

PENGUNAAN LANJUT TERAPI PANAS

dr.Dhewi Wahani Satori
dr.Sugiarto Suwitodihardjo
dr.Fatchur Roohman

I. PENDAHULUAN

Jauh sebelumnya terapi panas banyak digunakan di bidang Rehabilitasi Medik antara lain untuk mengurangi atau menghilangkan rasa sakit atau untuk membantu memudahkan latihan luas gerak sendi yang mengalami kontraktur.

Kemudian dengan dilakukannya penelitian-penelitian in vivo, in vitro dan klinik diketahui bahwa panas atau hipertermia mempunyai efek anti kanker. Apalagi kalau diberikan bersama dengan radiasi, khemoterapi atau imunoterapi. Dalam hal ini panas dapat diberikan secara lokal pada tumor atau 'whole-body'.

Sekarang sudah dapat diterima bahwa suhu di bawah 42°C untuk WBH adalah aman (7,10), sedangkan untuk lokal hipertermia adalah sekitar 43°C (3,4,5,8,13).

Apabila terapi hipertermia diberikan bersama dengan radiasi, atau khemoterapi atau imunologi akan diterapkan di Indonesia, khususnya di RS UD DR Soetomo, tentu diperlukan pakar-pakar yang trampil dengan alat hipertermia yang sesuai untuk terapi kanker. Di samping itu alat thermistor atau termometri invasif sebaiknya diganti dengan termometri non-invasif. Karena termometri invasif dapat menimbulkan :

1. Komplikasi dari jarum yang ditusukkan, seperti perdarahan, infeksi atau tumor yang akan menyebar.
2. Terbatasnya penempatan termistor secara anatomis tanpa melakukan tindakan bedah.
3. Terbatasnya informasi yang dapat diterima dari distribusi panas pada jaringan tumor dan jaringan normal.

Dalam makalah singkat ini akan membicarakan tinjauan kepustakaan panas dan alatnya yang digunakan di bidang Rehabilitasi Medik dan untuk kepentingan terapi kanker.

II. CARA PENGHANTARAN PANAS

Ada beberapa cara penghantaran panas :

1. **Konduksi** : Cara penghantaran panas melalui kontak langsung antara dua benda yang berbeda suhunya.
Misalnya : Hot pack dan paraffin bath
2. **Konveksi** : Cara penghantaran panas melalui pergerakan masa udara atau air.
Misalnya : Moist air dan Whirlpool.
3. **Radiasi** : Cara penghantaran melewati udara di mana udara tersebut tidak mengalami perubahan suhu.
Misalnya : Sinar infra-merah dan diatermi micro-wave
4. **Konversi** : Cara penghantaran panas dengan cara merubah energi non-termal menjadi energi termal.
Misalnya : Diatermi gelombang mikro , diatermi gelombang pendek dan diatermi gelombang suara.

III. PENETRASI PANAS

Menurut penetrasinya ada dua jenis terapi panas :

1. **Terapi panas dangkal/superfisial.**
Panas hanya sampai kutis atau jaringan subkutis.
Misalnya : Hidroterapi dan infra merah
2. **Terapi panas dalam.**
Panas dapat menembus sampai ke jaringan yang lebih dalam (otot tulang dan sendi).
Ada tiga jenis diatermi :
 - Diatermi gelombang mikro (MWD) : penetrasi 0-1 cm (2450 MHz)
penetrasi > 2 cm (900 MHz)
 - Diatermi gelombang pendek (SWD) : penetrasi 1 - 3 cm
 - Diatermi gelombang suara (USD) : penetrasi 3 - 5 cm

