

# Microwave 溫熱裝置의 製作과 溫度分布에 關한 研究

이화대학교 부속병원

이호수 · 이병준 · 이양기

## I. 緒 論

溫熱療法은 組織에 40°C ~ 43°C의 一定한 溫度를 加熱하였을때 發生하는 細胞 生物學的 效果를 이용하여 癌治療時 手術, 放射線 및 化學療法과 併行時에 癌治療 上昇效果를 얻을 수 있음이 報告되어 著者들은 電子오븐의 部品을 利用하여 Micro wave 溫熱裝置를 製作하고 溫度分布를 測定하기 위하여 組織等價物質인 Agar Phantom을 製作하였으며 組織內의 溫度分布는 針灸를 利用하였다.

## II. Micro wave 溫熱裝置의 製作方法

國產電子오븐의 Generator를 利用하여 振動數가 2,450 MHz이고 出力이 100watt 까지 調節이 可能하도록 하였으며 溫熱裝置의 構造는 그림 1과 같이 Micro 波를 發生시키는 發振回路를 中心으로 出力을 調節하는 變壓器와 加熱時間을 調節할 수 있는 Timer 와 Power Meter를 附着하였으며 그리고 Power Control 를 附着한 本體에 Micro wave 를 組織內까지 傳達하기 위

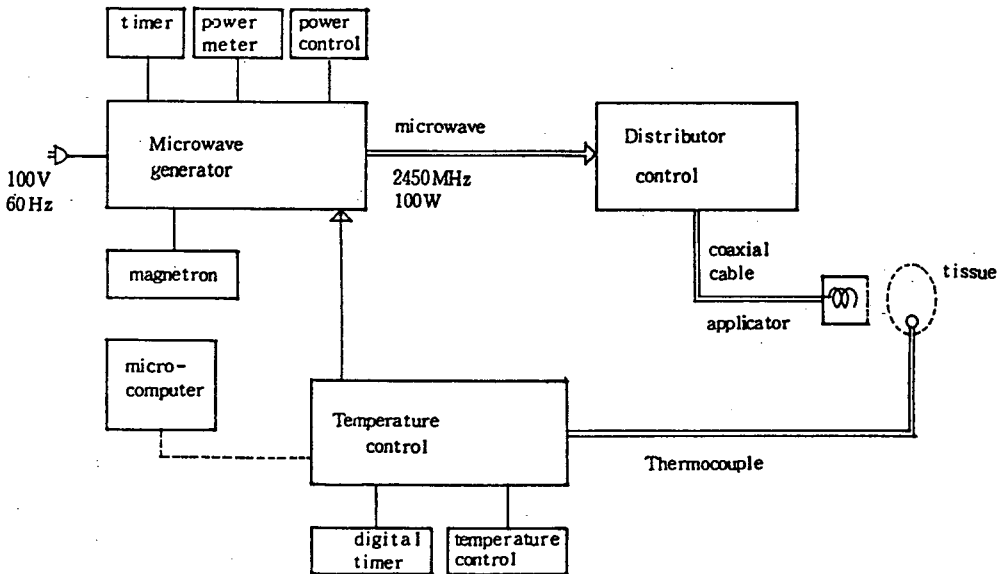


Figure 1. Block diagram of microwave hyperthermia system

하여 同軸電線에 放熱안테나를 連結하여 構成하였고 組織內의 溫度를 測定하기 위하여 Thermo-couple 를 이용하였다.

直接 組織에 熱을 傳達하는 Micro 波 放熱器는 그림 2 와 같이 同軸電線의 끝부분에 Coil 모양의 안테나를 連結하고 出力密度를 增加시키기 위

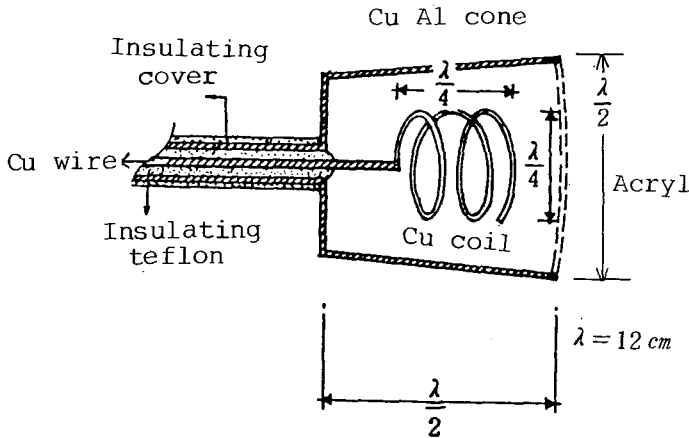


Figure 2. Cross section of surface heating applicator with spiral antenna

하여 幅과 길이를 Micro 波長의  $\frac{\lambda}{4}$ 가 되도록 하였으며 熱의 放射範圍에 맞추어 6 cm  $\phi$ 의 圓形 Cone 을 利用하여  $\lambda = \frac{c}{\gamma} = \frac{3 \times 10^{10}/\text{sec}}{2.45 \times 10^9/\text{sec}}$ 을 應用하여 製作完成하였다.

