

## O2-10

## 生体モデルによる対極板装着部位の温度分布測定と 経時的变化の可視化

### Measurement and visualization of temperature distribution around the dispersive electrode attached on the body model

○ 寺本圭吾 (杏林大)      三谷博子 (杏林大)      嶋津秀昭 (杏林大)

Keigo TERAMOTO, Kyorin University  
Hiroko MITANI, Kyorin University  
Hideaki SIMAZU, Kyorin University

**Abstract:** When the use of electrosurgery, dispersive electrode sometimes makes burn injury. In this study, we have devised an easy technique to visualize the temperature distribution of the dispersive electrode on the body phantom which was made by clear agar material with the equal electrical conductivity to actual tissue segment. Using the thermography technique or the heat-sensitive alterant, the temperature distribution and its change could be visualized without tearing off the dispersive electrode. High-frequency current of electrosurgery carried to the phantom via the conventional gelled dispersive electrode and the capacitive dispersive electrode. As the results, the temperature was clearly increased at the circumference of gelled dispersive electrode, and that of the inside of capacitive dispersive electrode.

**Key Words:** Electrosurgery, Dispersive electrode, burn injury

#### 1. はじめに

電気メスの使用では、高周波電流の集中や熱放散の阻害により対極板装着部位において生じる熱傷が時に問題となる。対極板熱傷はアクティブ電極から高周波電流が通電され、生体が対極板と接触している面積が小さい部分に電流が集中することで発生したジュール熱が原因である。本来、対極板装着部位では電流密度が小さいため人体に問題となるジュール熱は起こらないが、凹凸のある対極板の使用や皮膚面との接触不良、小さな対極板を使用した場合などで熱傷の危険性が高くなる。

対極板の安全性に関する規格のひとつとして、米国のAAMI (Association for the Advancement of Medical Instrumentation) 規格がある。この規格によると対極板を成人用、小児用、新生児または乳児用の3種類に分類されており、それぞれに定格の高周波電流を通電し通電前後の温度差を規定している。

電気メス対極板の温度上昇に関する研究はいくつか報告されており<sup>(1)(2)</sup>、導電型対極板では対極板の辺縁部で温度上昇する (edge effect)。また静電型対極板では装着部で均一に温度上昇することが明らかとなっている。しかし報告されている研究は被験者に高周波電流を通電する必要があるため測定にはリスクがある。また対極板を剥がさないと温度測定または温度分布が測定できず、対極板各部の経時的な温度変化も明らかにされていない。

そこで我々は簡易的に対極板装着部位の経時的温度変化を計測でき、かつ特別な計測機器を使わずに温度変化の可視化をするため、今回生体モデルを製作して対極板装着部位の温度測定を行った。

#### 2. 方法

##### 2-1 サーマカメラによる温度測定

製作した生体モデルは、高周波電流 ( $f=500\text{kHz}$ ) を生体に通電したときの表皮インピーダンスと同等な抵抗率をもつファントムである (0.2%NaCl, 厚さ 7mm)。この生体モ

デルに市販されている導電型対極板 (NE ジェルパッド, メラ社製) および静電型対極板 (SAS パッドマトリックス, メラ社製) をそれぞれ貼付け, AAMI 規格に準じた方法で高周波電流を通電した (Fig.1)。通電する高周波電流は無誘導抵抗で調節し, NE ジェルパッドは 700mA, SAS パッドマトリックスでは 350mA を通電した。通電中はモデル下方にサーモカメラを設置し, 装着部位温度の変化を測定した。市販用対極板では面積と形状が異なるため, 次に面積と形状が同じ試験用対極板 (50cm<sup>2</sup>, 円盤型) を導電型・静電型それぞれ製作し, サーマカメラで対極板装着部位の温度分布を測定した。

