

Micro wave spiral antenna의 製作과 溫度分布에 關한 研究

梨花大學病院 治療放射線科

李浩洙 · 李秉俊 · 李亮基

I. 序 論

表面에 있는 癌治療에 있어서 溫熱療法은 임상에서 效果의인 治療方法으로 報告되어 있으며 해부학적 위치와 질병의 범위에 따라 국소적 Superficial Hyperthermia를 할 수 있는 기술적인 기구가 요구되어 著者들은 振動數가 2450 MHz 이고 出力이 100watt 까지 調節이 可能한 Micro wave 溫熱裝置를 利用하여 直接 組織內까지 熱을 傳達할 수 있는 나선형 放熱 안테나를 製作하고 溫度分布을 測定하기 위하여 組織 等價物質인 Agar Phantom을 製作하여 溫度分布을 測定하여 보았다.

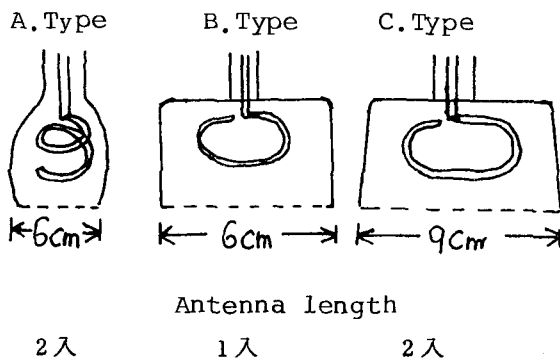


Fig. 1. MICRO WAVE APPLICATOR

II. Micro wave 放熱안테나의 製作方法

직접 組織內까지 熱을 전달할 수 있는 나선형 放熱 안테나의 製作은 熱의 放射範圍에 맞추어

cone을 利用하여 $\lambda = \frac{c}{\gamma} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ cm/sec}}{2.45 \times 10^9 \text{ /sec}}$ 을 應用하여 그림 1 과 같이 A형 B형 C형 으로 구분하고 A형 Antenna의 길이는 24 cm로 2회 전하였고 B형 Antenna의 길이는 12 cm로 1회 전, C형 Antenna의 24 cm로 구성하여 製作하였으며 각 안테나의 構造는 그림 2 와 같이 同軸電線의 끝부분에 放熱안테나를 連結하였으며 A형 안테나의 Diameter를 3 cm로 B형은 4 cm C형은 6 cm로 구성하여 그림 3 과 같이 製作完成하였다.