### Ⅲ. 溫度分布와 測定方法

Micro wave 에 의한 溫度分布와 出力과 溫度上昇 關係를 觀察하기 위한 固形판은 人體組織과 電氣的 特性의 類似한 Agar Phantom으로 製作方法은 0.24 % NaCl溶液에 寒天을 넣어 100 °C로 끓인 後 굳힌 것으로 測定에 利用하였다.

그림 3 과 같이 15 cm  $\phi$  × 10 cm 두께의 Phantom 위에 放熱器를 고정시키고 18watt 로 10 分間 加熱하였다. 이때 加熱된 溫度分布는 그림 4

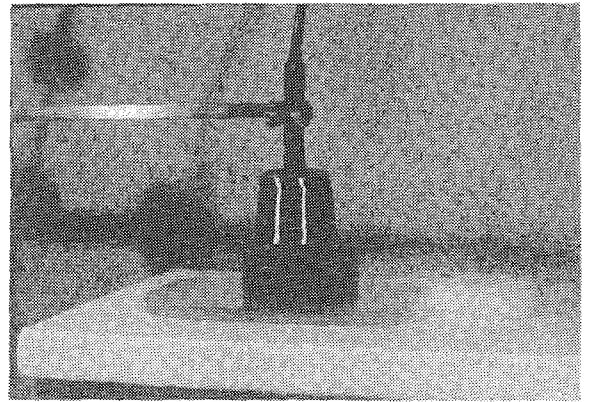


Fig. 3

와 같이 幅 5 cm  $\phi$  깊이 3 cm內의 溫度가 41~44 °C의 溫度分布를 나타내어 2,450 MHz Micro wave의 Thermal Depth는 2~3 cm임을 確認할 수 있었다.

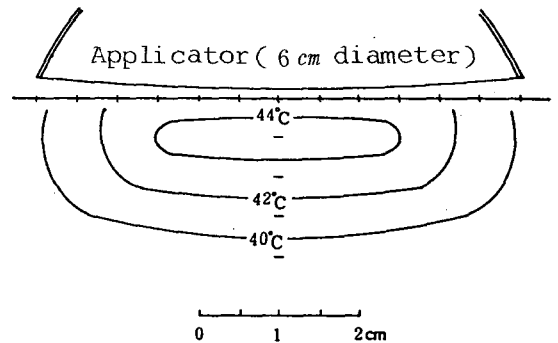


Figure 4. Thermal distribution by surface heating applicator

그림 5 와 같이 2 cm 깊이에서 처음 5 分間 加熱하여 42 °C로 한 후 18watt로 減少시켰다. 다시 20 watt로 出力을 調節함으로써 41~43°C로 繼續維持시킬 수 있었다.

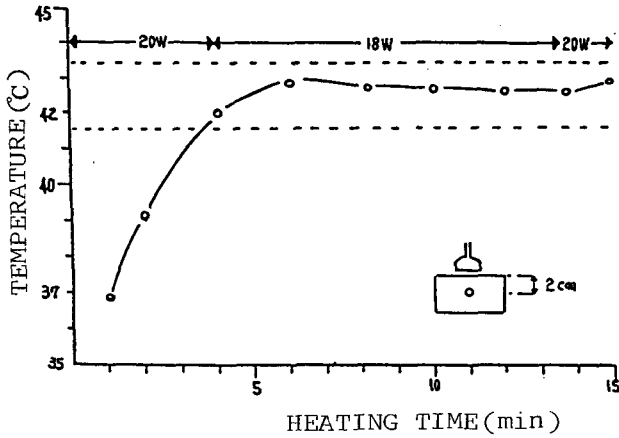


Fig. 5

平面에 대한 溫熱分布은 그림 6 과 같이 안테나 끝 부분이 平均 1~2°C 더 높았으나 放熱 Cone 直徑의 80% 以內의 溫度分布은 거의 均等하게 測定되었다.

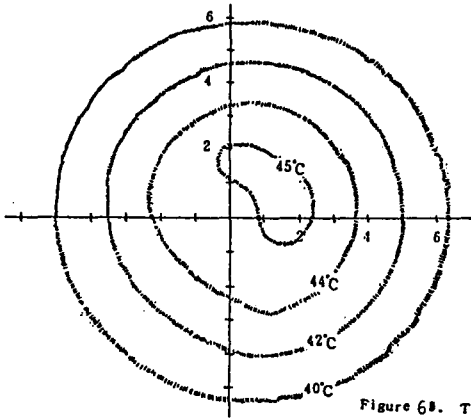


Figure 6. T

Figure 6. Thermal flatness with 12cmφ microwave applicator

#### IV. 加熱速度와 溫度分布

表面 放熱器를 利用하여 Micro 波의 出力을 調節하면서 phantom 表面과 2cm, 4cm 깊이의 溫度變化를 測定하였다.

처음 4 分間은 20watt로 始作 3~4 分間 加熱한 後 다시 18watt로 減少시켜줌으로써 그림 7 과 같이 表面에서 44°C, 2cm와 4cm에서 각각 41.8°C, 40°C로 出力과 加熱時間을 調節함으로써 繼續 一定한 溫度로 維持시킬 수 있었다.

