

日本ハイパーサーミア学会第38回大会

The 38th Annual Meeting of Japanese Society for Thermal Medicine

ONLINE2021

プログラム・抄録集

これからのハイパーサーミアに期待されるもの

ライブ配信

9月3日(金)、4日(土)に
同期Web会議にてディスカッション

オンデマンド配信

会期期間中(9月3日～10月3日)
ホームページにて配信

会期

2021年9月3日(金)～10月3日(日)

会場

オンライン開催 ※ライブ配信:9月3日(金)/4日(土)

大会長

大西 健 茨城県立医療大学 保健医療学部 人間科学センター

副大会長

櫻井 英幸 筑波大学医学医療系放射線腫瘍学

日本ハイパーサーミア学会 38 回大会 プログラム・抄録集

会 期:令和 3 年 9 月 3 日(金)~10 月 3 日(日)

オンライン開催

大会長:大西健(茨城県立医療大学人間科学センター)

プログラム

第一日目 9月3日(金) ライブ配信

開会の辞 8:55～9:00

大会長 大西 健(茨城県立医療大学)

特別企画 9:00～10:30

座長: 籾内祝(明海大学)、浅尾高行(群馬大学)

「ハイパーサーミア普及への取り組みー患者署名活動に端を発した導入ー」

- SL-1 患者側の立場から 愛媛県内での患者側の取り組み
伊藤幸恵 1) 福島靖之 2)
1) 東予がん患者と家族の会(すまいるの会)、2) 福岡徳洲会病院
- SL-2 県民の請願によるハイパーサーミアの導入
関政幸
前千葉県議会議員
- SL-3 千葉県がんセンターへのハイパーサーミア導入と治療状況
千葉聡 1)、柳橋浩男 1)、有光秀仁 1)、石毛文隆 1)、岩立陽祐 1)、加藤厚 1)、
高山亘 2)
1) 千葉県がんセンター肝胆膵外科、2) 千葉県がんセンター食道胃腸外科
- SL-4 千葉県がんセンター新棟整備とハイパーサーミア導入について
山崎晋一郎
千葉県病院局病院局長

理事長講演 10:30～11:00

座長: 籾内祝(明海大学)

- P-1 各診療施設におけるハイパーサーミア治療についてのアンケート調査の結果報告を踏まえた
今後の展望
古倉聡
京都先端科学大学健康医療学部

シンポジウム1 11:10～12:30

座長: 松本孔貴(筑波大学)、近藤隆(富山大学)

「電磁波による温熱治療の温故知新～温度非依存性効果～」

- S1-1 電磁波を用いたがん治療の工学的基礎と新しい取り組み
伊藤公一
千葉大学フロンティア医工学センター
- S1-2 ハイパーサーミア研究 ～創生期の経験から～
宮越順二
京都大学生存圏研究所
- S1-3 温水還流加温と比して、低出力温熱治療(オンコサーミア)は効率的な殺細胞効果と放射線増感効果を示す
松本孔貴 1)2)、菅原裕 3)、李宜諾 3)、櫻井英幸 1)2)
1)筑波大学医学医療系臨床医学域放射線腫瘍学、2)筑波大学附属病院陽子線医学利用研究センター、3)筑波大学大学院人間総合科学学術院
- S1-4 オンコサーミア治療の臨床経験と将来展望
金森昌彦 佐藤勉 島友子 齋藤淳一 近藤隆
富山大学学術研究部(医学系)

総会 13:00～13:30

学会活動報告・授賞式

理事長 古倉聡(京都先端科学大学)

研究奨励賞研究報告 13:40～14:00

座長: 大塚健三(中部大学)

- RE-1 温熱により誘導される BAG3 のがんにおける機能の解明
柚木達也
富山大学医学部眼科

学会賞受賞講演

14:10～14:30

座長: 大塚健三(中部大学)

- BS-1 温熱感受性の修飾に関する基礎的・臨床的研究と今後の展望
高橋健夫
埼玉医科大学総合医療センター放射線腫瘍科

教育講演

15:00～15:50

座長: 大西健(茨城県立医療大学)

「HSPs、がん、およびハイパーサーミア」

- EL-1 ハイパーサーミア研究 40 年を振り返って-HSP とがん-
大塚健三
中部大学応用生物学部
- EL-2 がん細胞の一生(ゆりかごから、成長・独り立ち)を担う Hsp47 の役割と治療法開発(墓場まで)
田村保明、米田明弘
北海道大学産学地域協働推進機構難治性疾患治療部門

シンポジウム2

16:00～17:50

座長: 石川仁(量子科学技術研究開発機構 QST 病院)

「膵癌の基礎と臨床」

- S2-1 膵癌に対する放射線治療の現在地と今後の展望
野中哲生
日本赤十字社医療センター放射線腫瘍科
- S2-2 低酸素バイオロジーの視点で見るハイパーサーミアによる放射線増感
原田浩
京都大学大学院生命科学研究科がん細胞生物学
- S2-3 膵癌診療における温熱治療の意義と温熱増感効果を期待した膵臓がん治療ツールの開発
横堀武彦、Bilguun Erkhem-Ochir, Navchaa Gombodorj
群馬大学未来先端研究機構統合腫瘍学研究部門

S2-4 膵癌に対する温熱療法併用化学陽子線治療

廣嶋悠一 1)、2)、石川仁 1)、村上基弘 2)、馬場敬一郎 2)、清水翔星 2)、飯泉天志 2)、斎藤高 2)、沼尻晴子 2)、水本斉志 2)、中井啓 2)、奥村敏之 2)、櫻井英幸 2)
1) 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 QST 病院、2) 筑波大学医学医療系放射線腫瘍学・陽子線医学利用研究センター

S2-5 膵癌に対する重粒子線治療

寺嶋広太郎 1)、篠藤誠 1)、末藤大明 1)、松延亮 1)、福西かおり 1)、戸山真吾 1)、塩山善之 1)
1) 九州国際重粒子線がん治療センター

リモート情報交換会 18:30～20:30

大会ホームページ <https://idsc-gunma.jp/congress/jstm38/> から参加してください。
登録済みの方はもちろん当日参加も可能です。

第二日目 9月4日(土) ライブ配信

シンポジウム3 9:00~10:20

座長: 森英一朗(奈良県立医科大学)、田淵圭章(富山大学)

「相分離生物学」

- S3-1 相分離生物学: 分子集合状態と分子シャペロンによる制御
森英一朗
奈良県立医科大学
- S3-2 相分離を介した核内ストレス顆粒の形成は温熱抵抗性に関与している
渡邊和則 1)、的野恭平 1)、大槻高史 1)
1) 岡山大学院統合科学
- S3-3 相分離性タンパク質 FUS とその制御タンパク質 karyopherin- β 2
吉澤拓也
立命大生命
- S3-4 相分離制御因子と分子シャペロンの動的構造基盤
齋尾智英
徳島大学先端酵素学研究所

シンポジウム4 10:30~11:30

座長: 大栗隆行(産業医科大学)

「全国的な症例登録データベースの作成に向けて」

- S4-1 スマホを用いた登録システム開発と学会事業としての患者レジストリ
浅尾高行、井手野由季
群馬大学数理データ科学教育研究センター
- S4-2 全国アンケート調査からみたハイパーサーミア業務の現状と今後について
大田真 1)、三浦幸恵 1)、長瀬英梨 1)、灘吉進也 1)、鞆田義士 2)、宮國泰弘 2)、
丸山祐二 2) 今田肇 2)
1) 戸畑共立病院臨床工学科、2) 戸畑共立病院がん治療センター

- S4-3 診療報酬の現状と未来：特に放射線治療／ハイパーサーミアについて
黒崎弘正、内海暢子、三浦航星
JCHO 東京新宿メディカルセンター放射線治療科

企業セミナー 11:40～13:10

進行：山本ビニター(株)

「治療効果を上げるためのサーモトロンの使い方」

- CS-1 治療効果を上げるためのサーモトロンの使い方
今田肇
戸畑共立病院がん治療センター

シンポジウム5 13:20～14:40

座長：齊藤一幸(千葉大学)、黒田輝(東海大学)

