



Title	Hyperthermiaにおける温度情報のコンピュータ処理
Author(s)	津村, 昌; 中島, 俊文; 梅川, 智三郎 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1983, 43(12), p. 1426-1428
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/17192">https://hdl.handle.net/11094/17192</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 研究速報

## Hyperthermia における温度情報のコンピュータ処理

大阪市立大学医学部放射線医学教室

津村 昌 中島 俊文 梅川智三郎 田中 正博  
松岡 利幸 伊藤 敬三 小野山靖人

(昭和58年9月16日受付)

(昭和58年10月17日最終原稿受付)

Computerized Processing of Temperature Data in the  
Hyperthermic TreatmentMasashi Tsumura, Toshifumi Nakajima, Tomosaburo Umekawa, Masahiro Tanaka,  
Toshiyuki Matsuoka, Keizo Itoh and Yasuto Onoyama  
Department of Radiology Osaka City University Medical School

Research Code No.: 601

Key Words: Hyperthermia, Computerized processing,  
Equivalent time

Computerized processing of temperature data in hyperthermia was attempted for the quantitative evaluation of the treatment. Temperatures in the tumor and surrounding normal tissues were measured by copper constantan thermocouple probes and recorded on the chart-recorder. Temperature data were stored in the floppy disc by tracing the temperature curves. This system provided us mathematical parameters of the temperature data (maximum, minimum, median, average, standard deviation) and made it possible to describe the hyperthermic treatment quantitatively.

Furthermore, the equivalent time, by which heat exposure was converted to time at reference temperature, was introduced to evaluate the treatment sessions.

## 1. はじめに

最近、放射線抵抗性悪性腫瘍に対し、Hyperthermia 併用放射線療法が広く用いられているが、現在その治療効果を客観的に評価する方法は確立されていない。熱が腫瘍に与える効果は加温量すなわち heat dose に依存し、その評価には空間的な温度分布とその治療における時間経過が必要となる。今回我々は、測定された温度をコンピュータを用いて処理し、温度情報の保存ならびに Hyperthermia により腫瘍に与えられる heat dose の表現を試みたので報告する。

## 2. 方法

Hyperthermia は放射線照射後直ちに加温し週

2 回計 8 ~ 10 回施行した。加温には山本ビータ製 6MHz・13.56MHz 加温装置、8MHz Thermotron、ミナト医科学製 2,450MHz microwave 発生装置を用いた。

温度測定は腫瘍部並びにその周辺部に刺入したエラスト内に銅・コンスタンタン熱電対を挿入し、チャートレコーダ(渡辺計測器 MC6602)上に連続的に記録した。次にコンピュータ(SIEMENS 製 EVADOS)の図形入力装置を用いてレコーダに記録されたデータをトレースし A/D 変換を行ないデジタルデータとして floppy disc へ入力した。さらにこの floppy disc の情報を用い、1 分毎の温度情報を 0.5°C 間隔で整理した度数分布、温度情報

のパラメータ (maximum, minimum, median, average, standard deviation 値) をそれぞれの温度計測点につき求めた。

### 3. 結 果

コンピュータにより表示されるデータは

- 1) 患者の個人情報(治療番号, 病名, 名前, 年齢, 性, 治療日)
- 2) 経時的温度変化の図形表示
- 3) 1分毎の温度情報の度数分布

Table 1 a) Frequency distribution. The change of temperature was recorded with the passage of time and stored in the floppy disc as data of every one minute. The frequency distribution of the data was displayed at intervals of 0.5°C.

Number	Lower Limit	Upper Limit	Frequency
1	36.00	36.50	0
2	36.50	37.00	1
3	37.00	37.50	0
4	37.50	38.00	1
5	38.00	38.50	2
6	38.50	39.00	2
7	39.00	39.50	0
8	39.50	40.00	2
9	40.00	40.50	1
10	40.50	41.00	2
11	41.00	41.50	0
12	41.50	42.00	2
13	42.00	42.50	2
14	42.50	43.00	17
15	43.00	43.50	22
16	43.50	44.00	0

Class Interval=0.50  
 Number of Class=16  
 Number of Data=54

Table 1 b) Parameters of the hyperthermic treatment. The stored data were mathematically processed and the parameters of the hyperthermic treatment (maximum, minimum etc.) were obtained.