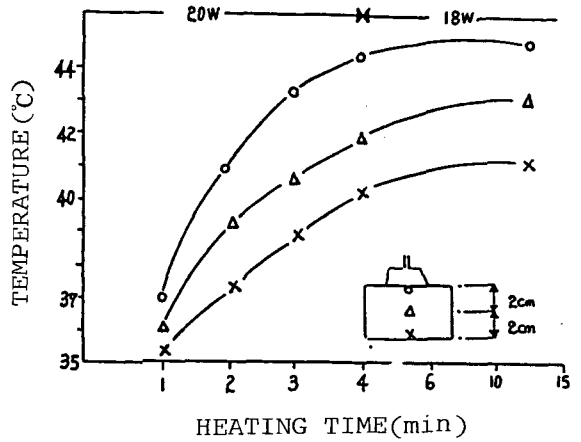


Fig. 7

Micro 波의 出力과 깊이에 따른 溫度分布은 그림 8 과 같이 17, 20, 22 watt의 出力으로 10 分間 溫度의 變化를 測定하여 보았다. 이때 皮膚 表面으로 부터 3cm까지 41°C~44°C로 維持되었다.

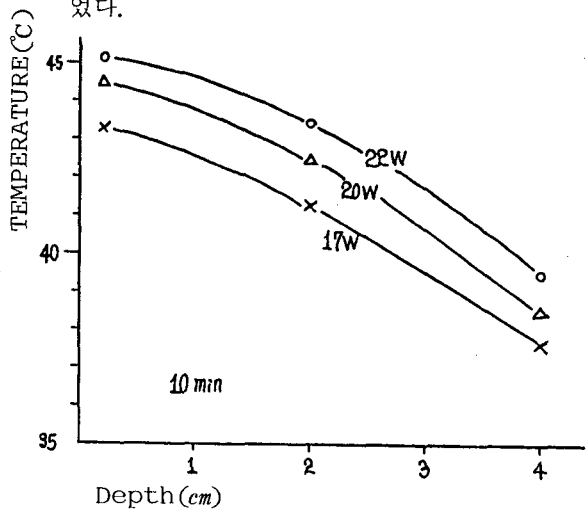


Fig. 8.

溫熱에 의한 細胞의 生存反應은 42~43℃ 일때 가장 急激한 變化를 가져오며 熱活性化 臨界點이 43℃이므로 실제 組織內的 溫度變化를 測定하여 보았다.

그림 9와 같이 흰쥐를 固定틀에 密着시킨 後 放

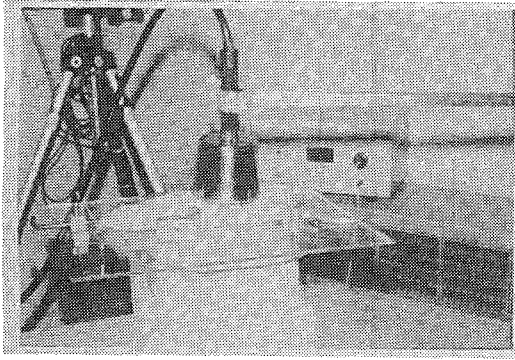


Fig. 9,

熱器를 흰쥐의 腹部에 照準하고 皮膚에서 1cm 距離에 固定시켜 Micro波의 電力을 調節하면서 出力을 20 watt에서 4分間 加熱한 後 17 watt로 減少시킴으로써 그림 10과 같이 表面에서 44℃, 2cm와 4cm 깊이에서 각각 42℃와 40℃의 一定한 溫度를 維持할 수 있었다.

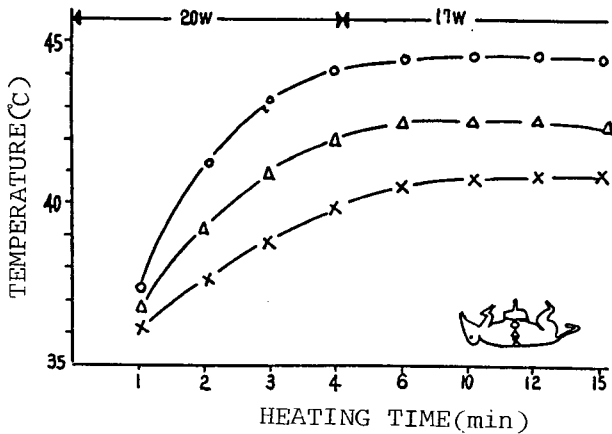


Fig. 10,

## V. 結 論

1. 電子 오븐의 Generator를 利用하여 중앙 치료용 Micro wave Hyperthermia로써의 製作이 可能하였다.
2. 2450MHZ의 Micro wave의 Thermal Depth가 2~3cm가 됨을 確認하였으며
3. 放熱안테나 끝 部分의 溫度가 1~2℃높았고
4. 放熱 Cone 直徑의 80%以內에는 거의 均等한 溫度分布를 나타내었다.
5. 實驗結果 약 20 watt에서 4分 以內에 43℃이상 加熱이 可能하였다.