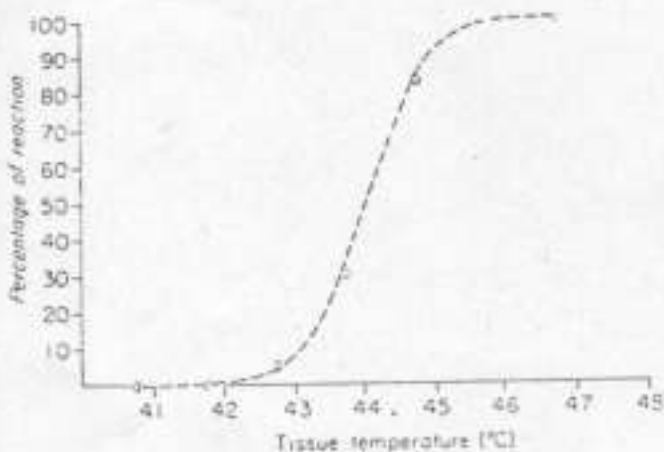
Tabel 1. Modalitas terapi panas

Cara Pemindahan Panas	Modalitas	Kedalaman
Konduksi	Hot Packs Paraffin Bath	Dangkal
Konveksi	Hydrotherapy Moist Air	
Radiasi	Infra-red	
Konversi	Shortwave Diathermy Microwave Diathermy Ultrasound Diathermy	Dalam

IV. FAKTOR-FAKTOR YANG MENENTUKAN REAKSI BIOLOGIS JARINGAN.

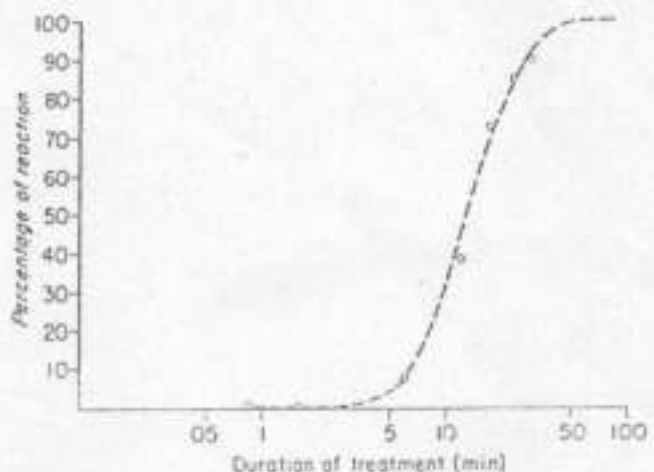
Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan (8) dinyatakan, bahwa reaksi biologis jaringan terhadap panas ditentukan oleh :

1. Suhu jaringan, di mana suhu terapi berkisar antara $40 - 45.5^{\circ} \text{C}$
 Dari gambar 1. terlihat bahwa reaksi jaringan yang paling baik adalah pada suhu terapi yang berkisar antara $43 - 45^{\circ} \text{C}$. Oleh karena itu kontrol terhadap tehnik aplikasi dan adanya dosimetri sangat penting untuk mencapai situasi panas yang diharapkan.



Gambar-1 Dependence of hyperemia on tissue temperature (Lehmann, J. F.: The biophysical basis of biologic ultrasonic reactions with special reference to ultrasonic therapy. Arch. Phys. Med. Rehabil., 34:139-152, 1953).

2. Lamanya pemanasan jaringan yang berkisar antara 3 - 30 menit.
 Dari gb.2 terlihat bahwa reaksi minimal terlihat sesudah pemanasan 5 menit dan reaksi maksimal tercapai sesudah pemanasan 30 menit. Selama penelitian suhu jaringan dipertahankan konstan.



Gambar-2 Dependence of hyperemia on duration of treatment (Lehmann, J. F.: The biophysical basis of biologic ultrasonic reactions with special reference to ultrasonic therapy. Arch. Phys. Med. Rehabil., 34:139-152, 1953).

3. Kecepatan kenaikan suhu di dalam jaringan. Makin cepat kenaikan suhu dalam jaringan oleh suatu modalitas makin cepat dicapainya reaksi biologis yang efektif dan makin lambat modalitas memberikan kenaikan suhu makin lambat tercapainya reaksi biologis yang efektif. Kedua modalitas digunakan dalam perioda yang sama.

Sebagai tambahan telah dicatat bahwa reaksi reseptor suhu lebih menonjol bila terjadi perubahan cepat dari suhu jaringan.

