

Analysis of Temperature Rise of Agar Phantom according to Output of Hyperthermia Device

Dong-Kyung Jung¹, Mi-Hyun Han², Hwa-Hyung Lee³, Kyeong-Hwan Jeong^{1,*}

¹Department of Radiologic Technology, Daegu Health College

²Department of Nursing, Keimyung College University

³Radiation Safety Center, Kyungpook National University

Received: October 19, 2024. Revised: November 28, 2024. Accepted: November 30, 2024.

ABSTRACT

The treatment effect varies depending on the quality of the hyperthermia device and the increase in temperature. However, there is no dedicated phantom for hyperthermia device, and studies using agar phantoms have been reported. However, it is difficult to find research on the correlation between the temperature rise of agar phantoms. In this study, an agar phantom with a size of $300 \times 300 \times 200 \text{ mm}^3$ was directly produced by mixing 5% powdered agar and 95% sterilized distilled water. A digital 4-channel thermometer was inserted into the central axis of the agar phantom at 0, 5, 10, and 15 cm, and the output of the hyperthermia device was increased from 60 W to 150 W by 10 W for 60 minutes at 5-minute intervals to measure temperature and analyze the rate of increase. The maximum temperature rises in a short period of time, and the output power to reach the therapeutic effect temperature of 40.0°C was found to be 150 W. In addition, the correlation analysis between output and exposure time showed a significant correlation ($p < .05$) and increased at all depths over 10 minutes. In this study, it is believed that the relationship between the temperature rise in the hyperthermia device will be proven to be helpful in treatment effectiveness and quality control.

Keyword: High-frequency thermotherapy, Radiation oncology, Agar phantom, Quality control

I. INTRODUCTION

현대의학은 정통의학의 연구와 고도화된 과학기술의 집약으로 다수의 질병을 조기 진단하고 치료하기 위한 다양한 치료법을 제공하게 되었다^[1]. 하지만, 발전된 현대의학이라도 완벽하게 암을 진단하고 완치하는 것을 기대하기는 어렵다. 의학기술의 발전으로 기대수명이 연장됨에 따라 국내 암 발생률도 37.4%로 증가되었다^[2,3]. 또한, 국내 통계청의 악성종양 등록 산출시점 1999년 101,857명에서 2021년 277,523명까지 증가되었다^[3]. 그러므로 현대의학자들은 암 예방 및 치료를 위한 끊임없는 연구로 치료법을 개발하고 있으며, 효과가 확인된

치료법들을 복합적으로 병용해 시행하고 있다^[4,5].

최근 국내외에서 복합적 암 치료의 일환으로 정상조직에 손상을 주지 않으며 암세포를 파괴해 치료의 효과를 높일 수 있는 온열치료를 방사선치료와 병행하고 있다^[6]. 온열치료는 라디오 주파수, 초음파, 마이크로파, 원적외선과 같은 에너지를 가진 파장을 사용하여 생체의 온도를 인위적으로 40°C 이상으로 가열하는 원리이다. 구체적으로는 특정 주파수인 13.56 MHz 고주파로 인체에 비침습적인 에너지를 조사하여 선택적으로 암세포에 $42\sim 43^\circ\text{C}$ 고온의 열을 발생시켜 암세포의 괴사(necrosis) 및 세포사멸(apoptosis)을 유도하는 것이다^[7,8].

열에 의해 세포 내에 존재하는 단백질이 변성되

* Corresponding Author: Kyeong-Hwan Jeong, E-mail: jeongkh432@dhc.ac.kr +82-053-4505
Address: 15, Yeongsong-ro, Buk-gu, Daegu, Republic of Korea

어 세포사멸이 되며, 이는 암세포에 특이적으로 적용할 수 있으므로 치료 효과를 상승시킨다^[9].

2004년 국제온열치료 저널(International Journal of Hyperthermia)의 보고에 따르면 암 환자 생존율은 온열치료 시 종양 부위에서 고온의 열에너지를 많이 흡수할수록 더 높아졌다^[10]. 또한, 온열치료는 다양한 종류의 암 환자에게 부작용을 감소시키며 표준치료와 병행함으로써 치료효과가 높아진다^[11]. 온열치료기 국소부위에 열을 가하면 혈류 증가와 혈관이 확장되어 백혈구, 항체 등이 유입되면서 염증 반응의 해소를 촉진시킨다.