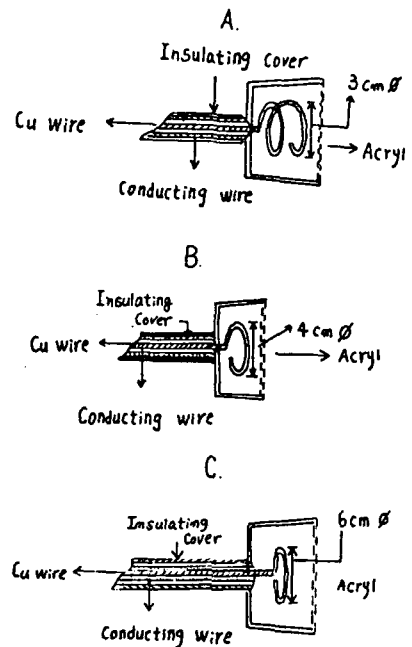


Fig. 2. Cross Section of surface heat Applicator with spiral antenna

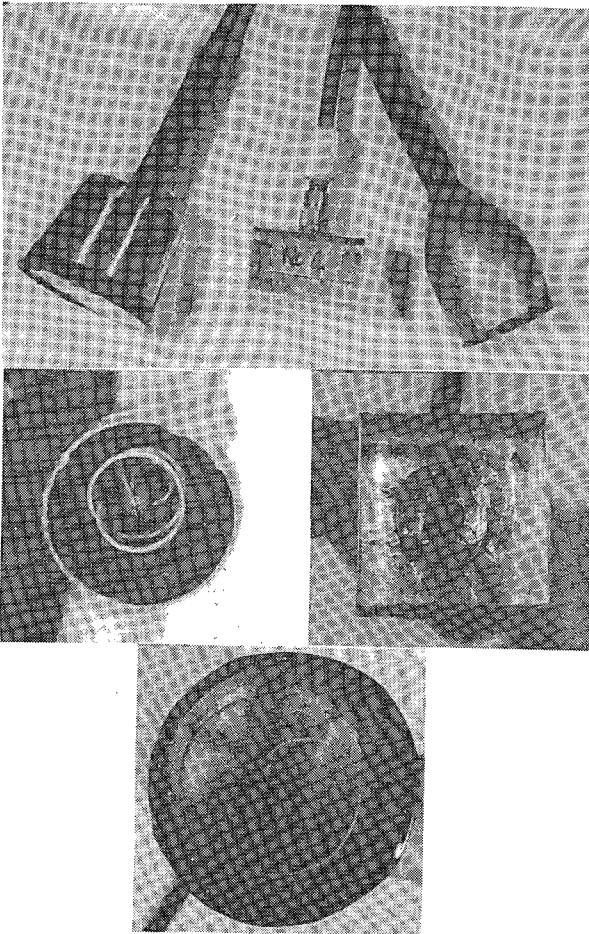


Fig.3. The shape of antenna of applicator

III. 溫度分布와 測定方法

Micro wave spiral 안테나에 의한 溫度分布를 觀察하기 위한 固形판토편은 人體 組織과 電氣的 特性이 類似한 Agar phantom 으로 製作方法은 0.24 NaCl 용액에 寒天을 넣어 100°C 로 끓인 後 굳힌 것으로 그림 4 와 같이 Agar 판토편의 中央에 자를 부착하고 Thermo couple에 연결된 Sensor 를 그림 5 와 같이 2cm 깊이에서 Applicator 의 中央까지 삽입하여 그림 6 과 같이 Applicator 를 판토편위에 고정시키고 18W-att 로 10分間 加熱한후 sensor 를 1cm 씩 뒤

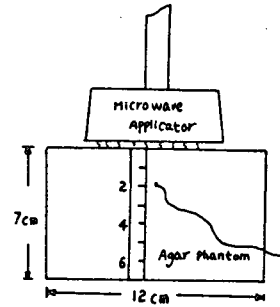


Fig4. Fig 5. View of method of measuring the thermal distribution by using agar Phantom

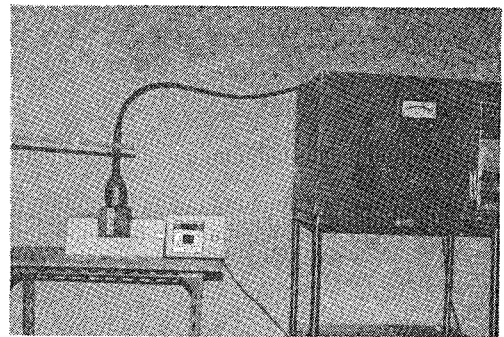


Fig6. Photograph of the measuring the thermal distribution in agar phantom

로 빼면서 溫度分布를 測定하였으며, 처음 판토편의 溫度는 35°C 에서 시작하였다. 이때 溫度分布는 Table 1 과 같이 A형은 2cm 깊이에서 43.1°C 로 1cm 깊이에서 보다 높았으나 B형과 C형은 2cm 깊이 보다 1cm 깊이의 溫度가 높아 1회전 放熱안테나의 溫度分布가 均等함을 알 수 있었다.

