

# ハイパーサーミア施行時における過剰電流対策と加温効率について

菊地 秀明      出口 千尋      久保田 雄  
太田原 麻衣子

静岡赤十字病院 臨床工学課

**要旨：**がん細胞は正常細胞に比べ熱に弱い性質がある。ハイパーサーミアはこの性質を利用し電磁波により加温することで治療を行う。しかし、電磁波は体表面を通過する時、局所的に過剰電流を発生させ疼痛を引き起こす事がある。それを改善するため、いくつかの対処法を検討し実践している。これらが、加温効率にどの程度影響を及ぼすか実験し考察した。

**Key word：**ハイパーサーミア，過剰電流，加温効率

## I. はじめに

ハイパーサーミアは、がん細胞が正常細胞に比べ熱に弱いという性質を利用した治療法である<sup>1)</sup>。8 MHzの電磁波（RF波）を体表面から照射し病変部を約42°Cに加熱することで、がん細胞を死滅・縮小あるいは進行を抑えることを目的としており、放射線療法など他の治療法に比べ副作用が少なく侵襲のない理想的な治療法といわれている<sup>2)</sup>。しかし、RF波が部分的に過剰電流を発生させ疼痛を引き起こすことがある。そのまま放置すると熱傷を起こしてしまうため、何らかの対策を講じなければならない。

そこで、現在当院で行っている過剰電流対策について、それぞれの特徴や効果、また加温効率に対する影響を調べてみた。

マッサージし、過剰電流を人体を通して回避させる方法である<sup>3)4)</sup>。電磁波の照射中に静電気予防のビニール手袋を装着し、寒天ファントムの一部をマッサージした。

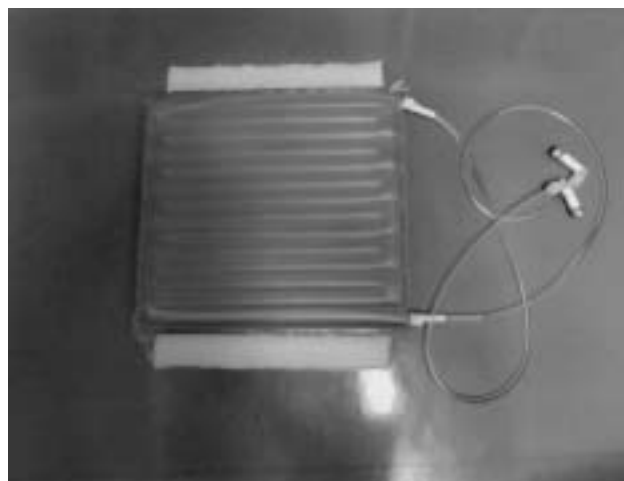


図1 ボーラス

## II. 対策と方法

通常の治療は、体表面に電磁波の伝導を良くするゼリーを塗布し、ボーラス（水の入ったビニール袋、照射部位に巻きつけて使用する。図1）を巻き、電極ではさみ、電磁波を照射する（図2）。今回の実験では、寒天ファントムを使用し（図3）、通常の治療と同じ方法で電磁波を照射し、中心部と表面の2か所でその温度変化を調べた。なお、出力は600 Wに設定した。

### 1. グリッピング法

治療中の患者の手足を付き添いや医療従事者が



図2 患者への治療風景

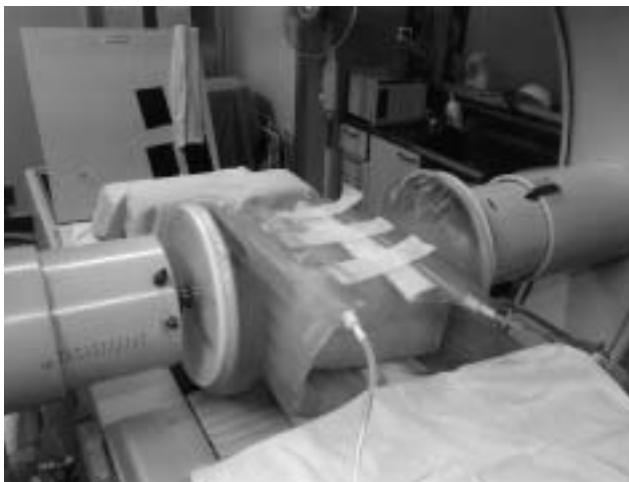


図3 寒天ファントムによる実験

2. 間欠照射法

通常は一定出力の電磁波を連続して照射するが、間欠照射法は、20秒照射し4秒停止するという方法で間欠的に照射する<sup>4)</sup>。照射と停止を繰り返し、過剰電流を生じさせないようにする方法である。

3. ボディーアース法

ボラスを足の下に敷き、ホース部分を床に垂らし過剰電流を逃がす方法である<sup>4)</sup>。寒天ファントムの下にボラスを置きホース部分を床に垂らしアースとした。

4. 体表面を物理的に保護する方法

過剰電流の発生が予想される部位、または、実際に治療中に発生した部位を、厚さ0.2mmのゴムで覆う方法である。寒天ファントムにゴムを張り付け行った。

III. 結 果

照射30分間の温度上昇の変化を、各方法で2回ずつ測定した。ファントム中心の温度変化は図4、表面の温度変化は図5のとおりであった。

グリップング法とボディーアース法ではファントム中心、ファントム表面ともに通常の方法と比較して有意差はなかった。間欠照射法とゴムで保護する方法では、ファントム中心部での温度変化が通常の方法より緩やかに上昇することが分かった。またファントム表面の温度変化は、ゴムによ