4. Luasnya area yang dipanasi.

V. INDIKASI UMUM (2 , 8 , 11)

Pada umumnya reaksi fisiologis yang dapat diterima sebagai dasar te rapi aplikasi panas adalah sebagai berikut :

1. Panas meningkatkan ekstensibilitas jaringan kolagen.
2. Panas mengurangi dan menghilangkan rasa sakit.
3. Panas mengurangi kekakuan sendi.
4. Panas mengurangi dan menghilangkan spasme otot.
5. Panas meningkatkan sirkulasi darah
6. Panas membantu resolusi inflamasi infiltrat, edema dan eksudat.
7. Panas telah digunakan sebagai bagian dari terapi kanker.

Hipertermia pada keganasan terutama digunakan bersama terapi radiasi. Dikatakan bahwa panas meningkatkan efektivitas ionisasi radiasi atau mengurangi dosis radiasi yang dibutuhkan untuk mencapai hasil yang sama.

VI. KONTRAINDIKASI UMUM (2 , 8 , 11)

Aplikasi panas merupakan kontraindikasi atau harus mendapat perhatian khusus pada area yang anestetik atau pada penderita yang tidak komunikatif. Pada terapi panas, sensasi rasa sakit merupakan tanda peringatan bahwa batas aman telah dilampaui. Pada keadaan di mana sensasi rasa sakit tidak ada, dosimetri tidak merupakan alat yang aman untuk mencegah panas yang berlebihan.

Pemanasan pada jaringan dengan persediaan vaskuler yang tidak adekwat merupakan kontraindikasi, karena elevasi suhu meningkatkan kebutuhan metabolisme tanpa reaksi vaskuler yang adekwat. Akibatnya adalah nekrosis iskemik.

Setiap keadaan kecenderungan perdarahan jelas meningkat pada pemanasan, oleh karena meningkatnya aliran darah dan vaskularisasi.

Jika dicurigai adanya keganasan pada daerah yang akan dipanasi, lebih aman tidak menggunakan panas, karena suhu di bawah terapi untuk kanker dapat mempercepat pertumbuhan tumor atau meningkatkan terbentuknya metastase sebagai akibat meningkatnya aliran darah dan vaskularitas. Menurut Child dkk, pada suhu 44 - 45°C tidak ditemui meningkatnya pembentukan metastase; suhu tersebut dapat dihasilkan oleh USD selama 5 - 10 menit.

Juga pemanasan pada gonad dan fetus yang sedang tumbuh sebaiknya dihindari. Testis peka terhadap panas, sedangkan ovarium tidak. Karena ovarium dilindungi oleh selaput tebal dari jaringan lunak, sehingga sukar dicapai oleh panas.

VII. REAKSI YANG TERJADI JAUH DARI DAERAH YANG DIPANASI (8)

Reaksi yang terjadi jauh dari daerah yang dipanasi dapat timbul jika suhu permukaan tubuh dinaikkan.

Jika kulit bagian tubuh, misalnya satu tungkai, dipanasi, maka akan timbul reaksi konsensual, yaitu aliran darah meningkat di tempat lain, yaitu di tungkai yang lain. Reaksi konsensual kurang menonjol dari pada reaksi lokal dan intensitasnya tergantung dari luasnya daerah yang dipanasi. Dengan kata lain tergantung dari asupan saraf (neural input).

Jika kulit dipanasi tanpa memanasi otot, pembuluh darah otot tidak mengalami vasodilatasi atau bahkan vasokonstriksi, yang artinya sama dengan mekanisme regulasi suhu tubuh yang mengalihkan aliran darah ke kulit untuk penggantian dan mengurangi aliran ke organ yang tidak aktif.

Jika kulit dinding abdominal dipanasi, terjadi kepuatan pada selaput lendir lambung dan keasaman lambung berkurang.

Telah diteliti terjadi relaksasi otot polos traktus gastrointestinal selama pemanasan dangkal. Keadaan ini dinyatakan dengan menurunnya peristaltik, yang merupakan dasar menghilangnya kejang gastrointestinal. Juga otot polos uterus relaksasi yang mengakibatkan kejang haid berkurang.

Pemanasan pada jaringan superfisial jelas menghasilkan relaksasi otot bergaris dan bahkan dapat melindungi dari spasme otot. Reaksinya mungkin terjadi sebagai akibat refleksi alamiah dan dipacu oleh efek pada reseptor suhu di dalam kulit. Juga diketahui bahwa stimulasi kulit di daerah leher mengurangi aktivitas serat gamma yang mengakibatkan menurunnya rangsangan spindel. Keadaan ini dapat menerangkan mengapa pemanasan dangkal mengurangi spasme otot. Dikatakan bahwa pemanasan mempunyai efek psikologik.