平면에 대한 溫度分布는 앞에서와 같은 方法으로 10分間 加熱한 後 그림 7 과 같은 Thermography film 을 부착하여 그림 8 과 같은 溫度分布를 測定하였으며 平面의 溫度分布는 A형에서 40°C 의 溫度分布가 幅 3cm φ 로 B형은 3.5cm φ C형은 5.7cm φ 로 分布되었다. (Fig9)

Table 1. 각 Antenna 의 깊이 에 따른 溫度 分布

Depth (cm) \ Type	1	2	3	4
A	42.6°C	43.1°C	42.4°C	35.2°C
B	45.6°C	42.4°C	41.6°C	40.2°C
C	44.9°C	42.7°C	39.4°C	36.3°C

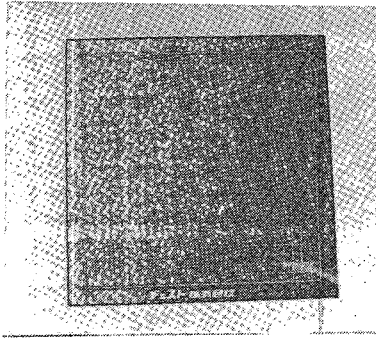


Fig7. Liquid crystal

각 안테나 의 모양 에 따른 70 % 의 X軸 溫度 分布 는 그림 10 에 서 와 같 이 A형 溫度 分布 는 약 2.7 cm ϕ B형 은 3.8 cm ϕ C형 은 5.3 cm ϕ 로 分布 되 어 있 으 며 Y軸 에 대 한 溫度 分布 는 A형 은 2.5 cm ϕ B형 은 3.3 cm ϕ C형 은 3.6 cm ϕ 로 分布 되 어 1 회 전 안테나 의 溫度 分布 는 不均 等 함 을 알 수 있 으 다. (Fig11)

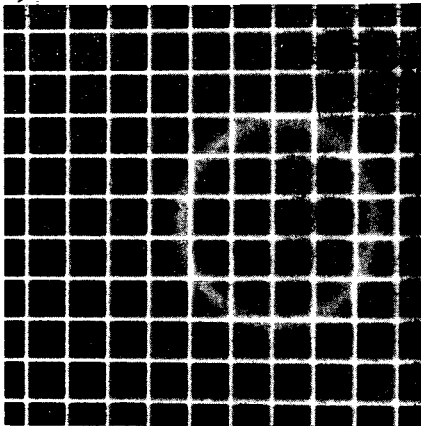


Fig8. Distribution of temperature at surface by using liquid crystal

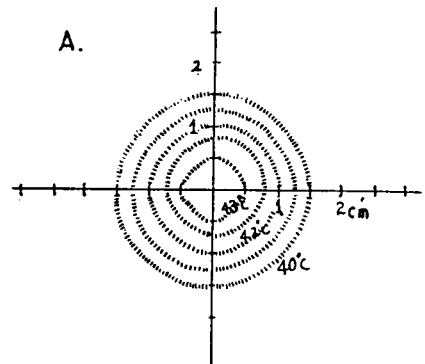
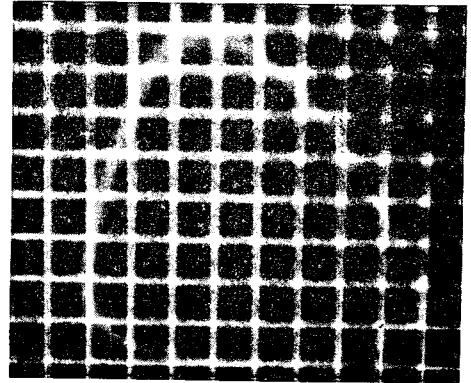
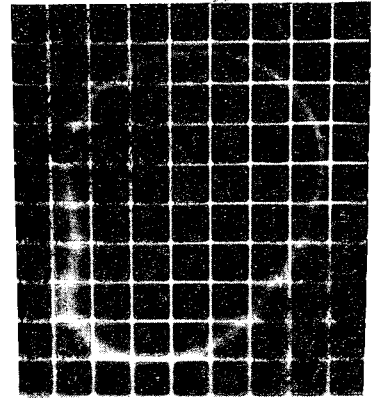