「温熱療法関連技術の新展開」

- S5-1 深部加温を目的とした開放型空洞共振器加温システムの開発
新藤康弘 1)、加藤和夫 2)
1) 東洋大学理工学部機械工学科、2) 明治大学理工学部機械情報工学科
- S5-2 ロボット手術への適用を目指したマイクロ波エネルギーデバイスの開発
齊藤一幸 1)、西舘嗣海 2)
1) 千葉大学フロンティア医工学センター、2) 千葉大学大学院融合理工学府
- S5-3 レーザ加温治療における数値計算の役割
鷺尾利克 1)、鈴木志歩 2)、荒船龍彦 3)、黒田輝 4)、松前光紀 5)
1) 国立研究開発法人産業技術総合研究所健康医工学研究部門、2) 東京電機大学大学院先端科学技術研究科、3) 東京電機大学理工学部、4) 東海大学情報理工学部、5) 東海大学医学部
- S5-4 動的磁化率コントラスト MRI による血液灌流量計測に基づく脳腫瘍周囲の熱輸送率の画像化
ハツ代 諭 1)、2)、堀江朋彦 3)、厚見秀樹 4)、松前光紀 4)、鷺尾利克 5)、
荒船龍彦 6)、黒田 輝 1)、7)
1) 東海大学情報理工学部情報科学科、2) バイオビュー(株)、3) 東海大学医学部附属病院診療技術部放射線技術科、4) 医学部外科学系脳神経外科学領域、5) 産業技術総合研究所健康工学研究部門、6) 東京電機大学理工学部電子工学系、7) 千葉大学フロンティア医工学センター

シンポジウム6 14:50～16:50

座長: 櫻井英幸(筑波大学)

「医療機器の感染予防対策の取り組み」

- S6-1 エックス線診療車における感染防護対策の紹介
三澤雅樹 1)、廣木昌彦 2)、鷲尾利克 1)、新田尚隆 1)
1) 産業技術総合研究所、2) 筑波メディカルセンター病院
- S6-2 筑波メディカルセンター病院のコロナ下における診療体制
廣木昌彦 1)、飯島 弘晃 2)
1) 筑波メディカルセンター病院脳神経内科、2) 同呼吸器内科
- S6-3 高機能感染防護エックス線診療車 (Infection-Controlled X-ray Care Unit: ICXCU) における感染症患者の胸部エックス線撮影プロトコル
小林智哉
茨城県立医療大学放射線技術科学科
- S6-4 超音波診断装置の消毒方法に関するガイドライン調査
新田尚隆
(国) 産業技術総合研究所健康医工学研究部門医療機器研究グループ
- S6-5 医療現場における感染対策としての換気と空気清浄化 ～レントゲン車における実施例～
篠原直秀 1)、三澤雅樹 1)
1) 産業技術総合研究所
- S6-6 エックス線診療車 へのエアロゾルフィルタによる感染対策
達晃一 1、2)、篠原直秀 2)、岩井彩 3)、栗原昇 3) 橋本秀直 1)、三澤雅樹 4)、
内藤航 2)
1) いすゞ自動車(株)、2) 産業技術総合研究所安全科学研究部門リスク評価戦略グループ、3) 産業技術総合研究所計量標準総合センター工学計測標準研究部門気体流量標準研究グループ、4) 産業技術総合研究所健康医工学研究部門人工臓器研究 G
- S6-7 風速の高精度測定に基づく気流制御技術を用いた区域分け効果の検証
岩井彩
産業技術総合研究所

シンポジウム7 17:00～18:10

座長: 大塚健三(中部大学)

「これからのハイパーサーミアに向けた研究のトピックス」

- S7-1 これからのハイパーサーミアに向けた研究のトピックスー免疫療法との併用を中心にー
高橋 豊
大阪大学大学院医学系研究科生体物理工学講座
- S7-2 同所性ヌードマウスモデルにおける腹膜播種に対する磁性体ナノ粒子を用いた温熱療法
松三雄騎 1)、香川哲也 1)、矢野修也 1)、田澤大 1)、重安邦俊 1)、武田正 1)、
大原利章 1)、青野宏通 2)、Robert M. Hoffman³⁾、藤原俊義 1)、岸本浩行 1)
1)岡山大学大学院医歯薬学総合研究科、2)愛媛大学大学院理工学研究科、
3)3AntiCancer, Inc, San Diego
- S7-3 大気圧低温プラズマ負荷によるがん細胞傷害に対する温熱処理の併用効果
足立哲夫
岐阜薬科大学

9 月 3 日(金)～10 月 3 日(日) オンデマンド配信

ワークショップ【HIPEC セミナー】

座長: 片山寛次(つくし野病院)

- H-1 HIPEC セミナー概要
片山寛次
つくし野病院
- H-2 腹膜播種治療の世界の現況
米村 豊
草津総合病院・岸和田徳洲会病院・腹膜播種センター
- H-3 腹膜播種に対する CRC+HIPEC, HIPEC のエビデンス、ガイドラインの現況
鍛 利幸
岸和田徳洲会病院外科腹膜播種センター
- H-4 大腸癌腹膜播種・虫垂原発腹膜偽粘液腫に対する腫瘍減量手術+腹腔内温熱化学療法の治療成績
森川充洋 1)、五井孝憲 1)、片山寛次 2)
1)福井大学第一外科、2)つくしの病院外科
- H-5 婦人科進行癌に対する HIPEC ～当科での現況と展望～
黒川哲司 1) 井上大輔 1) 大沼利通 1) 津吉秀昭 1) 品川明子 1) 知野陽子 1)
片山寛次 2) 吉田好雄 1)
1)福井大学産科婦人科 2)つくし野病院
- H-6 HIPEC 導入時における研究倫理の諸問題
片山寛次 1)、渡邊享平 2)
1)つくし野病院, 2)福井大学病院医学研究支援センター
- H-7 HIPEC における温度管理と術後管理
片山寛次
つくし野病院

一般演題【臨床】

- OS1-1 生体情報モニタを用いたハイパーサーミア治療
長瀬英梨 1)、大田真 1)、三浦幸恵 1)、灘吉進也 1)、鞆田義士 1)、丸山祐二 2)、宮國泰弘 2)、谷昂 2)、今田肇 2)
1) 戸畑共立病院臨床工学科、2) 戸畑共立病院がん治療センター
- OS1-2 THERMOTRON—RF8 GR edition の加温要点について
大田真 1)、三浦幸恵 1)、長瀬英梨 1)、灘吉進也 1)
1) 戸畑共立病院臨床工学科、2) 戸畑共立病院がん治療センター
- OS1-3 ハイパーサーミアにおける輸液ポンプへの影響について
三浦幸恵 1)、大田真 1)、長瀬英梨 1)、灘吉進也 1)、鞆田義士 2)、丸山祐二 2)、宮國泰弘 2)、谷昂 2)、今田肇 2)
1) 戸畑共立病院臨床工学科、2) 戸畑共立病院がん治療センター
- OS1-4 疼痛緩和を目的とした生食パッド留置による体表面温度と深部温度への影響についての検討
鈴木友香 1)、村田朱 1)、菅沼江奈美 1)、坂神友美佳 1)、三須義直 1)、山本和也 1)、沢井博純 2)、成田真 3)
1) 成田記念病院放射線部 2) 成田記念病院外科 3) 成田記念病院消化器内科
- OS1-5 ハイリスク前立腺癌に対する癌温熱治療(ハイパーサーミア)の役割
河合憲康 1)、永井隆 1)、富山奈美 1)、清水伸彦 1)、磯部輝紀 1)、野田祐介 1)、飯田啓太郎 1)、恵谷俊紀 1)、内木拓 1)、山田健司 1)、畦元将隆 1)、吉田亮人 2)、安井孝周 1)
1) 名古屋市立大学大学院医学研究科腎泌尿器科学分野、2) 医療法人メドック健康クリニック
- OS1-6 頸部領域における表面温度測定とシュミレーション予測温度との関連性
田中麻香 1)、高仲強 2)、高将司 2)、川原昌宏 1)、野尻智子 1)、則島あずさ 1)、山下国子 3)
1) 厚生連高岡病院画像診断部 2) 厚生連高岡病院放射線治療科 3) 厚生連高岡病院看護部
- OS1-7 生存率向上を目指したハイパーサーミアを併用した切除後膀胱癌の術後補助化学療法
柳橋浩男 1)、千葉聡 1)
1) 千葉県がんセンター肝胆膵外科
- OS1-8 PARP 阻害剤と併用し有効性が認められた前回報告例とは別の卵巣癌の 1 例
加藤泰規 1)、北野晶之 1)、水村桂子 1)、北野彩 1)、岡本寛也 1)
1) 医療法人社団加音瀬田西クリニック