Beberapa reaksi dapat timbul oleh elevasi suhu tubuh yang akan menimbulkan reaksi yang biasa dijumpai pada mekanisme regulasi suhu tubuh. Panas juga digunakan sebagai stimulus counterirritant pada kulit untuk menghilangkan rasa sakit. Menghilangkan rasa sakit dapat diterangkan dengan teori Melzack dan Wall atau dengan cara kerja endorfin.

Ringkasnya reaksi panas yang terjadi jauh dari daerah yang dipanasi terbatas dalam jumlah, daerah dan luasan. Mereka selalu kurang menonjol dibandingkan dengan reaksi yang terjadi secara lokal pada daerah yang suhunya meningkat.



VIII. EFEK PANAS PADA KANKER (12)

1. Sel-sel kanker sangat peka terhadap sinar panas.

Hasil-kasil penelitian menunjukkan bahwa panas *in vivo* merusak sel tumor secara selektif. Penemuan-penemuan dari hasil observasi dengan mikroskop menunjukkan bahwa panas yang berkisar antara 41-43°C terutama merusak sel ganas tanpa merusak sel normal, seperti fibroblas dan sel endotel. Penelitian ini dikonfirmasi dengan mikroskop elektron.

Penelitian *in vitro* menunjukkan bahwa sesudah terjadi transformasi kimia sel ganas dari sel prostat tikus kepekaan terhadap panas meningkat pada suhu 43°C dari pada sel normal. Keadaan ini ditunjang oleh penelitian lain pada fibroblast manusia dengan virus yang ditransformasi. Mereka menemukan bahwa kepekaan panas 43°C menonjol pada kedua sel yang dipelihara dan tidak dipelihara dan bahwa keganasan menunjukkan sesuatu karakteristik yang penting yang berhubungan dengan kenaikan kepekaan panas. Penelitian lain menunjukkan bahwa kenaikan kepekaan suhu 41-41,6°C tidak dapat dikonfirmasi pada sel tikus yang ditransformasi *in vitro* dengan virus polyoma atau SV 40, tetapi jika sel sama ditransformasi secara kimia oleh radiasi atau oleh virus yang sama *in vivo* terlihat jelas inhibisi proliferasi sel sesudah pemanasan sedang.

Dapat disimpulkan di sini bahwa sel ganas yang dipanaskan 41-43°C kelihatannya secara selektif dirusak oleh panas. Tetapi jika sel dipanaskan lebih dari 43°C, dirusaknya sel ganas secara selektif oleh panas lebih diragukan.

2. Efek panas pada DNA, RNA dan sintesa protein.

Penelitian menunjukkan bahwa sintesa RNA dengan cepat dan jelas dihambat sesudah diberikan pemanasan, DNA dan sintesa protein kelihatannya juga dipengaruhi, sungguhpun kemudian dinyatakan bahwa efek pada sintesa RNA terutama pada sintesa DNA dan protein. Inhibisi sintesa RNA ini ditemukan berhubungan dengan sintesa 45 S precursor RNA dan perubahan 45 S RNA 28 S yang masak dan 18 S RNA. Umumnya observasi dibuat pada kondisi *in vitro* sesudah pemanasan sekitar 42°C, tetapi juga dilakukan observasi morfologi dengan efek yang sama pada tumor yang padat secara *in vivo*.

Menurunnya sintesa RNA tidak hanya diobservasi pada sel ganas, tetapi juga pada sel dengan kondisi sama dari jaringan-jaringan normal, seperti sel-sel ginjal, hati dan embrio. Observasi lebih lanjut mengenai efek sementara dengan pemulihan lengkap sintesa RNA dalam waktu 1-2 hari.

Kiranya inhibisi reversibel dari sintesa inti merupakan fungsi terbatas terhadap kenaikan suhu di bawah 43°C. Di atas suhu kritis ini kerusakan inti dapat berkembang menjadi denaturasi ireversibel dari protein khromosom.

