kJ. The cooling area was approximately 0.01 m², and 1.5 to 1.8 kJ was lost in 10 minutes. As this is less than 1% of 210 kJ, it is unlikely that local cooling affected the core temperature.

研究分野：基礎看護

キーワード：冷電法 熱流束 皮膚表面温度 深部体温 血流

1. 研究開始当初の背景

(1)熱中症で代表される熱関連疾患は、未治療のまま放置すると致命的な熱中症に陥ることがあり、熱中症では早期の冷却処置が必要となる。臨床現場では、熱中症に限らず体温上昇のある患者に冷罨法を行っている看護師の割合は多く、鼠径部や腋窩などに冷却処置を行い、熱放散を促す援助が行われている(工藤,2011)(江木他,2011)。看護師を対象とした調査では冷罨法を実施する理由として「体温上昇のため」「患者・家族の希望により」「自分の臨床経験から」「看護師になってからの教育」がある(野口他,2012)。冷罨法を行う目的に適した冷却方法、冷却部位、冷却温度、冷却時間といった科学的根拠が曖昧なまま、慣習的に実施されている状況が伺える。

(2)冷却部位の違いによる体温変化を比較した先行研究では、運動誘発性高体温を低下させるためには、体幹部より頭部や頸部、上肢部を露出するほうが、熱放散量が多い(平田,2016)ことが明らかにされている。また、従来の頸部、腋窩、鼠径部に冷却する方法と比較し、頬、手掌、足底を冷却する方法がより食道温度を低下させたとの報告もある(Lissoway, 2015)。局所冷却について、看護学テキストには、比較的表在性の動脈が表在する側頸部(頸動脈)、腋窩(上腕動脈)、鼠径部(大腿動脈)を冷却するという記載がされている(茂野他,2017)(小板他,2016)(小板他,2016)(岡田他,2017)。また、熱中症対策のマニュアルには、側頸部、腋窩、鼠径部といった表在する太い静脈血管周囲を冷却するよう促されている(環境省,2018)。一方で熱中症に対して局所的な冷却では不十分との報告もみられている(Gaudio,2016)。

(3)人の皮膚血管の調整には部位特性の存在が認められており(平田他,2012)、頭部と前額部、体幹部と四肢近接部、四肢末梢部の3つに大別される。体幹と末梢の皮膚血管、血管を支配する神経分布様式の違いから、冷却部位により身体への影響は異なるを考える。冷罨法による身体への影響には、冷却方法や冷却部位、冷却温度、冷却面積、冷却時間というさまざまな要素が考えられる。しかし、体温低下に有効な冷却方法、冷却部位、冷却温度、冷却面積、冷却時間、熱移動量に対するエビデンスは十分得られていない。

本研究では皮膚血管の調整に部位特性の存在が大きく3つに大別される代表部位(前額部、頸部、手掌)を冷却し、冷却部位の違いによる身体への影響(皮膚表面温度と末梢血流、熱流)を測定した。冷罨法による影響を定量的に解析することで、臨床現場での冷罨法の見直しを行い、安全な冷罨法の確立を目指すこととした。

2. 研究の目的

研究の全体構想は、発熱時の冷却、高体温時の冷却といった冷罨法の目的に対する効果や方法を確立することである。第一段階として罨法用具の特徴の明確化、第二段階として、人体各部を冷却した場合の熱吸収率、その時の血管収縮と熱放散の指標を作成し、局所冷却による影響を検討する。第三段階として、高体温の状態から局所冷却を行うことによる身体への影響(核心温、皮膚表面温度)と心理的影響(自律神経、主観的評価)への影響を検証し、適切な冷罨法技術を確立させることを目的とした。