- OS1-9 再発卵管癌に対して温熱療法導入によるパフォーマンスステータスの改善を示した一症例
寺口博也 1)、御供田真駿 1)、黒崎杏奈 1)、鈴木栄子 1)、大島華奈子 1)、高木弘明 3)、笹川寿之 3)、坂本人一 3)、能登稔 1)、齋藤麗奈 1)、中出忠宏 1)、2)
1)金澤なかでクリニック、2)なかでクリニック、3)金沢医科大学産科婦人科学
- OS1-10 直腸癌多発転移に対する温熱治療の有効性
森信二 1) 出口葉子 2) 出口雅彦 2)
1)医療法人あいん会温熱治療センター、2)医療法人あいん会あいん常澄医院
- OS1-11 大腸癌腹膜播種に対する CRS+HIPEC における予後規定因子の検討
森川充洋 1)、嶋田通明 1)、田海統之 1)、呉林秀崇 1)、澤井利次 1)、小練研司 1)、玉木雅人 1)、村上 真 1)、廣野靖夫 2)、片山寛次 3)、五井孝憲 1)
1)福井大学第一外科、2)福井大学がん診療推進センター、3)つくしの病院外科
- OS1-12 腹膜播種に対する温熱化学療法の効果
米村豊 1)、鍛外幸 1)、片山寛治 1)、劉洋 1)、石橋治昭 1)、左古昌蔵 1)、若間聡史 1)、鎌田泰之 1)、池田聡 2)
1)岸和田徳洲会病院、2)池田病院
- OS1-13 当院におけるオーバーレイポラスの導入後の治療に関する報告
二村雄飛 今村麻衣 栗本拓也
医療法人偕行会名古屋共立病院ハイパーサーミアセンター
- OS1-14 アスクーフ 8 による温熱療法が有用であった切除不能甲状腺癌の 1 例
大田政廣 1)、阿部美由紀 2)、東海林 沙 2)、吉田麻美 2)、岡崎雅 3)
1)天童温泉篠田病院外科、2)天童温泉篠田病院臨床工学室、3)山形大学医学部耳鼻咽喉・頭頸部外科学講座
- OS1-15 切除不能な局所進行下咽頭癌に対する温熱療法併用化学放射線治療が奏功した 1 例
谷昂 1)、板村紘英 1)2)、森崎貴博 1)2)、宮國泰弘 1)、丸山祐二 1)、
鞆田義士 1)、大栗隆行 1)2)、今田肇 1)
1)戸畑共立病院がん治療センター、2)産業医科大学病院放射線治療科

一般演題【基礎】

- OS2-1 HeLa 細胞における Wee1 阻害剤と温熱の併用効果
古澤之裕
富山県立大学・工学部・医薬品工学科・バイオ医薬品工学講座
- OS2-2 ヒト口腔扁平上皮がん細胞の Hikeshi の発現と温熱感受性との間における関連性
田淵圭章 1)、柚木達也 2)、平野哲史 1)、林 篤志 2)
1) 富山大学研究推進機構遺伝子実験施設、2) 富山大学大学院医学薬学研究部 (医学) 眼科学講座
- OS2-3 カーボンナノホーン-酸化鉄ナノ粒子複合体 (CNH-IONP) の調製と特性解析
堤内要 1)、上野左京 1)、島岡桃子 1)、菅原祐人 1)、猪飼誉友 1)、今井律子 1)、
今栄東洋子 2)、永井隆 3)、河合憲康 3)
1) 中部大学応用生物学部、2) Graduate Institute of Applied Science and Technology, National Taiwan University of Science and Technology、3) 名古屋市立大学大学院医学研究科腎・泌尿器科学分野
- OS2-4 去勢抵抗性前立腺癌モデルマウスに対するカーボンナノホーン-酸化鉄ナノ粒子複合体 (CNH-IONP) を用いた温熱療法効果の検討
永井隆 1)、河合憲康 1)、堤内要 2)、上野左京 2)、島岡桃子 2)、菅原祐人 2)、
猪飼誉友 2)、今井律子 2)、今栄東洋子 3)、安井孝周 1)
1) 名古屋市立大学大学院医学研究科腎・泌尿器科学分野
2) 中部大学応用生物学部応用生物化学科
3) Graduate Institute of Applied Science and Technology, National Taiwan University of Science and Technology
- OS2-5 ヒト口腔扁平上皮がん細胞に対する抗がん剤および過酸化水素とマイルドハイパーサーミアの併用効果
田川裕也 1)、坂上宏 2)、天野滋 2)、友村美根子 3)、坂東健二郎 4)、高尾浩一
5)、杉田義昭 5)、植沢芳広 6)、山本信治 1)、坂下英明 1)、中鍛治里奈 7)、小泉敏
之 8)、光藤健司 8)、藤内祝 3)
1) 明海大学歯学部口腔顎顔面外科学分野、2) 明海大学歯科医学総合研究所、3) 明海
大学保健医療学部、4) 明海大学歯学部生化学、5) 城西大学薬学部生物有機化学、6)
明治薬科大学医療分子解析学研究室、7) 横浜市立大学大学院医学研究科循環制御医
学、8) 横浜市立大学大学院医学研究科顎顔面口腔機能制御学

- OS2-6 ISM 帯マイクロ波による温熱療法は熱ショックタンパク質非依存的に抗腫瘍作用を示す
藤本えりか 1)、永根大幹 1)、金井詠一 2)、柴田悠貴 1)、中村 靖彦 3)、岸和寿 4)、山田一孝 5)、山下匡 1)
1) 麻布大学獣医学部生化学研究室、2) 麻布大学獣医学部小動物外科学研究室、3) シュナイドテック株式会社、4) 麻布大学獣医学部獣医放射線学研究室、5) 麻布大学獣医学部臨床診断学研究室
- OS2-7 保温入浴の温熱効果 -介護施設利用高齢者入浴での検討-
伊藤要子 1)、石澤太市 2)、高橋早樹 2)、多田井幸揮 3)、綱川光男 2)
1) 一般社団法人 HSP プロジェクト研究所、2) 株式会社バスクリンつくば研究所、3) 修文大学健康栄養学部管理栄養学科

一般演題【物理工学】

- OS3-1 Development of non-invasive temperature measurement system using generative adversarial networks
柳沢啓斗 1)、井関祐也 2)
1) 八戸工業高等専門学校専攻科機械システムデザインコース、2) 八戸工業高等専門学校機械・医工学コース
- OS3-2 小型矩形空洞共振器アプリケータを用いた三次元超音波温度分布計測手法の検討
林奈々世 1)、新藤康弘 2)、加藤和夫 3)
1) 明治大学大学院理工学研究科 2) 東洋大学理工学部 3) 明治大学理工学部
- OS3-3 強力集束超音波 (HIFU) 治療デバイス評価のための広帯域温度可視化用生体模擬ファントムの開発
高木亮 1)、葭仲潔 1)、小関義彦 1)
1) 産業技術総合研究所健康医工学研究部門
- OS3-4 Deep Learning による生体内温度推定システムの開発
森健太郎 1)、廣田千寿瑠 2)、矢野立樹 1)、大橋未郷 1)、丹下裕 1)
1) 舞鶴工業高等専門学校電気情報工学科、2) 舞鶴工業高等専門学校専攻科総合システム工学専攻
- OS3-5 RF 誘電加熱治療時における術者への電磁界影響解析
梁晨 1)、新藤康弘 2)
1) 東洋大学大学院理工学研究科機能システム専攻、2) 東洋大学理工学部機械工学科

抄 録

理事長講演

2021-9-3 10:30-11:00

第一会場

演者

古倉聡(京都先端科学大学健康医療学部)

座長

藤内祝(明海大学保健医療学部)

P-1

2021-9-3 10:30 - 11:00 第 1 会場
〔座長〕籾内祝(明海大学)

各診療施設におけるハイパーサーミア治療についてのアンケート調査の結果報告を踏まえた今後の展望

古倉聡

京都先端科学大学健康医療学部

日本ハイパーサーミア学会として、診療報酬改定活動の一環で、長期間に亘りハイパーサーミア治療を行っている症例等に関するアンケート調査を行い、その実態を把握し、今後の診療報酬改定に役立てる目的でアンケート結果を解析したので報告する。

また、アンケート調査にご協力いただいた 24 の医療機関のスタッフの方々に感謝いたします。

教育講演

HSPs、がん、およびハイパーサーミア

2021-9-3 15:00-15:50

第一会場

演者

大塚健三(中部大学応用生物学部)

田村保明(北海道大学産学地域協働推進機構難治性疾患治療部門)

座長

大西健(茨城県立医療大学人間科学センター)

EL-1

2021-9-3 15:00 - 15:50

〔座長〕 大西健(茨城県立医療大学)

ハイパーサーミア研究 40 年を振り返って-HSP とがん-

大塚健三

中部大学応用生物学部

演者は 1981 年 4 月、愛知県センター研究所に赴任して以来、ハイパーサーミア研究に従事してきました。当初は中村弥(なかむらわたる、故人)部長のもと、マウスでの全身ハイパーサーミアによるがん治療を試みていましたが、基礎の研究者ということもあり、その後熱ショックタンパク質(heat shock proteins, HSPa)の研究に専念してきました。