온열치료기의 한천팬텀 조직등가 특성분석으로 온도관리를 위한 적합한 물질의 연구가 보고되었으나 심부 깊이의 온도평가는 없다^[12,13]. 온열치료기의 온도제어 시스템 선행연구에서는 한천팬텀을 이용한 실질적 온도상승 평가가 이루어지지 않았다^[14]. 선행연구에서 나타나듯이 온열치료기의 효과는 입증되어 연구가 진행되고 있지만, 한천팬텀에 의한 온도상승 관계성의 연구는 보고되지 않았으며, 관련된 선행연구는 찾아보기 어렵다. 온열치료기 한천팬텀의 중심 깊이, 조사 시간 및 출력에 따른 온도상승에 관한 선행연구가 잘 이루어지지 않았다. 고주파 온열치료는 환자 피부에 닿아 사용하기 때문에 온도상승 관계성과 출력에 의한 온도관리 메뉴얼을 얻고자 한다. 그러므로 본 연구는 한천 팬텀을 제작하여 다양한 출력으로 고주파를 조사한 후 시간 변화에 따른 각 심부 온도상승을 분석하였다.

II. MATERIAL AND METHODS

고주파 온열치료기의 온도상승 특이성을 분석하기 위해 한천팬텀을 제작하여 출력에 의한 각 중심 깊이의 온도상승을 측정하였다.

1. 실험기기 및 재료

1.1. 실험기기

Fig. 1은 고주파 온열치료기(Hyperthermia, Tumor Cell Solution system, Celsius 42, Eschweiler, Germany)이며, 고주파 전류를 유도하여 비침습적인

에너지를 제어한다. 암 조직에 고주파 전류를 전달하여 높은 열을 발생시킨 후 복합적 암 치료에 효과적인 의료기기이다.



Fig. 1. Hyperthermia device of Celsius company.

1.2. 한천팬텀

팬텀의 주재료 한천은 아가로오스(agarose)와 아가로펙틴(agarpectin)의 2중 나선(helix) 구조로 agarose는 β -D-galactose와 3,6-anhydro- α -L-galactose의 β -1,3 결합을 형성하고, agarpectin은 agarose의 기본 구조에 갈락토오스(galactose)가 황산에스테르화(ethereal sulfate)되거나 D-glucuronic acid와 소량의 pyruvic acid가 결합되어 있다. 성분은 수분 13~24%, 당질 70~85%, 조단백질 1.5~3%, 에테르(ether) 추출물 0.2~0.3%, 조섬유 0.5~0.8%, 회분 1~3% 등으로 구성된다. 건조된 제품은 20배가량 되는 물을 흡수하고 85 °C 이하에서 녹지 않는 특이한 성질을 갖고 있다.

본 연구에서는 분말한천 5%와 멸균증류수 95%의 비율로 혼합한 후 국내 남녀 허리두께 평균 사이즈 300×300×200 mm³로 Fig. 2와 같이 한천팬텀을 제작하였다^[15].



Fig. 2. Agar phantom for analyzing the temperature rise specificity of Hyperthermia device.

1.3. 온도 측정기

디지털 4채널 온도측정기(TMS-G4-10-100SCA-M2-C42, Tempsens, Rajasthan, Canada)는 GaAs 유리섬유로 만들어졌다. GaAs 유리섬유 소자의 케이블 길이가 1.5 m, 광 커넥터 ST 표준 센서 직경 0.5 mm이다. 섬유 광 온도센서(OTG-MPK5, Opsens, Quebec, Canada)가 온도 전달 메커니즘의 GaAs 결정 온도에 따라 온도측정기에 전달하여 표면온도와 심부 온도를 측정한다. 온도측정기의 동작범위는 20 ~ 45 °C, 해상도 0.05 °C, 정확도 20 ~ 45 °C 사이, 전체영역에 대해 ± 0.3 °C, 반응시간은 500 ms로 심부 온도를 측정하였다.