3. Efek panas pada siklus sel.

Karakteristik efek panas pada sel ganas adalah menghambat mitosis, tetapi sekali lagi, observasi dilakukan terhadap sel normal dan ganas. Panas menghambat 'entry' dari sel menjadi mitosis dan juga progresivitasnya. Tetapi efek ini terutama hanya sementara dan jika sel-sel tetap dalam kondisi pertumbuhan yang baik, kemampuan proliferasi dapat diperbaiki.

Kepekaan suhu terhadap kerusakan siklus sel bervariasi. Mitosis sel dan fase-S lanjut telah diobservasi mempunyai kepekaan yang tinggi.

Sejumlah penelitian telah dilakukan dan menunjukkan bahwa sel tumor yang tidak proliferasi dapat lebih peka dari pada sel yang aktif pertumbuhannya. Faktor lingkungan memegang peranan penting untuk menentukan kepekaan panas.

4. Efek panas pada respirasi dan glikolisis

Penelitian *in vivo* dan *in vitro* menunjukkan dengan jelas depresi atau inhibisi metabolisme oksidatif di dalam sel tumor yang dipanasi, pada hal glikolisis anaerob hanya sedikit ditekan sesudah pengobatan panas dalam waktu lama.

Mengapa metabolisme aerobik sel tumor mengurang tidak dijelaskan, tetapi beberapa penelitian menduga bahwa fungsi kepekaan panas terletak di membran mitochondrial dalam sel ganas.

Semua penelitian yang juga dikerjakan pada sel non-ganas, pemanasan dengan dosis yang sama tidak meniadakan inhibisi respirasi yang sama. Oleh karena itu disimpulkan bahwa berkembangnya penekanan respirasi hanya pada sel ganas.

5. Efek panas pada lisosom.

Penelitian ultrastruktur dan histokimia terhadap pengobatan tumor padat *in vivo* dengan panas menunjukkan bahwa berkembangnya lisosom di dalam sitoplasma sel tumor merupakan kejadian yang penting selama beberapa jam sesudah pengobatan. Pengukuran kuantitatif dari aktivitas enzim lisosom sesudah pengobatan panas menunjang akibat morfologis tersebut. Lisosom kelihatannya berkembang sesudah pengobatan tumor *in vivo*; tetapi juga pengobatan *in vitro* berhubungan dengan pembentukan lisosom di dalam sitoplasma sungguhpun dalam jumlah lebih sedikit.

Aktivitas lisosom yang sedikit meningkat dapat diobservasi pada sel non-ganas, tetapi karena lisosom sel tumor lebih labil terhadap panas dari pada sel normal, kapasitas destruksi meningkat secara selektif pada sel tumor ganas.

6. Pengaruh lingkungan terhadap panas.

Penelitian menunjukkan kenyataan bahwa sel tumor yang dipanasi dalam kondisi *in vivo* lebih peka terhadap kerusakan panas dari pada sel yang

sama bila dipanasi in vitro.

Penelitian morfologis terhadap percobaan sel tumor sesudah pengobatan panas menunjukkan dengan jelas dan selektif kerusakan sel tumor diseluruh bagian tumor. Tetapi pada kerusakan, di mana pemanasan kurang efisien sel yang dirusak terutama di bagian tengah tumor yang non-proliferatif, padahal sel tepi yang proliferasif lebih sedikit resisten terhadap panas.

Penelitian lain menunjukkan bahwa dalam keadaan hipoksia, sel tumor lebih peka terhadap kerusakan panas dari pada dalam lingkungan aerobik yang normal. Dari bermacam-macam percobaan, kepekaan bervariasi, tetapi variasinya mungkin disebabkan oleh penggunaan sel tumor yang bermacam-macam, media inkubasi dan terutama teknik yang digunakan bermacam-macam untuk aplikasi hipoksia.

Seperti telah dikatakan terdahulu, bahwa sel-sel yang kepadatannya dihambat mungkin di bawah pengaruh tertentu lebih peka terhadap panas dari pada sel-sel yang sedang bertumbuh. Sama halnya, dalam keadaan hambatan proliferasi, kekurangan nutrisi, meningkatkan kepekaan panas dari sel tumor.