3. 研究の方法

1) 冷電法の特長

- (1) 冷電法： 乾性冷電法(CMC製剤)， 乾性冷電法(氷嚢)， 湿性冷電法
- (2) 被冷却物： 恒温プレートを使用し15～40 (人体の皮膚表面)で5 間隔に設定
- (3) 接触温度： 冷電法 ~ の表面温度を16～17 に統一
- (4) 測定項目： 冷電法の表面温度()， 単位時間あたりの熱流(W/m²)

2) 局所冷却による身体への反応

- (1) 対象者： 皮膚疾患， 心疾患のない成人男女 48 名
- (2) 測定環境： 室温 26～27 ， 湿度 50～60%の研究室
- (3) 電法用具： 氷嚢(ゴム製 ヤマキン DARUMA 氷嚢(0-6429-11))に乾いたタオル(オーミケンシ， フェイスタオル， 34×85 cm， 65g)で2重に覆い作成した。氷嚢は氷水 220g を入れたものを使用し， 測定ごとに氷嚢の氷水と覆うタオルを交換した。
- (4) 測定項目

皮膚表面温()： 温度センサー(極薄モールド表面センサーMF-SP-T 熱電対)を前額部中央， 右側頸部胸鎖乳突筋内側， 右手掌小指球に貼付した。

皮膚末梢血流(mL/min/100g)： 血流計(レーザードップラーALF21D， プロブC型， アドメテック製)を前額部中央， 右側頸部胸鎖乳突筋内側， 右手掌小指球に貼付した。

熱流束(W/m²)： 熱流センサー(Z2012， 日置電機製)を前額部中央， 右側頸部胸鎖乳突筋内側， 右手掌小指球に貼付した。

3) 冷電法による安全・安楽の検証

(1) 測定項目

核心温

皮膚表面温()： 温度センサー(極薄モールド表面センサーMF-SP-T 熱電対)を前額部中央， 右側頸部胸鎖乳突筋内側， 右手掌小指球に貼付した。

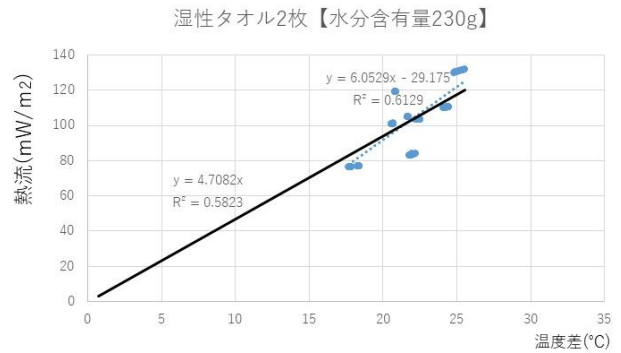
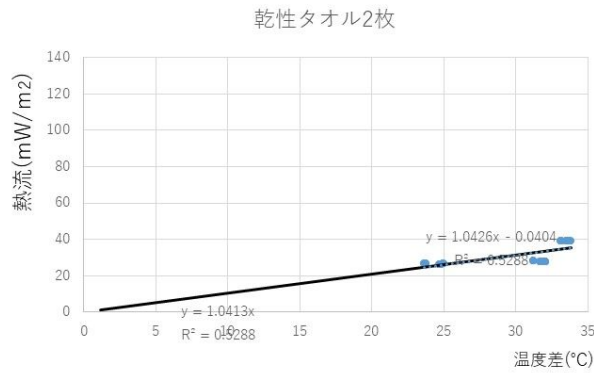
自律神経： HF， LF/HF