2. 실험방법

실험을 시행하기 전 한천팬텀을 체온과 비슷한 온도로 상승시키기 위해 출력 100 W 조사하여, 한천팬텀의 중심 깊이 10 cm에서 36.5 ± 0.3 °C가 되었을 때 60 W ~ 150 W 출력으로 치료시간과 동일한 60 min 동안 조사하였다.

2.1. 출력 변화에 따른 온도 측정 및 증가율 분석

한천 팬텀의 심부온도를 인체 온도와 유사하게 하여 한천 팬텀 중심축에 4개의 GaAs 유리섬유 온도센스 측정기를 동시에 0, 5, 10, 15 cm에 삽입하고, 고주파 온열치료기의 출력량을 60 W ~ 150 W로 10 W 증가에 따른 5 min 간격의 온도 측정과 증가율을 분석하였다.

2.2. 심부 깊이에 따른 온도변화의 상관분석

한천 팬텀 심부 깊이에서 온도 상승변화를 SPSS Statistics 26(IBM, USA) 통계 패키지를 사용하여 Shapiro-Wilk 정규성 검정을 만족하는 데이터는 Pearson 상관분석을 시행하였고, 정규성 검정을 만족하지 않는 데이터는 Sperman 상관분석을 시행하였다. 통계적 검증은 유의수준 0.05를 기준으로 하였다.

III. RESULT

1. 출력 변화에 따른 온도측정 및 증감 분석

1.1. 심부 깊이에 의한 온도변화

고주파 온열치료기의 출력을 60 W ~ 150 W까지 상승시킨 후 온도를 팬텀 심부 온도를 측정하였다. Fig. 3은 한천팬텀 표면 0 cm에서는 0 min일 때 25.8 °C에서 시작하였으며, 최고온도는 130 W, 60 min에서 25.6 °C로 나타났다. 0 cm는 표면 온도로 상승의 효과가 없었다.

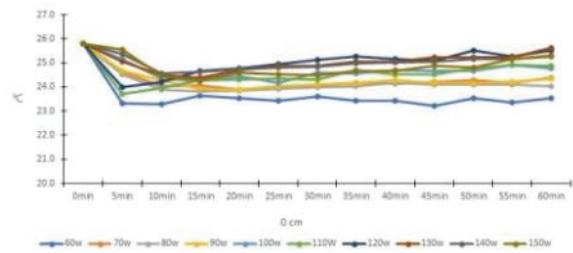


Fig. 3. Temperature change according to exposure time for each output at 0 cm.

Fig. 4는 한천팬텀 중심 깊이 5 cm에서는 0 min일 때 평균 33.6 °C에서 시작하였으며, 최고온도는 150 W, 60 min에서 45.4 °C로 나타났다. 최저출력에 의한 치료 효과 온도는 100 W, 55 min에서 40.0 °C로 나타났으며, 단시간에 의한 치료 효과 온도는 150 W, 30 min에서는 40.6 °C로 나타났다. 치료 효과가 나타나는 온도에 접근하였다.

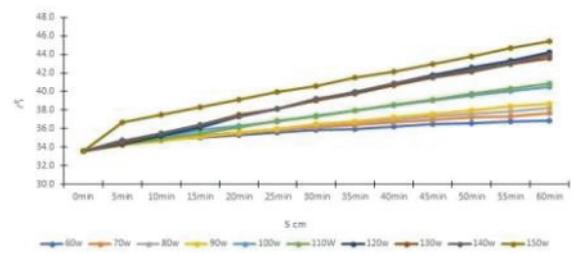


Fig. 4. Temperature change according to exposure time for each output at 5 cm.

Fig. 5는 한천팬텀 중심 깊이 10 cm에서는 0 min일 때 평균 36.6 °C에서 시작하였으며, 최고온도는 150 W, 60 min에서 45.9 °C로 나타났다. 최저출력에 의한 치료 효과 온도는 80 W, 60 min에서 40.1 °C로 나타났으며, 단시간에 의한 치료 효과 온도는 140 W는 25 min에 40.1 °C로 나타났다.