る保護する方法は通常の方法に比べが緩やかに上昇し間欠照射法はほとんど変化が見られなかった。

IV. 考 察

グリップング法とボディーアース法とでは、30分後の温度がファントム中心部で44~45℃、表面で19~20℃と通常の方法と比較して有意差はなかった。これは、両方法ともファントム表面に発生した過剰電流はアースを通して多少逃がしているが、ファントムを温めるのに必要なエネルギーは十分に残っているためと思われる。グリップング法では、マッサージ中は患者との会話が出来る、マッサージによるリラクゼーション効果によって疼痛を感じにくくなっているのではないかとと思われる。ただし、当院においては、マッサージする人員の確保が難しいためあまり行われていないのが現状である。また、ボディーアース法では、過剰電流の除去が効率的に行われておらず、疼痛の緩和という点において十分に機能していないのではないかと

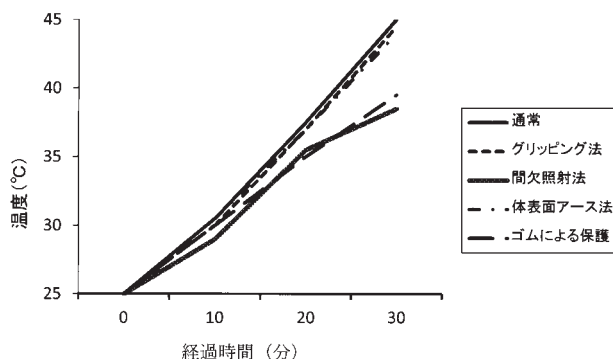


図4 ファントム中心の温度変化

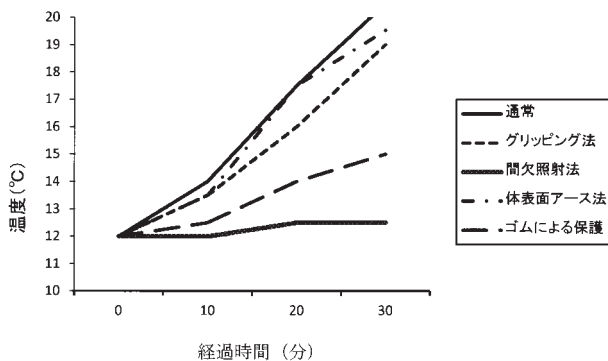


図5 ファントム表面の温度変化

思われる。実際の治療で何例か行ったが効果があったという報告はない。

一方で、間欠照射法では体表面での温度変化がほとんどないことから、過剰電流はほとんど発生しなかったと思われる。また、ゴムによる保護では通常の方法に比べ温度上昇が緩やかだったことから、電磁波がゴムにより物理的に拡散し過剰電流が発生しにくくなったと思われる。間欠照射法やゴムによる保護では疼痛の予防という点において大きな効果があると思われる。

しかし、間欠照射法やゴムによる保護は、通常の方法に比べ中心部の温度上昇が38～39℃と緩やかになっている。つまり、通常の状態より加温効率は多少落ちていることが分かる。そこで、これらの方法を用いるときは、十分に患者を観察した上で出力の調整をし、なるべく加温効率を落とさないようにすることが重要である。

## V. ま と め

ハイパーサーミアによる治療は、特に副作用はないといわれているが、過剰電流による熱傷を起こす危険を常にはらんでいる。特に対策を取らずに治療が続けられれば良いが、熱傷を恐れるあまり出力が上げられず加温効率が著しく落ちてしまうというようなことは絶対避けなければならない。間欠照射法やゴムを使った保護などを用い、安全かつ効果的な治療が実践できるようにしなければならない。

## 参考文献

- 1) 菅原努, 畑中正一. がん・免疫と温熱療法. 東京: 岩波書店; 2003. P 53-8.
- 2) 近藤元治, 伊谷賢次, 吉川敏一ほか. 肝臓に対する温熱動注化学療法の無作為比較臨床試験. 日本ハイパーサーミア学会誌別冊1994; 10(2): 162-7.
- 3) 上田公介, 岡村武彦, 藤田圭治ほか. Thermotron RF-8を用いた加温法の工夫 -gripping methodについて. 日本ハイパーサーミア学会誌別冊1995; 11(2): 87-91.
- 4) 増永慎一郎. サーモトロンRF-8で上手に加温しよう—治療の実際. 大阪: 健康新聞社; 2006. P 12-3.

## Regarding excess electrical current countermeasures and heating efficiency at time of execution of hyperthermia

Hideaki Kikuchi, Chihiro Deguchi, Yuu Kubota, Maiko Ootahara

Section of Clinical Engineering, Japanese Red Cross Shizuoka Hospital

**Abstract** : Cancer cells are weak against heat compared to normal cells. Hyperthermia uses this nature to conduct treatment by heating via electromagnetic waves. However, when electromagnetic waves pass through the body surface, they can cause a local excess of electric current resulting in pain. Therefore, I have considered and am implementing a number of countermeasures. I tested and examined to what degree these affect the heating efficiency.

**Key word** : Hyperthermia, excessive electric current, warming efficiency