主観的評価： VAS

4. 研究成果

1) 冷電法の特長

冷電法として臨床現場で汎用される方法(CMC 製剤， 氷枕)での 熱流， 表面温度の経時変化， 冷却物と被冷却物の温度差と距離における熱流の変化を把握し， 冷電法有用方法を検討する基礎的データを収集した。接触から 1 時間までは CMC 製剤は氷枕と比較し熱流は大きく， すぐに冷却させたい場合は CMC 製剤が適している。時間経過とともにアイスノンの表面温度は高くなり， 熱流は減少する。熱量の積分値では， 40 では 152 分後， 30 では 155 分後に CMC 製剤と比較し， 氷枕の方が熱量は大きくなる。150 分以上使用する場合には氷枕が奪う熱の量は大きくなることから持続した熱流を得たい場合には， 氷枕が適していると考えられる。また， 冷却物に対し， 巻くタオルを乾性タオルと湿性タオルで比較した。湿性タオルは乾性タオルと比較し熱流が大きく， 接触温度差が大きくなるほど， 湿性は乾性に比べ熱流が大きくなった。冷却部と被冷却物の温度差があるほど伝導と気化熱により熱流が大きくなると考えられる。より早く熱を奪う場合には湿性冷電法が有効であると考えられる。



2) 局所冷却による身体の反応

乾いたタオルで2重に包んだアイスバッグを前額部，頸部，手掌のひらのいずれかに10分間貼付した。冷却時と安静時の皮膚表面温度，皮膚血流，熱流束，体温を連続的に記録し，熱流の時間積分によりエネルギー移動量を算出した。10分間の冷却時間で，皮膚表面温度は前額部 35.6 ± 0.5 から 29.9 ± 1.9 ，頸部 35.1 ± 0.8 ，手掌 34.8 ± 1.5 から 31.6 ± 2.8 に減少した。局所冷却により皮膚表面温度は3.2～5.7 低下し，核心温は変化しなかった(図1)。

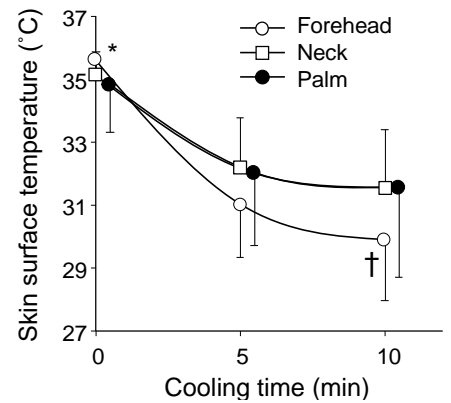


図1.冷却中の皮膚表面温度

皮膚血流量は，安静時・冷却時ともに手掌の血流量は有意に高く，頸部の血流は低かった。冷却により前額部の血流は有意に減少したが，頸部と手掌は全勝しなかった(図2)。

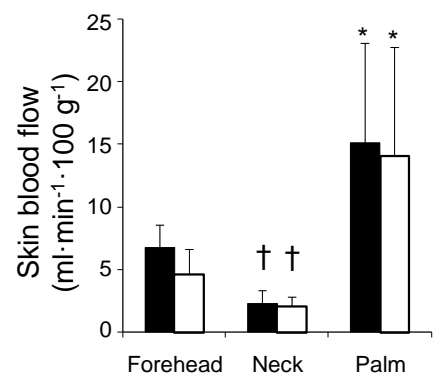


図2.皮膚血流量

熱エネルギーの移動は，前額部 $33.5 \pm 10.2 \text{kJ/m}^2$ から $218.0 \pm 556.8 \text{kJ/m}^2$ ，頸部 $31.4 \pm 13.8 \text{kJ/m}^2$ から $180.0 \pm 52.6 \text{kJ/m}^2$ ，手掌 $53.6 \pm 20.5 \text{kJ/m}^2$ から $218.7 \pm 73.1 \text{kJ/m}^2$ に増加した(図3)。エネルギー移動量と皮膚表面温度の変化から，皮膚表面温度を1 低下させるエネルギー量を算出すると，前額部では他の2部位と比較し，1 変化あたりのエネルギー伝達量が有意に低いことが示された。