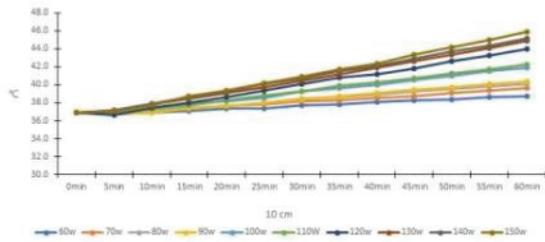


Fig. 5. Temperature change according to exposure time for each output at 10 cm.

Fig. 6은 한천팬텀 중심 깊이 15 cm에서는 0 min 일 때 평균 35.7 °C에서 시작하였으며, 최고온도는 150 W, 60 min에서 45.8 °C로 나타났다. 최저출력에 의한 치료 효과 온도는 100 W는 50 min에 40.4 °C로 나타났으며, 단시간에 의한 치료 효과 온도는 150 W, 25 min에서 40.6 °C로 나타났다.

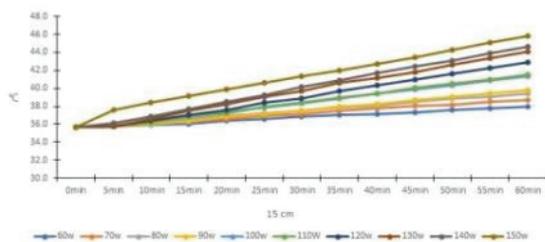


Fig. 6. Temperature change according to exposure time for each output at 15 cm.

2. 한천팬텀 깊이에 따른 온도변화 상관분석

Table 1에서 나타나듯이 한천팬텀 표면 0 cm에서 각 노출시간과 온도변화는 유의한 상관성($p < .05$)을 보이지 않았다. 출력과 온도변화는 노출시간 5 min에서만 유의한 상관성을 보이지 않았으며, 10 min 이상에서는 출력이 강해질수록 표면온도가 증가하는 양의 상관관계($p < .05$)를 보였다.

Table 2에서 나타나듯이 한천팬텀 중심 깊이 5 cm에서 모든 출력 강도에서 노출시간이 길수록 표면온도가 증가하는 유의한 상관성($p < .05$)을 보였다. 출력과 온도변화의 상관성은 5 min만 유의하지 않았으며, 10 min 이상에서는 유의한 상관성($p < .05$)을 보이며 증가하였다.

Table 1. Correlation between temperature changes by output and exposure time at 0 cm agar phantom

Correlation between exposure time and temperature change			Correlation between output and temperature change		
Output (W)	r	p	Exposure time (min)	r	p
60	-.138	.654	0	.	.
70	.114	.711	5	.607	.062
80	.056	.856	10	.816	.004
90	-.095	.758	15	.792	.006
100	.152	.620	20	.899	<.001
110	.216	.478	25	.857	.002
120	.511	.074	30	.798	.006
130	.318	.290	35	.836	.003
140	.025	.936	40	.841	.002
150	-.052	.856	45	.872	.001
			50	.831	.003
			55	.913	<.001
			60	.902	<.001

Table 2. Correlation between temperature changes by output and exposure time at 5 cm agar phantom

Correlation between exposure time and temperature change			Correlation between output and temperature change		
Output (W)	r	p	Exposure time (min)	r	p
60	.968	<.001	0	.	.
70	.985	<.001	5	.073	.840
80	.993	<.001	10	.755	.012
90	.998	<.001	15	.963	<.001
100	.998	<.001	20	.925	<.001
110	1.000	<.001	25	.949	<.001
120	.999	<.001	30	.958	<.001
130	.998	<.001	35	.967	<.001
140	.999	<.001	40	.971	<.001
150	.986	<.001	45	.969	<.001
			50	.971	<.001
			55	.974	<.001
			60	.975	<.001

Table 3에서 나타나듯이 한천팬텀 중심 깊이 10 cm에서 각 노출시간과 온도변화는 유의한 상관성($p < .05$)을 보이며 증가하였다. 출력과 온도변화의 상관성은 노출시간 5 min에서만 유의하지 않았으며, 10 min 이상에서는 출력이 강해질수록 표면온도가 증가하는 유의한 상관성($p < .05$)을 보였다.