Data No.	1	2	3
Maximum	43.4529	42.2265	42.1880
Minimum	35.8449	32.8819	33.1224
Median	42.7213	41.8279	41.2924
Average	41.7885	40.7804	40.5530
Standard deviation	2.07829	2.23296	2.10382

(temperature °C)

4) 温度情報のパラメータ値 (maximum, minimum 値など) である。

Table 1 は収集した温度データをプリントアウトしたもので Table 1a は腫瘍部測定点における温度経過の度数分布, Table 1b は腫瘍部ならびにその周辺正常組織 2 点における温度情報のパラメータ値を示す。つまりこの治療は腫瘍部測定点で 42.5°C 以上 43.0°C 未満で 17 分間, 43.0°C 以上, 43.5°C 未満で 22 分間加温したことになり, maximum 43.5°C, median 42.7°C, average 41.8°C の加温を行なったと表現できる。また正常組織 2 点における最高温度はそれぞれ 42.2°C, 42.1°C となる。(Table 1 はコンピュータよりプリントアウトされたものをレタリングしたものである)

### 4. 考 案

Hyperthermia の治療効果を評価するためには、体内の等温度分布を表示することで治療状態を把握する空間的評価と、治療中の温度変化をみる経時的な評価が必要である。その評価の基礎となる温度測定は電磁波環境下では物理学的に種々の難点があるため容易ではなかったが、我々は銅・コンスタンタン熱電対を自作し、加温中の連続温度測定を可能とした<sup>1)</sup>。そして得られた温度情報をコンピュータ処理することにより温度情報の保存を可能としさらに種々のパラメータを求め Hyperthermia 時の heat dose を表現した。

しかし heat dose には温度と時間という 2 つの因子があり数学的な処理が難しく、また従来より細胞レベルではいわれているように熱が組織に与える影響は約 43°C を境にして差がある<sup>2)~4)</sup> という生物学的な効果も考慮に入れる必要がある。そこで、温度の高さによる効果の違いを加味し equivalent time at 43°C という概念を用い heat dose を表現した<sup>5)6)</sup>。つまり治療をある一定の温度(ここでは 43°C)でおこなったと仮定したとき、実際の加温がその温度に換算するとどのぐらいの時間に相当するかという考え方である。我々は、43°C 以上では温度を 1°C 上昇させると処理時間が半分で同一の生物反応をおこし、43°C 未満では温度が 1°C 下降すると処理時間が 4 倍必要であると仮定し計算した。

$$\text{Equivalent time at } 43^{\circ}\text{C} = \sum_{i=1}^n Y_i$$

$$\begin{cases} Y_i = \Delta t \times 2^{(f(i)-43)} & (f(i) \geq 43^{\circ}\text{C}) \\ Y_i = \Delta t \times 4^{-(43-f(i))} & (f(i) < 43^{\circ}\text{C}) \end{cases}$$

$$\Delta t : \frac{\text{治療時間}}{n} \text{ (min)}$$

$f(i)$  :  $i$  番目の  $\Delta t$  における治療温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$Y_i$  :  $\Delta t \times$  (生物学的補正值)

つまり治療時間を  $\Delta t$  (min.) ごとに分割し  $\Delta t$  にそれぞれ生物学的な補正を加え (=  $Y_i$ ), 合計したものが equivalent time at  $43^{\circ}\text{C}$  となる。現在 Hyperthermia は分割加温療法が主であるがこの equivalent time を用いることにより、それぞれの治療で加温により腫瘍に与えられた heat dose が表現できるだけでなく equivalent time を加算することにより全治療経過における腫瘍に与えられた total heat dose を簡単に求めることが出来、客観的な評価が可能となると考えた。

しかし臨床的には温度の違いによる組織に与える影響は明確にされておらず、正常組織と腫瘍組織との温度による反応の違い、放射線線量との関連など種々の問題点があり、さらに基礎的実験、動物実験ならびに臨床的効果との対比を重ねる必要がある。また今回のシステムでは加温装置、温

度測定装置とコンピュータは off line であったが、これらを on line で結ぶことでデータの処理がよりスムーズとなり、コンピュータによる温度のコントロールも可能となるものと考えられ現在検討中である。

#### 文 献

- 1) 小野山靖人, 中島俊文, 梅川智三郎, 中島秀行, 谷口脩二, 津村 昌, 伊藤敬三, 泉 昭生: Radio-frequency 加温の臨床—生体内温度測定を中心—一柄川順編, 癌温熱療法, pp. 270—282, 1982
- 2) Dewey, W.C., Hopwood, L.E., Sapareto, S.A., Gerweck, M.S. and L.E.: Cellular Responses to Combination of Hyperthermia and Radiation. Radiology. 123: 463—474, 1977
- 3) Hall, E.J.: Radiobiology for the radiologist. 2nd Edit. pp. 323—348, 1978, Harper & Row, Hagerstorn, Maryland, 1978
- 4) Overgaard, J. and Suit, H.D.: Time-Temperature Relationship in Hyperthermic Treatment of Malignant and Normal Tissue in Vivo. Cancer Res. 39: 3248—3253, 1979
- 5) Sapareto, S.A., Dewey, W.C.: Thermal dose determination in cancer therapy. Program and Abstract of 2nd NAHG Meeting. 27, 1982
- 6) 柳川繁雄, 箕 正兄: Thermal Dose の概念について, Hyperthermia Radiation & Chemicals 13: 16—19, 1983