1982 年には中村先生が共同世話人として、名古屋の地でハイパーサーミア研究会(当時はまだ研究会で、学会になったのは 1984 年)を開催しました。

1986 年 11 月から 88 年 10 月までの 2 年間のアメリカ留学を終えて帰国後、新しい熱ショックタンパク質を探索している過程で、哺乳類の新しい熱ショックタンパク質として 1990 年に HSP40 を発見しました。HSP40 はバクテリアの DNAJ タンパク質の相同体であることが判明し、機能解析などを行うとともに、多くの HSP40(DNAJ)ファミリーメンバーの命名法も提案しました。

2001 年 4 月からは中部大学に赴任してからは、HSPs の誘導体を探索し、ペオニフロリンを同定しました。

ここ数十年の間、多くの研究によって HSPs ががんの促進因子であることが判明してきました。その観点から、HSPs を標的としたがん治療の開発も有望視されています。

日本の、また世界のハイパーサーミア研究のさらなる発展を期待しております。

EL-2

2021-9-3 15:00 - 15:50

〔座長〕 大西健(茨城県立医療大学)

がん細胞の一生（ゆりかごから、成長・独り立ち）を担う Hsp47 の役割と治療法開発（墓場まで）

田村保明、米田明弘

北海道大学産学地域協働推進機構難治性疾患治療部門

Hsp47 はコラーゲン特異的な小胞体常在シャペロンとして、永田らによって同定された。様々なコラーゲンの立体構造形成に必須の蛋白質であり、主に線維芽細胞や肝臓・脾臓の活性型星細胞といったコラーゲン産生細胞に高発現している。Hsp47 を欠損した線維芽細胞では、小胞体内での正確な立体構造を維持したプロコラーゲンが形成されず、異常プロコラーゲンとして過剰に蓄積される。その結果、小胞体ストレス応答が誘導され、細胞死が起こることが示されている。また Hsp47 は小胞体に存在するストレス蛋白質のうち、唯一の熱ショック誘導性を有することも特徴である。Hsp47 は、コラーゲンの異常合成を示す肝硬変や肺、腎臓の線維症などの臓器線維症において高発現していることから、原因細胞である線維芽細胞の Hsp47 の発現をアンチセンスオリゴや siRNA を用いて抑制する治療法が開発されている。

また、Hsp47 は様々ながん細胞においても発現していることが報告されており、その発現増加はがんの悪性度や予後不良と相関していることが明らかにされている。我々は、がん細胞に発現している Hsp47 が、小胞体においてコラーゲン以外のいくつかの蛋白質と相互作用することで、がん細胞の”成長”（生存・増殖）から”独り立ち”（浸潤・転移）、さらには抗がん剤耐性に関わることを明らかにしている。すなわち、Hsp47 は小胞体ストレス応答の主要分子である IRE1 α と会合して、がん細胞内外からの小胞体ストレス応答を軽減することでがん細胞の生存・増殖に関わっている。さらに、Hsp47 は IRE1 α を介して、細胞運動に関わるミオシン IIA を制御することで、がん細胞の浸潤・転移を促進する。一方、がんの微小環境にはコラーゲンを産生するがん関連線維芽細胞（CAF）が存在する。CAF から産生されたコラーゲンを含む細胞外基質はがんにとって”ゆりかご”となる都合の良い生育環境を形成する。ここにも Hsp47 が非常に重要な役割を果たしている。このように、がん組織では、Hsp47 が高発現して一連のがんの進展に深く関与している。さらに最近の研究では、がん細胞に発現している Hsp47 が抗がん剤耐性に寄与していることも明らかにされた。従って Hsp47 を標的とした特異的阻害剤や siRNA を含む核酸を用いた遺伝子発現抑制を併用することで、抗がん剤単独では奏功しなかった難治性がんの治療成績を劇的に改善する可能性が示唆される。またハイパーサーミアの条件下では先に述べたように Hsp47 の発現が増強し、治療抵抗性に関わっていることが予想されるので、Hsp47 を標的とする治療はハイパーサーミアの奏効率も向上させると考えられる。本教育講演では、最近次々と明らかになってきた、がんにおける Hsp47 の役割について紹介する。

参考文献

- 1) Yoneda, et al. Mol Cancer Res. 2020
- 2) Yoneda, et al. Oncogene 2020
- 3) Yoneda, et al. Cancer Sci. 2021

学会賞受賞講演

2021-9-3 14:10-14:30

第一会場

演者

高橋健夫

(埼玉医科大学総合医療センター放射線腫瘍科)

座長

大塚健三(中部大学応用生物学部)

BS-1

2021-9-3 14:10 - 14:30 第 1 会場
座長 大塚健三(中部大学)

温熱感受性の修飾に関する基礎的・臨床的研究と今後の展望

高橋健夫

埼玉医科大学総合医療センター放射線腫瘍科

温熱は 43°C 以上で顕著な殺細胞効果が認められるが、われわれは 40-42°C 程度のマイルドハイパーサーミアに着目して研究を継続してきた。この温度域でハイパーサーミア療法は主として放射線療法や化学療法(免疫療法)との併用療法が主体であり、その際、各種治療法と温熱との増強効果の有無が重要となる。われわれはマイルドハイパーサーミアと抗癌剤併用による増感効果、ならびにその機序解明に関する検討を行ってきた。43°C (break point) を境に温熱感受性が大きく異なるが、温熱低用量 THP-Adriamycin 併用による低温域での顕著な増感効果、break point の消失等を中心に温熱増感効果について説明する。免疫系の増強効果については温熱免疫製剤併用による腫瘍関連抗原の発現増強効果を中心に説明し、今後の期待される温熱免疫併用療法について言及する。臨床においては局所進行直腸癌に対する術前温熱化学放射線療法の継続的な研究に携わり、温熱による治療効果増強の有無、低酸素環境が局所効果・予後に及ぼす影響、機能画像を用いた治療効果判定の手法等についての研究の成果をお話する。学会においては現在、本学会初のハイパーサーミア診療ガイドライン発刊に向けた作業に携わっているが、ガイドライン発刊がハイパーサーミア療法の普及におけるターニングポイントになることを期待している。この度は学会賞受賞講演として、今日まで多くの先生方の多大なるご指導ならびにご協力を得て進めてきた温熱増感効果の基礎的・臨床的研究と、今後のハイパーサーミア療法ならびに本学会の展望について述べたい。

研究奨励賞研究報告

2021-9-3 13:40-14:00

第一会場

演者

柚木達也(富山大学医学部眼科)

座長

大塚健三(中部大学応用生物学部)

RE-1

2021-9-3 13:40 - 14:00 第 1 会場
〔座長〕大塚健三(中部大学)

温熱により誘導される BAG3 のがんにおける機能の解明

柚木達也

富山大学医学部眼科

【目的】

がん温熱療法は、様々ながんに適用されその有効性が認められている。しかしながら、温熱抵抗性獲得が問題となっており、この獲得には、分子シャペロンである熱ショックタンパク質 70 (HSP 70) が中心的な役割を担うといわれている。HSP70 のコシャペロンである Bcl-2 associated athanogene 3 (BAG3) は、ストレス誘導性の抗アポトーシスタンパク質であり、様々ながんにおいて高発現している。この BAG3 は種々のタンパク質と相互作用することによって、がんの増殖や生存に関与することが報告されている。今回、ヒトがん細胞を用いて、温熱誘導細胞死における BAG3 の分子メカニズムを検討することを目的とする。

【方法】

ヒト口腔扁平上皮がん HSC-3 とヒト子宮頸がん HeLa 細胞を用い、細胞を 44°C90 分間の温熱負荷後、37°C で一定時間培養した。BAG3 の機能阻害の方法として、siRNA による BAG3 ノックダウン HSC-3 細胞と、CRISPR/Cas9 法による BAG3 ノックアウト HeLa 細胞を構築した。また、レンチウイルス発現システムを用いて BAG3 を安定的に高発現させた。さらに、BAG3 ノックダウンによる温熱感受性増強に関与する遺伝子を GeneChip システムとバイオインフォマティクスツールを用いて、網羅的に発現解析を行った。

【結果・考察】

BAG3 の機能阻害は、温熱誘導細胞死を有意に上昇させ、一方、BAG3 の高発現はこの温熱誘導細胞死を有意に低下させた。これらの結果から、BAG3 は温熱誘導細胞死に対して細胞保護的に機能すると考えられた。また、この BAG3 による温熱感受性の上昇には JNK シグナル伝達経路が関与していた。BAG3 は温熱負荷の直後から速やかに核内に移行し、BAG3 の機能発現には細胞内の局在変化が重要であると考えられた。また、網羅的遺伝子発現解析の結果から、細胞死に関与する遺伝子ネットワークにおいて、BAG3 ノックダウンは ER ストレスやオートファジーに関与する遺伝子の発現を増加させた。さらに、細胞死を抑制に関与する遺伝子ネットワークにおいて、BAG3 や HSP70 (HSPA1A) を含む多くの HSP ファミリーが含まれ、BAG3 とこれらのタンパク質との相互作用が BAG3 の発現に寄与していると考えられた。BAG3 は温熱負荷に対して保護的に機能し、その機能阻害はがん温熱療法における新規の治療戦略になる可能性がある。