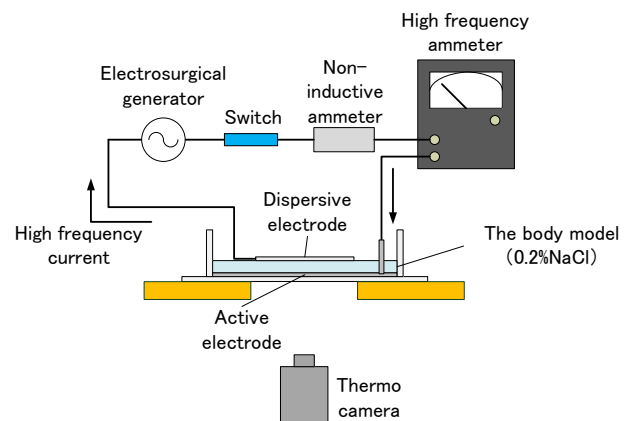


Fig.1 Experimental arrangement for the temperature measurement using thermo camera

##### 2-2 感熱変色剤による測定

温度変化の可視化を目的に, 感熱変色剤 (25~40℃の範囲で4段階に変色する塗料) を混ぜた生体モデルを作製した。このモデルに上記と同様に導電型, および静電型対極板をそれぞれ貼付け, 電気メス本体の出力を 50W, 通電時間 3 分間に設定し測定を行った (Fig.2)。モデル下方にビデオカメラを設置して, 通電中の感熱変色剤の変色の様子

を撮影した。測定後、撮影1分毎のキャプチャ画像を画像編集ソフトでコントラスト等を調節した後、変色剤の濃淡をサーモグラフィ画像の色の变化と重畳するように画像編集をした。

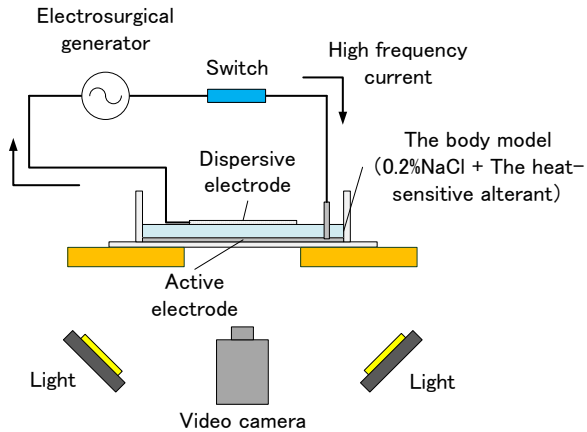
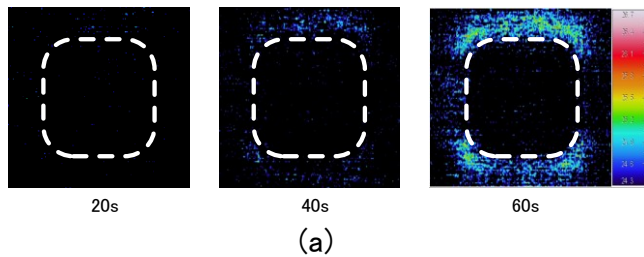


Fig.2 Arrangement for the temperature measurement using heat-sensitive alterant

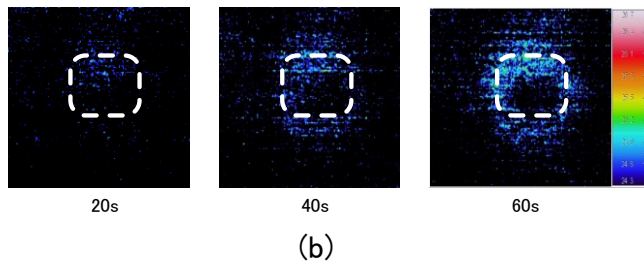
### 3. 結果

#### 3-1 対極板の熱分布

市販用対極板を通電した結果、導電型では対極板の辺縁部から温度が上昇し始め、対極板の外側へ熱が波及した。静電型では対極板辺縁部より内側で温度上昇がみられた (Fig.3)。次に試験用対極板を通電した。その結果、導電型では対極板の辺縁部で温度上昇がみられ、静電型では対極板辺縁部より内側で温度上昇がみられた (Fig.4)。