Fig9-1. Thermal flatness with 3 cm ϕ micro wave spiral antenna

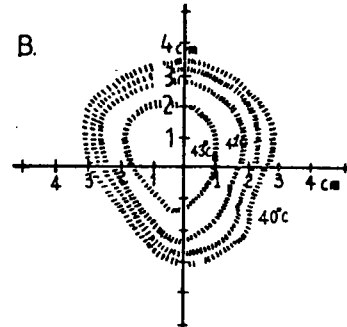


Fig9-2. Thermal flatness with 4 cm ϕ micro wave spiral antenna

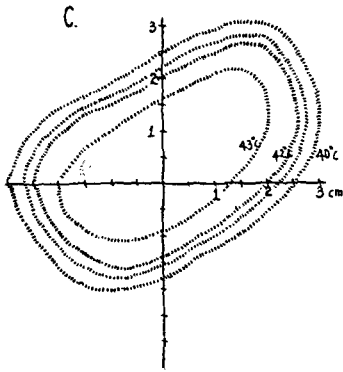


Fig9-3. Thermal flatness with 6cm ϕ Micro spiral antenna

각 안테나의 깊이에 따른 온도 분포는 그림 12와 같이測定되었으며 42°C의 온도 분포는 A형에서는 약 2cm 깊이까지 B형은 약 3cm C형은 약 2.5cm 까지 分布되어 있으며 40°C의 온도 분포는 그림 13과 같이 A형은 약 2.5cm B형은

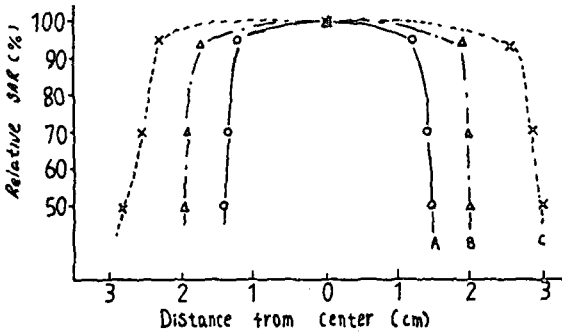


Fig10. Graph of the thermal distribution at X-axis in each antenna shape

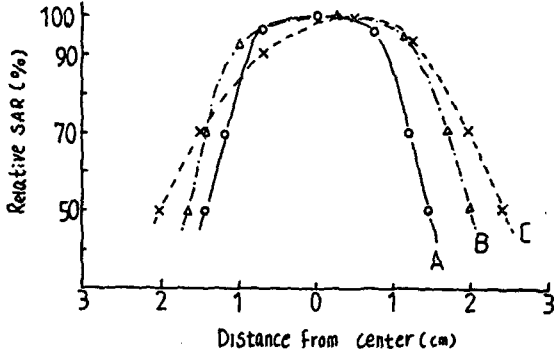


Fig. 11. Graph of the thermal distribution at Y-axis in each antenna shape

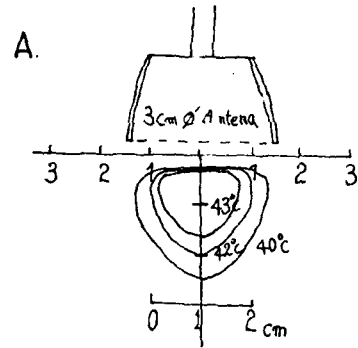


Fig. 12-1 Thermal distribution by Depth heating Antenna

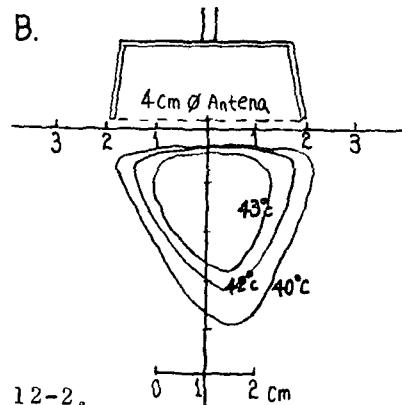


Fig 12-2. Thermal distribution by Depth heating Antenna

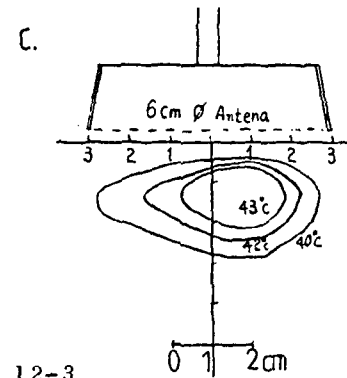


Fig 12-3. Thermal distribution by Depth heating Antenna

약 4 cm C형은 약 3 cm 깊이까지 分布 되었으며 안테나의 길이가 마이크로파 길이일때 가장 깊게 分布됨을 알수 있었다.