企業セミナー

2021-9-4 11:40-13:10

第一会場

CS-1

2021-9-4 11:40 - 13:10 第 1 会場

治療効果を上げるためのサーモトロンの使い方

今田肇

戸畑共立病院がん治療センター

当院では、サーモトロンの新型を導入し、今年度中にすべてが新型になる予定である。当院におけるハイパーサーミアは、ほとんどの場合、化学療法の増感に使用されている。治療効果を上げるためのサーモトロンの使い方の中で、最も重要な点が、低容量の抗癌剤でのハイパーサーミアによる増感効果と考えている。ガイドラインを基本遵守しつつ、どのような場合にそれを適応するかといった明確な基準はないため、効果、有害事象のバランスに配慮して判断している。腫瘍の性格(増殖スピード、局在性と広がり)、患者の全身状態、免疫状態などを加味して、ハイパーサーミアによる抗癌剤の増感を生かした集学的治療を行っている当院の考え方を紹介する。

特別企画

ハイパーサーミア普及への取り組み —患者署名活動に端を発した導入—

2021-9-3 9:00-10:30

第一会場

演者

伊藤幸恵(東予がん患者と家族の会・すまいるの会)
関政幸(前千葉県議会議員)
千葉聡(千葉県がんセンター肝胆膵外科)
山崎晋一郎(千葉県病院局病院局長)

座長

籾内祝(明海大学保健医療学部)
浅尾高行(群馬大学数理データ科学教育研究センター)

座長抄録

2021-9-3 9:00 - 10:30 第1会場
〔座長〕藤内祝(明海大学)、浅尾高行(群馬大学)

ハイパーサーミア普及への取り組み—患者署名活動に端を発した導入—

藤内祝

明海大学保健医療学部

近年様々ながん患者を支援する団体が設立され、がん医療の発展に結びついているのは周知のことである。しかし一人の患者の強い思いから県議会を動かし、新しい医療機器の導入に短期間で至った例は極めてまれである。

千葉県において一人のがん患者がハイパーサーミア導入に強い思いで署名活動を行い、21,769名もの署名が集まり公的病院への導入を要望した。このような署名だけでは病院において新しい医療機器の導入までには時間がかかるのが常であるが、ここに医療に対して非常に理解のある県議会議員、また医療の現場で以前よりハイパーサーミアの導入に熱心な医師が偶然と時同じくして存在したことが大きな力となり、短期間で県議会を通過し、千葉県がんセンターの改築と同時に昨年秋に導入された。また県立病院への導入の際、実際に担当する行政官の深い理解も重要である。

今回千葉県においてがん患者の署名活動に端を発し、県議会を動かし千葉県がんセンターにハイパーサーミアが導入された経緯などにつきお話を頂き、ハイパーサーミア普及への取り組みに一筋の光となればと思い、このシンポジウムを企画した。シンポジストには実際に千葉県議会でのこの件を熱心に活動された関 政幸先生(前千葉県議会議員)、以前より医療現場でハイパーサーミア導入の運動をされていた千葉 聡先生(千葉県がんセンター)、実際の千葉県がんセンターへの導入で行政官として担当された山崎晋一郎先生(千葉県病院局)、それと本来なら今回の署名活動された患者様を予定しておりましたが、残念にもお亡くなりになられましたので、ハイパーサーミアの普及活動をされておられる伊藤幸恵様(東予がん患者と家族の会)にお願いを致しました。

SL-1

2021-9-3 9:00 - 10:30 第1会場
〔座長〕籾内祝(明海大学)、浅尾高行(群馬大学)

患者側の立場から 愛媛県内での患者側の取り組み

伊藤幸恵 1) 福島靖之 2)

1 東予がん患者と家族の会(すまいるの会)、2 福岡徳洲会病院

きっかけ

- ・保険が切られるため、受けたくても受けられないという現状がある。
- ・愛媛県にある別の患者会に協力依頼をと願ったが、三大療法でないという理由で上手くいかなかった。
- ・患者会本来の患者主体でない患者会が多い。
- ・保険適応の治療なのに、全国的にも拠点病院に入っていないので増やしたい。

これまでの活動

- ・国保・社保・市や県・議員に相談したが、なかなか聞いてもらえない。村上誠一郎議員は、話を聞いてもらいましたが、もっと活動をしっかい動きなさいとアドバイスされ署名活動を考えました。
- ・市・県の壁の厚さに疲れ、親の介護と重なり体調を崩し、中断(入院)せざるを得なかった。
- ・2019年から、署名活動を開始しようとしていた。昨年2月に準備を進めていたが、コロナが影響で活動が出来なくなった。

活動の問題点

- ・活動しようと県の会場を借りようとしても、三大療法ではないからと借りれない。
- ・患者会に門戸を開いて欲しい。
- ・他の県の患者会の動きや共同(情報交換)を目指した。近隣の高知・島根・広島・香川・福岡などを調べた。
- ・しかし、病院内が多く、三大療法中心で、協調できなかった。

ハイパーサーミアの問題点

- ・理解(医療者・支援者・行政・市議・県議 ETC.) が得られておらず、患者が求める治療が受けられない。医師・担当医に相談した時点で、何の説明もなく遮断される。患者は情報は武器となり希望はあるが希望を失ってしまう。
- ・早い段階から治療を受けると体への負担が軽減され完治を目指す。
- ・今回千葉県のお話を聞いて勇気もらった。
- ・恐らく全国にたくさんある患者会が点で活動している。そういった点と点を結び形ある大きく強い力(患者力)にし医療・行政と変えていきたいと願っている。

SL-2

2021-9-3 9:00 - 10:30 第 1 会場
〔座長〕籾内祝(明海大学)、浅尾高行(群馬大学)

県民の請願によるハイパーサーミアの導入

関政幸

前千葉県議会議員

抄録なし

SL-3

2021-9-3 9:00 - 10:30 第1会場
〔座長〕籾内祝(明海大学)、浅尾高行(群馬大学)

千葉県がんセンターへのハイパーサーミア導入と治療状況

千葉 聡 1)、柳橋浩男 1)、有光秀仁 1)、石毛文隆 1)、岩立陽祐 1)、加藤 厚 1)、高山亘 2)

1 千葉県がんセンター肝胆膵外科、2 千葉県がんセンター食道胃腸外科

当センターは、千葉県の中心部にあるがん治療専門病院で、2019 年の手術件数は全科合わせて 2916 件。診療科も食道胃腸外科、肝胆膵外科、呼吸器外科、泌尿器科、婦人科、乳腺外科、整形外科、脳外科、頭頸科、形成外科、内視鏡科、化学療法科、放射線治療部と診療科も多岐に渡っており、年間 15,000 件以上の化学療法と 13,000 件以上の放射線治療が行われている。今回、当センターに通院中の患者さんご家族のご尽力により、2019 年 12 月の千葉県議会にてハイパーサーミアの導入が可決され、導入検討会を経て 2020 年 10 月 28 日より治療を開始することが出来た。2021 年 5 月 31 日までに 57 名、計 396 件の治療を行った。今回は、医師サイドからの導入に至る道のりと開始直後の治療状況について報告する。

SL-4

2021-9-3 9:00 - 10:30 第 1 会場
〔座長〕籾内祝(明海大学)、浅尾高行(群馬大学)

千葉県がんセンター新棟整備とハイパーサーミア導入について

山崎晋一郎

千葉県病院局病院局長

抄録なし

シンポジウム1

「電磁波による温熱治療の温故知新～温度非依存性効果～」

2021-9-3 11:10-12:30

第一会場

演者

伊藤公一(千葉大フロンティア医工学センター)

宮越順二(京都大生存圏研究所)

松本孔貴(筑波大学医学医療系臨床医学域放射線腫瘍学)

金森昌彦(富山大学学術研究部(医学系))

座長

松本孔貴(筑波大医学医療系臨床医学域放射線腫瘍学)

近藤隆(富山大学学術研究部(医学系))

S 1 - 1

2021-9-3 11:10 - 12:30 第 1 会場
〔座長〕松本孔貴(筑波大学)、近藤隆(富山大学)