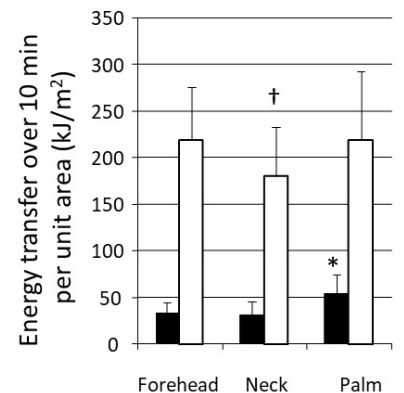


図3.部位による熱エネルギー移動量

人の全身の熱容量は葉 0.83kcal/kg/ であり，体重が60kgの場合，1 分の温度を変化させる熱エネルギーは 49.8kcal であり，約 210kJ となる。冷却面積は約 0.01m^2 と小さかった。氷嚢冷却は10分間で約 $1.5 \sim 1.8 \text{kJ}$ を奪っていたことになり，この量は 210kJ の1%以下であり，局所冷却が体温に影響を与えないことがわかった。

3)冷罨法による安全・安楽の検証

各部位とも冷却時間の経過とともに有意に冷感が増強した($P < 0.01$)。快・不快感は前額部と手掌では冷却時間の経過とともに有意に低下した($P = 0.02$)。側頸部は、冷却開始5分後までは快感は上昇し、その後低下した($P = 0.07$)。冷却時間の経過につれて主観的冷感が増強するが、冷感が強まることによって快感が増強するわけではなかった。しかし、各部位とも冷却直後から冷却10分後にかけて快感のVASの値は50を超えており、快の方向よりになっていることから、安楽目的で冷罨法を実施することは有効であると考えられる。

時間の経過とともに主観的冷感が増強し、快感は低下していることから、長時間の冷罨法は不快感の増加や凍傷などの事故にもつながる恐れがある。冷罨法を実施する際には頻回の観察を行い、患者の安楽に注意して実施していく必要がある。

側頸部に関しては、冷却直後から冷却5分後にかけては主観的冷感とともに快感も増しており、冷却10分後には快感のVASの値は多少減少したものの、前額部、手掌部に比べると快感のVASの値は最も大きくなっている。このことより、側頸部の冷罨法が安楽により適していることが考えられる。

引用文献

- 工藤由紀子(2011)：看護における複数クーリングの現状と課題,日本看護研究学会誌 34(2)
- 江木盛時他(2011)：重症患者における発熱と解熱処置に関するsystematic review,日本集中治療医学会雑誌,18,25-32
- 野口綾子他(2012)：ICU看護師の冷罨法に関する意識調査,日本集中治療医学会雑誌,19,273-276
- 平田構造(2016)：動静脈吻合血流と四肢からの熱放散調整,日本生気象学雑誌,53(1),3-12
- John B. Lissoway (2015)：Novel Application of Chemical Cold Packs for Treatment of Exercise-Induced Hyperthermia: A Randomized Controlled Trial
- 茂野香おる(2017)：基礎看護技術 基礎看護学,医学書院,248-249
- 小坂橋菊代(2016)：基礎看護学テキスト,南江堂,295-297
- 小坂橋喜久代,柳奈津子 深井喜代子(編)(2016)：安楽・安寧を保つケア,基礎看護学テキスト改訂第2版,293~297,南江堂
- 岡田淳子,深井喜代子(編)(2017)：体温管理・保温の援助,基礎看護学 基礎看護技術,243~245,メヂカルフレンド社
- 環境省 熱中症環境保健マニュアル2018
http://www.wbgt.env.go.jp/pdf/manual/heatillness_manual_full.pdf
- Gaudio FG,Grissom CK(2016)：Cooling Methods in Heat Stroke.J Emerg Med50:607-616
- 平田構造・中原香利：熱放散機構-皮膚血管調整,彼末一之編,からだと温度の辞典,東京,朝倉書店,14-15,2012

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	荻野 哲也 (Ogino Tetsuya) (90252949)	岡山県立大学・保健福祉学部・教授 (25301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関