Faktor-faktor lingkungan ini semuanya dapat menghambat proliferasi sel dan merubah metabolisme sel tumor kepada jenis yang lebih glikolitik dengan akumulasi asam laktat. Dalam lingkungan tumor dengan miskin vaskularisasi dan sebagai konsekwensinya terjadi penggantian yang tidak efisien antara ruang vaskular dan ekstrasel/intrasel, meningkatnya konsentrasi asam laktat akan meningkatkan keasaman. Penelitian in vitro, menunjukkan bahwa meningkatnya keasaman lingkungan, meningkatkan kepekaan tumor terhadap panas. Suatu kemungkinan bahwa efek kondisi yang dimodifikasi seperti tersebut di atas (hipoksia, inhibisi densitas, nutrisi yang kurang) merupakan konsekwensi langsung dari penurunan pH.

Crile mengobservasi bahwa tumor yang diobati dengan dosis panas yang kuratif tumbuh pada binatang resipien bila transplantasi dilakukan segera, tetapi tidak terjadi bila transplantasi lambat dikerjakan sampai beberapa jam. Observasi ini menunjang pertengkaran bahwa perubahan perkembangan didalam lingkungan tumor mempengaruhi kelangsungan hidup sel tumor

Penelitian lain menunjukkan bahwa jika tungkai yang mengandung tumor diikat dengan turniket atau diklem sebelum diobati akan terjadi kerusakan lebih lanjut. Pada kondisi demikian, menurunnya jumlah oksigen dan naiknya konsentrasi asam laktat akan berkembang di dalam dasar tumor dan mungkin mengintensifikan efek panas.

IX. MODALITAS PANAS.

Untuk pemanasan dalam ada macam alat diatermi :

1. SWD atau short wave diathermy, dikenal juga dengan nama UKG.

Alat : mempunyai 3 macam komponen dasar :

- Power supply
- Oscillating circuit
- Patient's circuit

Mempunyai arus dengan frekwensi tinggi. Umumnya alat yang tersedia mempunyai frekwensi 27.33 MHz dengan panjang gelombang 11 meter

Tehnik aplikasi : a. Lapangan panas induksi (elektromagnetik)

- Cable wrap around
- Pancake coil

b. Lapangan panas kondensor (elektrik).

- Air-spaced/condenser plates
- Condenser cuff , condenser pad

Indikasi : - membantu resolusi inflamasi akut

- menghilangkan rasa sakit
- meningkatkan vaskularisasi
- menginduksi relaksasi otot
- mengurangi viskositas cairan sendi dan jaringan

Kontraindikasi : - anestesi kulit dengan daerah luas

- trombosis vena
- insufisiensi arterial
- perdarahan
- metal dalam jaringan
- kehamilan
- pace maker jantung
- IUD
- TB aktif

Dosis : - panas nyaman

- durasi 20 menit
- frekwensi setiap hari

2. MWD atau microwave diathermy

Alat memancarkan gelombang elektromagnetik dengan frekwensi 2456MHz dan 915 MHz, yang biasa digunakan untuk tujuan medik. Efek terapi , terutama berdasarkan kenyataan bahwa mereka diabsorpsi secara selektif di dalam jaringan yang mengandung banyak air, dengan demikian memungkinkan pemanasan secara selektif pada jaringan tertentu , seperti jaringan otot.

Indikasi : - meningkatkan sirkulasi

- meningkatkan ambang sakit saraf akhir
- mengurangi spasme otot.

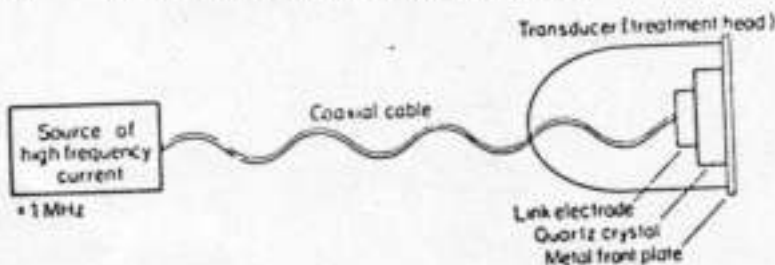
- Kontraindikasi :**
- sensasi panas hilang meliputi daerah luas
 - Jangan digunakan dekat mata, gonad dan tulang yang sedang tumbuh.
 - kondisi iskemik
 - metal implant
 - kehamilan
 - udem berat
 - pakaian basah

Dosis : sampai 200 Watt , durasi 10-30 menit, setiap hari.