Table 3. Correlation between temperature changes by output and exposure time at 10 cm agar phantom

Correlation between exposure time and temperature change			Correlation between output and temperature change		
Output (W)	r	p	Exposure time (min)	r	p
60	.991	<.001	0	.	.
70	.996	<.001	5	.503	.138
80	.995	<.001	10	.903	<.001
90	.993	<.001	15	.964	<.001
100	.997	<.001	20	.985	<.001
110	.996	<.001	25	.988	<.001
120	.996	<.001	30	.987	<.001
130	.998	<.001	35	.991	<.001
140	.999	<.001	40	.990	<.001
150	.998	<.001	45	.991	<.001
			50	.991	<.001
			55	.991	<.001
			60	.990	<.001

Table 4에서 나타나듯이 한천팬텀 중심 깊이 15 cm에서 노출시간과 온도변화는 모든 출력 강도에서 유의한 상관성(p<.05)을 보이며 증가하였다. 출력과 표면온도는 노출시간 5 min만 유의한 상관성을 보이지 않았으며, 10 min 이상에서는 유의한 상관성(p<.05)을 보이며 증가하였다.

Table 4. Correlation between temperature changes by output and exposure time at 15 cm agar phantom

Correlation between exposure time and temperature change			Correlation between output and temperature change		
Output (W)	r	p	Exposure time (min)	r	p
60	.997	<.001	0	.	.
70	.998	<.001	5	.532	.113
80	.999	<.001	10	.927	<.001
90	.996	<.001	15	.907	<.001
100	.999	<.001	20	.939	<.001
110	.998	<.001	25	.959	<.001
120	.998	<.001	30	.972	<.001
130	.998	<.001	35	.983	<.001
140	.998	<.001	40	.986	<.001
150	.996	<.001	45	.991	<.001
			50	.992	<.001
			55	.991	<.001
			60	.993	<.001

IV. DISCUSSION

암은 세포분열을 무제한 증식하여 정상 세포가 변이된 것이다^[16]. 치료를 위해 외부에서 일정한 온도만 주어도 쉽게 사멸되는 결과를 보고하였다^[17]. 온열치료는 산소 재생효과와 병행하면 암 조직에 치료 감수성을 증가시켜 치료효과를 상승시킬 수 있다. 본 연구에서는 한천 팬텀을 인체로 가정하여 고주파 온열치료기의 출력과 노출 시간에 따른 온도의 측정으로, 출력량에 따른 인체 온도변화를 추정하여 출력과 노출 시간의 관리에 대한 가이드라인을 제시하고자 시도되었다.

선행연구에서 온열치료기 한천팬텀 조직등가 특성분석으로 온도관리를 위한 적합한 물질의 연구가 보고되었으나 심부 깊이의 온도평가는 시행하지 않았다^[12,13]. 온열치료기의 온도제어시스템 선행연구는 한천팬텀을 이용한 실질적 온도상승 평가가 이루어지지 않았다^[14]. 선행연구에서 나타나듯이 온열치료기의 효과는 입증되어 연구가 진행되고 있지만, 한천팬텀에 온열치료기의 출력과 온도상승 관계성의 연구는 보고되지 않았으며, 관련된 선행연구는 찾아보기 어렵다.

본 연구 결과에서 출력에 의한 각 깊이의 최고온도 중심 깊이 0 cm는 25.8 °C에서 60 min 후 모든 출력의 평균온도가 24.8 °C로 나타났다. 0 cm는 대기에 의해 온도상승의 효과가 나타나지 않았다. 하지만, 중심 깊이 5 cm, 33.6 °C에서 출력 150 W는 45.4 °C로 11.8 °C 증가하였고, 중심 깊이 10 cm, 36.9 °C에서 출력 150 W는 45.9 °C로 9.0 °C 증가하였고, 중심 깊이 15 cm, 35.7 °C에서 출력 150 W는 45.8 °C로 10.1 °C 증가하였다. 최고 출력이 가장 높은 온도로 상승시켰으며, 단시간에 치료 효과 온도 도달의 출력도 150 W가 소요시간이 적었다.