電磁波を用いたがん治療の工学的基礎と新しい取組み

伊藤公一

千葉大学フロンティア医工学センター

電磁波技術は、がん治療にも大きく貢献している。本講演では、工学的立場から、電磁波を用いたがん治療の基礎と新しい取組みについて概観する。電磁波を用いたがん治療の根拠は、いわゆる熱作用および非熱作用に大別できる。熱作用に基づく代表的な治療法として、ハイパーサーミアおよびアブレーションが挙げられ、使用周波数帯は RF およびマイクロ波 (MW) が主流である。RF ハイパーサーミアには誘電加温、誘導加温などがあり、国内では誘電加温が広く用いられている。MW ハイパーサーミアは、特にヨーロッパで活発に最先端の研究開発が行われている。アブレーションでは治療の質と効率を上げるため、CT・超音波・MR ガイド下 RFA/MWA が多用されている。さらに、MWA では周方向にも治療範囲を限定できる新しいアプリケーションの検討も行われている。一方、非熱作用に基づく治療法に関しては、electroporation を用いた電気化学療法や、mEHT (modulated electro-hyperthermia) などの治療実績が数多く報告されている。最近、Peter Wust らのグループが電磁波の非熱作用に関する論文を発表している (例えば、Non-thermal membrane effects of electromagnetic fields and therapeutic applications in oncology. *Int J Hyperthermia*, 38:715-731, 2021)。提案モデルの検証など不明確な点もあるが、興味深い知見を提供している。

新しい取組みの一つとして、米国 FDA が MDDT (Medical Device Development Tool) プログラムを発表している (詳細は FDA ホームページ参照)。アプリケーション等の開発や評価に際して、条件を満たせば、例えば数値シミュレーションを FDA が認証するもので、動物実験等の負担や危険因子を軽減できる。また、近年、“theranostics” が話題となっている。これは“therapeutics”と“diagnostics”を合わせた造語であるが、名前の通り診断と治療を同時にあるいは連続して行う取組みである。これが実現すれば、よりの確で迅速ながん治療が可能になるとともに、患者や医療従事者の負担も軽減できることになる。

S 1 - 2

2021-9-3 11:10 - 12:30 第 1 会場
〔座長〕松本孔貴(筑波大学)、近藤隆(富山大学)

ハイパーサーミア研究～創生期の経験から～

宮越順二

京大大学生存圏研究所

「がんが熱に弱い！」という欧米からの情報を 1970 年代中頃に知った。当時、放射線基礎医学の研究グループに所属していて、大学院に入って間もないころであり、研究テーマが、電離放射線からハイパーサーミアに変更となった。ハイパーサーミアはがん治療法における新しい第 5 の柱になるべく活発な研究が国際的にも行われ始めていた。ちなみに、手術、放射線、化学療法、および免疫療法が第 1 から第 4 の柱であった。ハイパーサーミアの基礎実験としても、加温を温浴ですか、電磁波ですか、温度は何度ですか、当初は全くの手探りであった。ただ、欧米の研究は急速に進んでおり、ある程度の情報はあるものの、今では想像できないほど、正確で詳細な入手にはかなりの時間を要した。培養細胞を主体とした研究を始め、加温は温浴、フラスコまたは密閉シールをしたシャーレ、熱伝導の良いガラス材質を使用した。まず、使用温度の選定は、細胞応答をアレニウスプロットにて求め、試行錯誤しながら行った。研究が進むうちに「温熱耐性」の情報が大きな話題となり、加温方法に制約がかかってきた。逆に、低 pH 環境や S 期依存的に温熱高感受性を示すことなど、治療へと結びつく情報も入ってきた。さらに、細胞研究で、放射線や化学療法との併用により治療効果が期待できると結論づける結果も得られた。以上のように、創生期におけるハイパーサーミア研究に携わった経験を紹介する。

S 1 - 3

2021-9-3 11:10 - 12:30 第 1 会場
〔座長〕松本孔貴(筑波大学)、近藤隆(富山大学)

温水還流加温と比して、低出力温熱治療(オンコサーミア)は
効率的な殺細胞効果と放射線増感効果を示す

松本孔貴 1)2)、菅原裕 3)、李宜諾 3)、櫻井英幸 1)2)

1) 筑波大学医学医療系臨床医学域放射線腫瘍学、2) 筑波大学附属病院陽子線医学利用研究センター、
3) 筑波大学大学院人間総合科学学術院

新規温熱療法オンコサーミアは、がん細胞膜を特異的標的とした低出力のナノ電流により細胞膜の外部信号経路を介して細胞死を誘導し、低温でも効率的な細胞死の誘導が報告されている。本研究では、オンコサーミア装置(立山マシン株式会社)による RF 波加温処理(OT)と放射線(X 線)との併用効果について、ウォーターバスによる加温処理(WB)との差異を明らかにすることを目的とした。各温熱処理による殺細胞効果は温度・時間依存的に増強され、各温度で OT の効果が顕著に優れていた。放射線増感効果でも OT は WB に比べ優れ、温熱増感比は 1.6~3.3 と高値を示した。Flowcytometry 法を用いて温熱処理後の細胞死形態を調べた結果、アポトーシスおよびオートファジーの温度・時間依存的な増加が確認され、特に OT 群では 41℃でも顕著な細胞死誘導が確認された。in vivo 実験において、OT は 41℃ないし 42℃の腫瘍内温度を誘導する単独処理で顕著な腫瘍増殖抑制効果を示し、その抑制効果は放射線との併用で一層顕著だった。さらに、間欠的低酸素処理により放射線および薬剤抵抗性を獲得した細胞に対して、OT は WB に比べて顕著な細胞死誘導および放射線増感効果を示した。以上の結果から、放射線との併用におけるオンコサーミアの有用性が示唆されるとともに、温水還流による加温と RF 波加温の間で見られる温熱効果の差異の一部を明らかにした。

S 1 - 4

2021-9-3 11:10 - 12:30 第 1 会場
〔座長〕松本孔貴(筑波大学)、近藤隆(富山大学)

オンコサーミア治療の臨床経験と将来展望

金森昌彦 佐藤勉 島友子 齋藤淳一 近藤隆

富山大学学術研究部(医学系)

オンコサーミア(modulated electro-hyperthermia, 略称 mEHT)は周波数 13.56 MHz 電磁波を出力変調させて使用する癌温熱治療法である。この手法は加温するという点では従来のハイパーサーミアと同じであるが、腫瘍特性を生かした選択性の高い加温を特徴とする。電磁波出力は 150 W, 最新機器でも 340 W(通常の高周波加温装置の 1/10~1/5 程度)と低い。装置は治療用円盤型電極とベッド全体のアースを兼ねた対向電極とから構成される。1) 専用のシールドルームが不要である。2) 出力が低いため、火傷等の有害事象を抑えた治療が可能などの利点がある。これまで開発者であるサース・アンドラーシュ教授(ハンガリー)の協力と富山大学放射線基礎医学講座での mEHT に関する基礎的研究を基盤に、当大学附属病院では 2015 年から mEHT の医師主導型臨床試験を開始し、2019 年から自由診療として治療を行ってきた。標準治療に抵抗性の症例を中心に約 100 例の臨床症例を経験した。その中で、乳がんなどでその有効例が認められており、今後のがん治療の選択肢として期待できる。

文献的には RCT 研究も実施されており、Phase II として Pang ら(腹膜播種)や Ou ら(肺癌)が報告している。また Phase III 研究として Minnaar ら(子宮頸がん)が報告しており、これらについても紹介する。

シンポジウム2

「膵癌の基礎と臨床」

2021-9-3 16:00-17:50

第一会場

演者

野中哲生(日本赤十字社医療センター放射線腫瘍科)
原田浩(京都大学大学院生命科学研究科がん細胞生物学)
横堀武彦(群馬大学未来先端研究機構統合腫瘍学研究部門)
廣嶋悠一(国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 QST 病院)
寺嶋広太郎(九州国際重粒子線がん治療センター)

座長

石川仁(量子科学技術研究開発機構 QST 病院)

S2-1

2021-9-3 16:00 - 17:50 第 1 会場
〔座長〕石川仁(量子科学技術研究開発機構 QST 病院)