3. USD atau ultrasound diathermy

Batas atas di mana suara dapat didengar adalah di atas 20 kHz. Ultrasound di atas ini. Frekwensi terapi di daerah 1 MHz atau 3 MHz.

Gb.3 Komponen aparatus ultrasound.



Komponen dasar aparatus US terdiri dari :

- . sumber aliran frekwensi tinggi , yang dibawa oleh kabel coaxial ke transduser.
 - . di dalam transduser-circuit, aliran frekwensi tinggi diaplikasikan pada kristal melalui elektroda.
 - . kristal bersatu dengan lempengan metal di depan dari transduser.
- Setiap perubahan bentuk dari kristal menyebabkan gerakan lempengan metal metal depan dan menimbulkan gelombang ultra-suara.

- Tehnik aplikasi :**
- kontinyu, di mana transduser secara kontinyu menghasilkan energi ultra-suara
 - pulsasi, di mana perioda US dipisah dengan perioda tenang.

Efek fisiologis : 1. Panas (kontinyu US)

- . meningkatkan suhu jaringan, terutama otot
- . vasodilatasi

2. Non-panas (pulasasi US)

- . micromassage
- . analgesia

APLIKASI KLINIK TERMOTERAPI PADA NEOPLASMA MANUSIA

Aplikasi klinik termoterapi dapat diberikan dalam 3 macam bentuk dasar :

1. Pemanasan lokal pada neoplasma yang dapat dicapai oleh alat MWD, USD, atau SWD
2. Perfusion regional pada ekstremitas
3. 'whole-body heating' oleh panas permukaan (water blanket) atau alat extracorporeal.

TBH atau total-body hyperthermia.

Penderita di bawah pengaruh anestesi umum ringan dibalut dengan se^limut basah (water blanket) 49°C selama 2 jam atau lebih. Tanda-tanda vital, suhu tubuh, ECG dan pengeluaran urin dimonitor dengan hati-hati. Penderita dimasukkan dalam ruang ICU semalam. Diharapkan suhu mencapai 42°C, (10). Dikatakan bahwa suhu maksimum yang aman untuk TBH adalah 42°C dan lebih peka terhadap sel ganas dari pada sel normal. Hasil penelitian Larkin (10) menunjukkan bahwa tidak terdapat kenaikan toksisitas biokimia dan hematologi pada kelompok termokhemoterapi. Tidak menunjukkan perbedaan bermakna antara mereka yang menerima hanya hipertermia dan mereka yang menerima hipertermia dan khemoterapi, X-ray, atau imunoterapi terhadap reaksi terapinya, tetapi ada kecenderungan kelompok kombinasi lebih berhasil.

Cara lain untuk mendapatkan TBH adalah dengan alat sirkulasi extracorporeal yaitu 'a heat exchanger', melalui arteri dan vena femoralis (7) Hipertermia diberikan pada penderita dengan kanker lanjut. Di mana dengan terapi radiasi atau khemoterapi saja tidak memberikan hasil. Tetapi dengan terapi kombinasi memberikan hasil yang bermakna.

Untuk pemanasan lokal Storm (13) menggunakan SWD dengan sistem induksi-magnetik yang dapat memberikan panas pada tumor superfisial dan tumor dalam yang padat. Panas dikombinasi dengan radio-terapi atau khemoterapi, hasil yang didapat adalah banyak tumor yang mengecil jika dibandingkan dengan terapi hanya dengan panas. Lebih lanjut dibuktikan secara bermakna bahwa pemanasan dengan suhu yang lebih rendah (40°C) dikombinasi dengan dosis standar radio-terapi yang lebih rendah dapat mengecilkan tumor, di mana sebelumnya gagal hanya dengan dosis standar radio-terapi. Demikian juga bila dikombinasi dengan khemoterapi anti-kanker, di mana sebelumnya gagal hanya dengan khemoterapi anti-kanker. Penderita dipanasi selama 30-60 menit dengan suhu toleransi nyaman satu kali dalam sehari dengan interval 24-72 jam. Hipertermia diberikan dalam waktu 4 jam radio-terapi. Dan khemoterapi anti-kanker diberikan langsung sebelum atau bersama sama dengan hipertermia. Alat yang digunakan adalah Magnetron System Hyperthermia dengan frekuensi 13.56 MHz