이상과 같은 實驗과정에서 많은 어려움이 따랐으며 앞으로 개선되어야 할 문제점을 상당히 발견할 수 있었다.

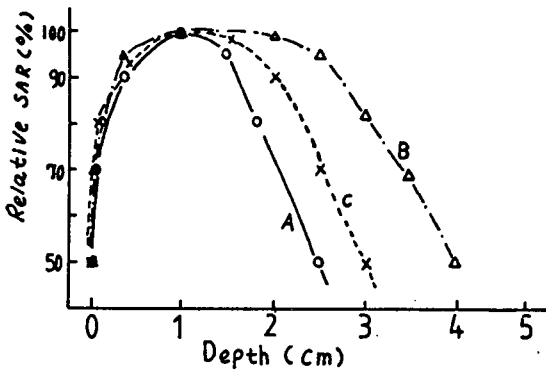


Fig 13. Thermal depth dose by heat spiral antenna

IV. 結 論

1. SPIRAL 회수가 많을수록 溫度分布가 均等하였다.
2. 방열안테나의 내경이 4 cm일때 가열 깊이가 3.5 cm로 가장 깊었으며,
3. ANTENNA의 내경이 6 cm일때 不均等分布를 이루었으며 가열 깊이가 2.5 cm로 낮았다.
4. ANTENNA의 길이가 마이크로파 길이일때 가장 가열이 잘 되었다.
5. 1 회전 ANTENNA에서 끝부분의 溫度가 높았다.
6. 2 회전 ANTENNA에서 溫度分布는 1 cm 깊이보다 2 cm깊이의 온도가 높았으나 1 회전 ANTENNA에서는 2 cm 보다 1 cm 깊이의 溫度가 높았다.

References

1. Arcangeli, G.E. Barni, A. Ciovadalli, F. Mauro, D. Morelli, C. Nervi, M. Spano and A. Tabocchini (1980), Effectiveness of

microwave hyperthermia combined with ionizing radiation: Clinical results on neck node metastases, *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.*, 6: 143-148.

2. Arcangeli, G., A Civadalli, C. Nervi and G. Creton (1983), Tumor control and therapeutic gain with different schedules of combined radiotherapy and local external hyperthermia in human cancer, *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.*, 9:1125-1134.
3. Bicher, H. I., Hetzel, F. W., T. S. Sandhu, S. Frinak, P. Vaupel, M. D. O'Hara and T. O'Braian (1980a), Effects of hyperthermia on normal and tumor microenvironment, *Radiology*, 137: 523-530.
4. Bolmsj, M., Lo. Hafstr M.A. Hugander, P-E. J nsson and B. Persson (1982), Experimental set-up for studies of microwave in rats, *Phys. Med. Biol*, 27: 397-406.
5. Dewey, W. C. (1984), Interaction of heat with radiation and chemotherapy, *Cancer Research (Suppl.)*, 44:4714s-4720s.
6. Dewey, W. C. L. E. Hopwood, S. A. Sapareto and L. E. Gerwech (1977), Cellular responses to combinations of hyperthermia and radiation, *Radiology*, 12: 463-474.
7. Dudar T.E. and R.L. Jain (1984), Differential response of normal and tumor microcirculation to hyperthermia, *Cancer Research*, 44: 605-612.
8. Eddy, H.A. (1980), Alterations in tumor microvasculature during hyperthermia, *Radiology*, 137: 515-521.
9. Freeman, M.L., E.V. Holahan, D.P. Highfield, G.P. Raphost, O.J. Spiro and W.C. Dewey (1981), The effect of pH on hyperthermic and x ray induced cell killing, *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.*, 7:211-216.
10. Gerner, E.W., R. Boone, W.G. Connor, J.A. Hicks and M.L.M. Boone (1976), Transient thermotolerant survival responses produced by single thermal doses Hela cells, *Cancer Research*, 36:1030-1040.