출력과 노출시간의 상관분석은 모든 중심 깊이에서 10 min 이상이 유의한 상관성(p<.05)을 보이며 증가하였다. 최소 10 min 이상일 경우에 온도의 상승이 나타나므로 온열치료는 최소 10 min 이상 시행되어야 하며 환자에게 부가적인 치료효과 시간에 관한 설명이 필요하다.

악성 암 환자에게 방사선치료와 병행한 온열치

료기의 효과는 입증되어 치료에 도움을 많이 주고 있다. 본 연구는 치료를 위한 출력과 노출 시간에 대한 근거 마련을 위해 시도되었으며, 온열치료기의 온도상승 관계성 및 정도관리에 관한 중앙학과 임상에서 환자의 화상 예방 및 치료 효과에 도움이 될 수 있으며, 출력에 따른 시간별 온도 상승률을 비교 검토하여 적절한 관계식을 유도할 수 있을 것이라는 생각된다.

V. CONCLUSION

고주파 온열치료기는 암 치료 과정에서 인체 내의 세포와 조직의 부작용을 최소화하여 정상적인 생체조직을 유지하는 반면 상대적으로 암세포만 손상을 주어 임상 치료분야에서 널리 사용되는 온열치료법이다. 하지만 온열치료는 환부에 접촉하여 사용하기 때문에 고주파 온열치료기의 정도관리가 필수적이어야 한다.

이 연구에서는 온열치료 온도의 적합한 출력에 따른 시간별 온도 상승률을 분석하여 임상에서 사용하는 온열치료 운영자에게 출력량과 시간을 기반으로 온도상승을 제시하고자 한다.

Reference

[1] K. K. Kim, "Changes in the Prospect of Modern Medicine and Legal Responsibility", *Bio-Medical and Law*, Vol. 25, pp. 5-42, 2021. <http://dx.doi.org/10.22397/bml.2021.25.5>

[2] E. A. Seon, "A Legal and Institutional Study on the Treatment Improvement in Cancer Patients", *Korean Public Land Law Association*, Vol. 95, pp. 179-197, 2021. <http://dx.doi.org/10.30933/KPLLR.2021.95.179>

[3] KOSIS, 2024.02.05, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=117&tblId=D_T_117N_A00025&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=F_35&scrId=&seqNo=&lang_mode=ko&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE&path=%252FstatisticsList%252FstatisticsListIndex.do

[4] Y. H. Lee, Y. K. Oh, H. Y. Kim, et. al, "Assessment for the Temperature according to the Electrode Diameter of Radio Frequency Hyperthermia Using Agar Phantom", *Progress In Medical Physics*,

Vol. 25, No. 1, 2014. <http://dx.doi.org/10.14316/pmp.2014.25.1.1>

[5] M. S. Kang, "Development of Small-molecule drugs of Cancer therapy that modulate Biological activities of First-in-class targets", Department of Fundamental Pharmaceutical Sciences Graduate School, Kyung Hee University, 2023.

[6] Mustafa Raouf, Brandon T. Cisneros, Stuart J. et. al., "Tumor Selective Hyperthermia Induced by Short-Wave Capacitively-Coupled RF Electric-Fields", Vol. 8, No. 7, pp. e68506, 2013. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0068506>

[7] S. Wedepohl, M. Molina Soler, M. Asadian-Birjand, L. Fechner, E. Glitscher, J. Bergueiro Álvarez, M. Calderón, "32nd Annual Meeting of the European Society for Hyperthermic Oncology", *Strahlentherapie und Onkologie*, Vol. 194, pp. 471-507, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00066-018-1295-1>

[8] H. Kwak, S. B. Kim, S. Y. Lee, "Therapeutic Heat and Cryotherapy in Family Medicine", *Korean Journal of Family Medicine*, Vol. 24, No. 10, pp. 2-882, 2003.