膵癌に対する放射線治療の現在地と今後の展望

野中哲生

日本赤十字社医療センター放射線腫瘍科

国立がん研究センターがん情報サービスによると、2020 年の本邦における膵癌の罹患数は全体の 7 位、死亡数は 4 位と予測されている。また、罹患数と死亡数に大きな差はなく、5 年相対生存率は男女ともに 10%未満であることから予後不良な悪性腫瘍であるといえる。膵癌に対する治療の第一選択は外科的切除であり、完全摘出の可否が予後に大きく影響する。したがって、遠隔転移がない症例の病期診断には TNM 分類のほかに局所浸潤の評価による切除可能性の診断が用いられ、切除可能 (resectable: R)、切除可能境界 (borderline resectable: BR)、切除不能 (unresectable: UR) に分類することが提唱されている。R および BR 症例に対する放射線治療は組織学的な残存症例に対する術後照射や、BR 症例におけるダウンステージングを目指した術前化学放射線療法として施行されることが多い。一方、遠隔転移を認めない UR 症例では根治的な治療として化学放射線療法が選択されることがあるが、これまでの臨床試験の結果から現時点では全身化学療法単独との優劣は明らかではない。膵癌は解剖学的に十二指腸や胃といった放射線感受性が比較的高い臓器や、腎臓および肝臓が近接していること、さらに呼吸性に移動することなどから、従来の放射線治療では十分な線量を投与することが困難であった。また、他の癌腫にくらべ低酸素細胞の割合が高いことが知られており放射線治療に対する反応が不良とされてきた。今回は近年広く普及した IMRT や SBRT、さらに粒子線治療といった高精度の放射線治療を中心に、最近の知見や今後の展望について述べる。

S2-2

2021-9-3 16:00 - 17:50 第 1 会場
〔座長〕石川仁(量子科学技術研究開発機構 QST 病院)

低酸素バイオロジーの視点で見るハイパーサーミアによる放射線増感

原田浩

京都大学大学院生命科学研究科がん細胞生物学

悪性固形腫瘍内には血管から十分な酸素が供給されない低酸素環境が存在し、そこでがん細胞は低酸素応答機構を活性化して放射線抵抗性や悪性形質を獲得することが知られている。我々は、低酸素がん細胞に対する lineage tracing experiment (細胞系譜実験) を実施し、放射線治療後の再発がんを構成する 60-70% のがん細胞が、原発腫瘍内の低酸素領域に由来することを証明した (Harada et al. Nat Commun. 2012)。また、低酸素がん細胞の放射線抵抗性を亢進する新規遺伝子 UCHL1 を同定し、その作用機序を解明するとともに (Goto et al. Nat Commun. 2015)、放射線照射を受けたがん細胞が損傷 DNA を修復して生存を図るか細胞死 (アポトーシス) を選択するかの決定機構を解明してきた (Maruoka et al. Mol Cell. 2021)。さらに近年、低酸素分画に富む脾臓がん組織が形成されるメカニズムとして、がん細胞と線維芽細胞のクロストークが重要であることを見出している。本講演では、我々が進めてきた「がんの低酸素バイオロジー研究」を紹介するとともに、そこから見えてきた「ハイパーサーミアによる放射線増感の論理的妥当性」を議論したい。

S2-3

2021-9-3 16:00 - 17:50 第 1 会場
〔座長〕石川仁(量子科学技術研究開発機構 QST 病院)

膵癌診療における温熱治療の意義と温熱増感効果を期待した膵臓がん治療ツールの開発

横堀 武彦、Bilguun Erkhem-Ochir, Navchaa Gombodorj

群馬大学未来先端研究機構統合腫瘍学研究部門

膵癌は代表的な難治性消化器癌であり手術、化学療法、放射線療法などを併用した集学的治療を用いた積極的な治療を行っても切除不能、再発症例の予後は不良である。膵癌診療における温熱治療は放射線や化学療法など DNA ダメージをがん細胞に誘導する治療ツールの増感効果を期待してこれまで研究がなされてきたが、大規模な RCT の結果はこれまで報告されておらず今後のさらなる検討が待たれる。一方、がん細胞の DNA 保護作用/修復機構を標的とした分子標的治療と温熱療法を併用する意義についてはこれまで十分に検討されていない。本発表では新規温熱増感ツールの開発を目指したわれわれの基礎的研究データについて報告したい。

S2-4

2021-9-3 16:00 - 17:50 第 1 会場
〔座長〕石川仁(量子科学技術研究開発機構 QST 病院)

膵癌に対する温熱療法併用化学陽子線治療

廣嶋悠一 1)、2)、石川仁 1)、村上基弘 2)、馬場敬一郎 2)、清水翔星 2)、飯泉天志 2)、
齋藤高 2)、沼尻晴子 2)、水本齊志 2)、中井啓 2)、奥村敏之 2)、櫻井英幸 2)

- 1) 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 QST 病院、
- 2) 筑波大学医学医療系放射線腫瘍学・陽子線医学利用研究センター

近年、医学の飛躍的な進歩によって多くの癌における治療成績は向上したが、膵癌、特に切除不能膵癌の治療成績は未だ極めて不良であり、革新的な治療法の開発が必要である。

切除不能膵癌に対して化学放射線療法が行われるが、X 線を使用した従来の放射線治療では、膵臓と消化管等との解剖学的位置関係から、50Gy 程度が投与可能な最大線量であり、これは膵癌を制御するには不十分な線量であった。近年、強度変調放射線治療や定位体幹部放射線治療を代表とする高精度放射線治療が普及し、膵癌に対する線量増加の試みが行われてきたが、高線量が照射される領域は標的体積の一部に限られる場合が多かった。

筑波大学では 1983 年から深部腫瘍に対する陽子線治療を開始し、これまでに約 6400 例の治療を行った。陽子線は加速器での付与エネルギーに依存して、体内に入射後、飛程の一点で最大エネルギーを周囲に与え、それより深部には影響を及ぼさない特徴がある。この特性を用いて消化管等の周囲臓器に深刻な有害事象を出さずに膵癌への照射線量を増やし治療効果を高めることを目的として、陽子線治療を用いてきた。

さらに膵癌は低血流・低酸素状態であることから、放射線治療および化学療法抵抗性であることが知られている。そこで我々は化学療法、陽子線治療に温熱療法を同時に組み合わせることで、膵癌の血流・酸素化を改善し、治療効果の向上を目指してきた。

本シンポジウムでは、局所進行・切除不能膵癌に対する温熱療法併用化学陽子線治療の実際と、当院での臨床経験を提示する。

S2-5

2021-9-3 16:00 - 17:50 第 1 会場
〔座長〕石川仁(量子科学技術研究開発機構 QST 病院)

膵癌に対する重粒子線治療

寺嶋広太郎 1)、篠藤誠 1)、末藤大明 1)、松延亮 1)、福西かおり 1)、戸山真吾 1)、塩山善之 1)

1 九州国際重粒子線がん治療センター-国立研究開発法人

重粒子線治療は炭素イオンを光速の約 70%まで加速して体外から照射する外部照射の一つである。1994 年より放射線医学総合研究所(現 QST 病院)で臨床応用が開始され、これまで様々な悪性腫瘍において良好な治療成績が報告されてきた。実施施設も全国に 7 施設となり、保険診療として骨軟部腫瘍、前立腺癌、頭頸部がんの一部、先進医療として膵癌、肺癌、食道癌、肝癌、大腸癌術後再発、婦人科腫瘍、オリゴ転移に対して治療を行っている。

膵癌に対する重粒子線治療は、主に切除不能局所進行例に対する根治治療として 55.2Gy(RBE)/12 回での治療を行っている。膵臓は、解剖学的に消化管が近接しているため投与線量が制限されてしまうことがしばしば問題となるが、重粒子線ではその優れた線量集中性を生かして大線量を投与することによって局所効果の向上が期待できる治療である。ただ、膵癌は遠隔病変をきたしやすいこともあるため、通常は抗癌剤治療も併用した集学的治療を行っている。重粒子線多施設の後方視的解析では、72 例の局所進行膵癌に対する重粒子線治療で、全生存割合 1 年 73%、2 年 46%と良好な成績を示している。また、九州国際重粒子線がん治療センターにおける 75 例の長期解析においても、観察期間中央値 48 か月で、全生存割合 3 年 26%、4 年 19%と良好な成績を示しており、長期生存に対しても局所治療が寄与できることが示唆されている。

本シンポジウムでは、膵癌に対する重粒子線治療の現況について報告するとともに、ハイパーサーミアを併用した症例について紹介する。

シンポジウム3

「相分離生物学」

2021-9-4 9:00-10:20

第一会場

演者

森英一朗(奈良県立医科大学)

渡邊和則(岡山大学院統合科学)

吉澤拓也(立命大生命)

齋尾智英(徳島大学先端酵素学研究所)

座長

森英一朗(奈良県立医科大学)

田淵圭章(富山大学研究推進機構遺伝子実験施設)

S3 - 1

2021-9-4 9:00 - 10:20 第 1 会場
〔座長〕森英一朗(奈良県立医科大学)、田淵圭章(富山大学)