XI

Telah dibicarakan terapi panas untuk bidang Rehabilitasi Medik dan Radio-terapi dengan beberapa macam alatnya.
Untuk penggunaan lebih lanjut, terutama di bidang Radio-terapi RSUD DR Soetomo masih perlu persiapan yang matang.

----- 0 -----

K E P U S T A K A A N

1. Atkinson E.Ronald
ASSESSMENT OF CURRENT HYPERTHERMIA TECHNOLOGY
Cancer Research 39,2313-2324,June 1979
2. Forster Angela and Palastanga Nigel
CLAYTON'S ELECTROTHERAPY , Theory and Practice
Bailliere Tindall, 1985
3. Hiraoka Mashiro, Shiken Jo, Keizo Akuta, Yasumasa Nishimura, Masaji Takahashi and Mitsuyuki Abe.
RADIOFREQUENCY CAPACITIVE HYPERTHERMIA FOR DEEP-SEATED TUMORS
I. Studies on Thermometry
Cancer 60:121-127,1987
4. Hiraoka Mashiro , Shiken Jo, Keizo Akuta, Yasumasa Nishimura, Masaji Takahashi dan Mitsuyuki Abe
RADIOFREQUENCY CAPACITIVE HYPERTHERMIA POR DEEP-SEATED TUMORS
II. Effect of Thermiradiotherapy
Cancer 60:128-135,1987
5. Kim J.H. dan Hahn E.D.
CLINICAL AND BIOLOGICAL STUDIES OF LOCALIZED HYPERTHERMIA
Cancer Research 39,2258-2261,June 1979
6. Knox Susan J and Daniel S.Kapp
HYPERTHERMIA AND RADIATION THERAPY IN THE TREATMENT OF RECURRENT MER-
KEL CELL TUMOR
Cancer 62:1479-1486,1988
7. Koga Shigemasa, Michio Maeta, Norio Shimizu, Yukio Osaki, Hyuichi Hamazoe, Masyuki Oda, Takuo Karino and Toshiaki Yamane.
CLINICAL EFFECTS OF TOTAL-BODY HYPERTHERMIA COMBINED WITH ANTICANCER CHEMOTHERAPY FOR FAR-ADVANCED GASTROINTESTINAL CANCER.
Cancer 55L1641-1647,1985
8. Kotte, Stillwell and Lehmann
KRUSEN'S HANDBOOK OF PHYSICAL MEDICINE AND REHABILITATION
W.B.Saunders Co, 1982 , p 275-350
9. Karakousis C.P., P.M.Kanter, H.C.Park, S.D.Sharma, R.Moore and J.H. Ewing.
TOURNIQUET INFUSION VERSUS HYPERTHERMIC PERFUSION
Cancer 49,850-858,1982
10. Larkin M.James
A CLINICAL INVESTIGATION OF TOTAL-BODY HYPERTHERMIA AS CANCER THERAPY
Cancer Research 39,2252-2254,June 1979
11. Lich Sidney and Kamenets Herman I.
THERAPEUTIC HEAT AND COLD
Elizabeth Lich,Publisher 1965
12. Overgaard Jens
EFFECT OF HYPERTHERMIA ON MALIGNANT CELLS IN VIVO
A Review and a Hypothesis
Cancer 39,2637-2647,1977
13. Storm, Harvey W.Baker, Edward P.Scanlon, Henry P.Plenk, dkk
MAGNETIC-INDUCTION HYPERTHERMIA
Results of a 5-Year Multi-Institutional National Cooperative Trial in Advanced Cancer Patients
Cancer 55:2677-2687,1985
14. Stephen P.Badylak, Charles F.Babbs, Teresa M.Skojac, William D.V. dkk
HYPERTHERMIA-INDUCED VASCULAR INJURY IN NORMAL AND NEOPLASTIC TISSUE
Cancer 56:991-1000,1985.