(a) Gelled dispersive electrode (NE GELL PAD STANDARD)

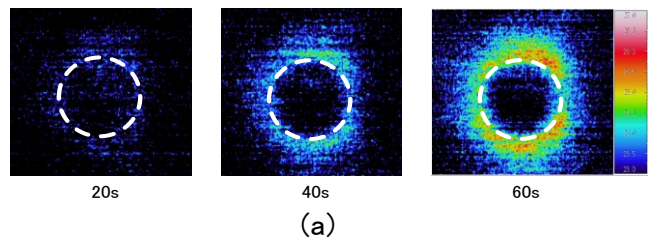


(b) Capacitive dispersive electrode (SAS PAD MATRIX)

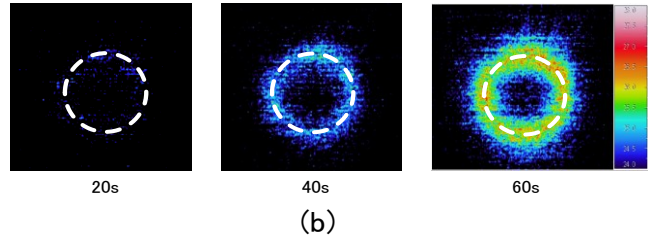
Fig.3 Temperature distribution on the body model 20, 40, 60 seconds after the high frequency current loading

#### 3-2 熱分布の可視化

導電型および静電型をそれぞれ3分間通電した結果、導電型では対極板辺縁部に、静電型では対極板の内側で変色剤が黒から白へ変色した。変色箇所はサーモグラフィ画像で確認した熱分布と同様の場所であった。つぎに撮影した3分後の動画をキャプチャし、画像編集ソフト用いてサーモグラフィ画像の再現をした (Fig.5)。

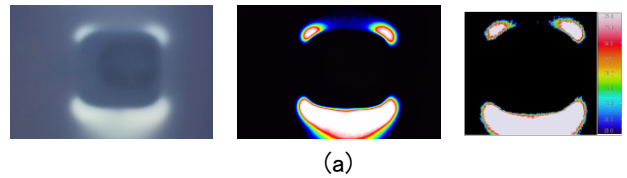


(a) Gelled dispersive electrode

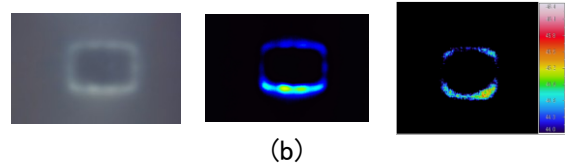


(b) Capacitive dispersive electrode

Fig.4 Temperature distribution on the body model 20, 40, 60 seconds after the high frequency current loading (Test type dispersive electrode.)



(a) Gelled dispersive electrode (NE GELL PAD STANDARD)



(b) Capacitive dispersive electrode (SAS PAD MATRIX)

Fig.5 Temperature distribution on the body model 3 minutes after the high frequency current loading (Left; actual recordings, Center; color conversion from brightness, Right; records of thermography)

### 4. 考察

導電型、および静電型対極板はそれぞれの電気的特性があらわれており、加えて温度上昇の経時変化も確認することができた。また感熱変色剤を用いた温度計測では肉眼で装着部位の確認ができた。しかしサーモグラフィなどの温度計測器と比較すると温度分解能については劣ってしまう。ゆえに簡易的な可視化という面では有効であることが示唆された。今回製作した生体モデルは生体の抵抗率のみに着目し製作を行ったため生体組織の異方性や血流など、再現できていない物性的特異性が多数あり、再度検討していく必要がある。

#### 参考文献

- (1) 山下大輔, 対極板熱傷の起きる条件, 医科器械学, vol. 77, no. 4, pp. 58-59, 2007.
- (2) 岸部淳一, 仲嶋寛子ら, 電気メス対極板性能の比較, 帯広厚生病院医誌, vol. 10, no. 1, pp. 95-98, 2007