[9] J. H. Hwang, C. S. Kay, "The Study for Establishment of Protocol with Quality Assurance (QA) of Hyperthermia Cancer Therapy System in Korea", *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 20, No. 1, pp. 668-674, 2020. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2020.20.01.668>

[10] T Ohguri, H Imada, K Yahara, S Kakeda, et, al., "Effect of 8-MHz radiofrequency-capacitive regional hyperthermia with strong superficial cooling for unresectable or recurrent colorectal cancer", *International journal of hyperthermia*, Vol. 20, No. 5, 2004. <https://doi.org/10.1080/02656730310001657729>

[11] D. W. Kim, C. W. Kim, "A Study on the RF Hyperthermia System for Health Therapy", *Kor. Ins. Information & Telecommunication Facilities Engineering*, Vol. 51, pp. 54-57, 2019.

[12] J. G. Park, K. H. Jeong, J. M. Seo, "Analysis of Tissue Equivalent Characteristics of Agar Phantom for Hyperthermia Therapy", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 17, No. 6, pp. 985-991, 2023. <https://doi.org/10.7742/jksr.2023.17.6.985>

- [13] T. Ohguri, H. Imada, K. Yahara, S. et. al., "Effect of 8-MHz radiofrequency-capacitive regional hyperthermia with strong superficial cooling for unresectable or recurrent colorectal cancer", *International Journal of Hyperthermia*, Vol. 20, No. 5, 2004.
<http://dx.doi.org/10.1080/02656730310001657729>
- [14] M. G. Song, J. H. Lee, "A New Temperature Control System by PWM Control Method for Thermal Massage System", *Journal of IKEEE*, Vol. 18, No. 3, pp. 409-419, 2014.
<http://dx.doi.org/10.7471/ikeee.2014.18.3.409>
- [15] Korea statistical information service, 2022. From URL;
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=115&tblId=DT_115019_449&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=F_59_007&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE
- [16] H. J. Kwon, Y. J. Yoo, J. H. Cho, B. G. Jeon, "Study on Cytotoxic Effects of Anthelmintic Albendazole in Various Human Cancer and Normal Cell Lines", *Journal of Science Education for the Gifted*, Vol. 14, No. 3, pp. 207-217, 2022.
<https://doi.org/10.29306/jseg.2022.14.3.207>
- [17] J. Y. Yang, "Analysis of effect of cooling system and water bag on body core temperature upon hyperthermia", *College of Medical Science, Korea University Major of Medical physics in the college of Medica*, 2016.

고주파 온열치료기 출력에 의한 한천팬텀의 온도상승 분석

정동경¹, 한미현², 이화형³, 정경환^{1,*}

¹대구보건대학교 방사선학과

²계명문화대학교 간호학과

³경북대학교 방사선안전관리센터

요약

온열치료기의 품질 및 온도의 상승에 의한 치료효과는 다르다. 그러나 온열치료기의 전용 팬텀이 존재하지 않으며, 한천팬텀을 이용한 연구가 보고되었다. 하지만 한천팬텀 온도상승에 미치는 상관성에 관한 연구를 찾아보기 어렵다. 본 연구는 분말한천 5%, 멸균증류수 95%로 혼합하여 size 300×300×200 mm³로 한천팬텀을 직접 제작하였다. 디지털 4채널 온도측정기를 한천 팬텀 중심축 0, 5, 10, 15 cm에 삽입하고, 고주파 온열치료기의 출력량을 60 W ~ 150 W로 10 W 증가에 따른 5 min 간격으로 60 min 동안 조사하여 온도 측정과 증가율을 분석하였다. 최고온도로 단시간에 상승되며, 치료효과 온도 40.0 °C에 도달하는 출력도 150 W로 나타났다. 또한, 출력과 노출시간의 상관분석은 모든 중심 깊이에서 10 min 이상이 유의한 상관성(p<.05)을 보이며 증가하였다. 본 연구에서 온열치료기의 온도상승 관계성을 증명하여 치료효과 및 정도관리에 도움이 될 것으로 사료된다.

중심단어: 온열치료기, 방사선종양학과, 한천팬텀, 정도관리

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	정동경	대구보건대학교 방사선학과	조교수
(공동저자)	한미현	계명문화대학교 간호학과	조교수
	이화형	경북대학교 방사선안전관리센터	팀장
(교신저자)	정경환	대구보건대학교 방사선학과	겸임교수