相分離生物学：分子集合状態と分子シャペロンによる制御

森英一朗

奈良県立医科大学

生体分子が集合して機能する現象を生物学的相分離と呼び、近年注目を集めている。従来構造を持たないと考えられてきた天然変性タンパク質が、生物学的相分離の駆動において重要であることが明らかになり、タンパク質の構造解析にも新たな風を吹き込んだ。ハイパーサーミア領域では、温熱に対する応答因子として Heat Shock Proteins (HSPs) が古くから知られており、分子シャペロンとして機能することで、タンパク質分子の折り畳みや安定化に寄与していると考えられてきた。最近では、生物学的相分離の制御因子としての分子シャペロンの機能が改めて注目されるようになってきている。本シンポジウムでは、分子の集合状態の制御における分子シャペロンの役割について、最新の知見を交えながら議論を行いたい。

S3-2

2021-9-4 9:00 - 10:20 第1会場
〔座長〕森英一郎(奈良県立医科大学)、田淵圭章(富山大学)

相分離を介した核内ストレス顆粒の形成は温熱抵抗性に関与している

渡邊和則 1)、的野恭平 1)、大槻高史 1)

1 岡山大院統合科学

【背景】生物は温熱に曝されるとストレス応答を引き起こすことで温熱に抵抗し、生存することができると考えられている。ストレス応答の1つとして、核内ストレス顆粒(nSBs)が形成されることが報告されている。RNA結合タンパク質とRNAから構成されているnSBsは相分離を介して形成されることが報告されている。これまでnSBs構成タンパク質の機能解析を介してnSBsが温熱抵抗性に関与していると考えられている。しかし、nSBsの形成自体が温熱抵抗性に関するのかは明らかになっていない。

【目的】nSBsの形成が温熱抵抗性に関与しているのか明らかにすることを目的とした。

【方法】nSBsの形成タンパク質の形成を抑制する薬剤の探索を行った。またHSF1、SAFB顆粒の形成を抑制するSB366791およびヘキサンジオールを用いることで、温熱による細胞増殖抑制への影響を測定した。

【結果】SAFB顆粒の形成はTRPV1アンタゴニストであるSB366791を用いることで抑制できた。また、HSF1、SAFB顆粒の形成はヘキサンジオールにより抑制できた。また、SB366791およびヘキサンジオールを用いることで、リカバリー時のHSP27、HSP70の発現上昇が抑制されることで温熱によるアポトーシス誘導が増幅され、細胞増殖抑制が増幅されることが明らかになった。

【結語】核内ストレス顆粒の形成は温熱抵抗性に関与していることが示唆された。

S 3 - 3

2021-9-4 9:00 - 10:20 第 1 会場
〔座長〕森英一郎(奈良県立医科大学)、田淵圭章(富山大学)

相分離性タンパク質 FUS とその制御タンパク質 karyopherin- β 2

吉澤拓也

立命大生命

RNA 結合タンパク質と RNA の相分離による RNA 顆粒が様々な細胞機能の調節を司ることが明らかとなってきた。RNA 結合タンパク質のなかでも、Fused in Sarcom (FUS) は相分離研究の代表的なタンパク質として、研究が進められている。FUS の相分離はさまざまな因子によって制御されるが、温度もその因子のひとつである。演者らは各種変異体の FUS の相分離の温度依存性解析を行ない、相分離に重要な領域を明らかとした。また、FUS は主に核内で機能するタンパク質であり、核内輸送受容体 karyopherin- β 2 によって核内へと輸送される。演者らは、karyopherin- β 2 が FUS を核内へと輸送するだけでなく、相分離を制御するシャペロンとなることを明らかとした。この相分離の抑制には、FUS の核移行シグナル領域との相互作用が重要であった。FUS の核移行シグナル領域の変異は、重篤な神経変性疾患である ALS との関連が示唆されている。変異体の中でも、点変異である FUS (P525L) 変異体と NLS が欠失する FUS (R495X) 変異体について、Karyopherin- β 2 との相互作用解析を行なったところ、karyopherin- β 2 は FUS 変異体の相分離を部分的に制御可能であった。この FUS 変異体に対する karyopherin- β 2 の相分離抑制能は、野生型 FUS に対してものと比較すると抑制能が低下していることから、徐々に異常なタンパク質が蓄積することが病態で見られる凝集沈着物となることが示唆された。

S3 - 4

2021-9-4 9:00 - 10:20 第 1 会場
〔座長〕森英一朗(奈良県立医科大学)、田淵圭章(富山大学)

相分離制御因子と分子シャペロンの動的構造基盤

齋尾智英

徳島大学先端酵素学研究所

タンパク質、特に特定の高次構造を持たない天然変性タンパク質の弱く動的な相互作用によって形成される液-液相分離現象が注目を集めているが、その制御についての詳細なメカニズムは未解明である。最近の研究によって、相分離を制御する「相分離シャペロン」と呼ぶべきタンパク質群が明らかになりつつある。相分離シャペロンの多くは、従来は別の生命プロセスを制御する分子として認知されていたものが、相分離現象の発見により、その機能の新たな側面が明らかになったものである。その代表例として、核-細胞質間物質輸送を担うカリオフェリン $\beta 2$ (Kap $\beta 2$)、タンパク質フォールディングの制御因子である Heat Shock Protein (HSP) やプロリンシス-トランス異性化酵素 (PPIase) などの分子シャペロンが挙げられる。

演者はこれまでに、核磁気共鳴 (NMR) 法などの物理化学的手法を用いて PPIase シャペロンである Trigger Factor (TF) に対する構造生物学研究に取り組み、基質認識やフォールディング制御における作用機序を明らかにしてきた。さらに、核輸送因子 Kap $\beta 2$ に対する解析についても取り組み、Kap $\beta 2$ の相分離制御機能が筋萎縮性側索硬化症関連因子によって阻害されるメカニズムの一端を明らかにした。本発表では、TF シャペロンおよび Kap $\beta 2$ についての研究成果を報告するとともに、これまでの分子シャペロンについての理解が相分離制御の理解にどのようにつながるのか議論する。

シンポジウム4

「全国的な症例登録データベースの作成に向けて」

2021-9-4 10:30-11:30

第一会場

演者

浅尾高行(群馬大学数理データ科学教育研究センター)

大田真(戸畑共立病院臨床工学科)

黒崎弘正(JCHO 東京新宿メディカルセンター放射線治療科)

座長

大栗隆行(産業医科大学)

S4-1

2021-9-4 10:30 - 11:30 第 1 会場
〔座長〕大栗隆行(産業医科大学)

スマホを用いた登録システム開発と学会事業としての患者レジストリ

浅尾高行、井手野由季

群馬大学数理データ科学教育研究センター

臨床試験にかかるコストと時間が膨大で、それに見合う Output が得られにくいことや、限定された対象症例によって得られた結論が実臨床に一致しないという指摘から、厚生労働省の CIN(Clinical Innovation Network 2015 年) 構想では、患者レジストリ(疾患登録情報)を医薬品や医療機器の承認や適応拡大に使用する方針が示され、2020 年には薬機法が改正され、医療機器において患者レジストリ登録を条件とした承認制度が導入された。

このような背景の元、群馬大学数理 DS センターでは、ビッグデータ解析に用いられている NoSQL 型のデータベースを採用した患者レジストリーシステム(G-Registry)を開発し、日本女性医学学会の運営するホルモン補充療法の患者レジストリーに実装してきた。

G-Registry は、項目の追加や選択肢の変更が後から可能、患者の選択肢による設問の分岐、スマートフォンを用いた一画面一問一答の GUI を特徴とし患者自身が自分の症状や QOL を入力する Patient reported outcome (PRO)にも対応した次世代型の EDC である。

ハイパーサーミアにおいては、すでに上乗せ効果について多くの論文が Publish されており、新たな従来型臨床試験は倫理的にもコストの面でも現実的ではない。ハイパーサーミアのエビデンスの構築と新たな適応拡大にむけ、学会事業として患者レジストリーの構築を急ぐ必要がある。

S4-2

2021-9-4 10:30 - 11:30 第 1 会場
〔座長〕大栗隆行(産業医科大学)

全国アンケート調査からみたハイパーサーミア業務の現状と今後について

大田真 1), 三浦幸恵 1), 長瀬英梨 1), 灘吉進也 1) 鞆田義士 2),
丸山祐二 2), 宮國泰弘 2), 谷昂 2), 今田肇 2)

1 戸畑共立病院臨床工学科, 2 戸畑共立病院がん治療センター

ハイパーサーミア(以下 HT)は、1984 年に厚生労働省の認可を受け、がん集学的治療の一環として行われている。現在、稼働施設は 100 施設を超え年々、普及の兆しがみられる中、施設間の情報共有を図ることは、治療の標準化に繋がる有用な取組みと考える。

今回、本邦における HT 稼働施設に対し、各施設の現状を理解し、今後の課題について共有することを目的にアンケート調査を実施したので報告する。

調査期間は 2021 年 1 月 10 日～2 月 10 日とし、WEB アンケート(Google フォーム)にて実施した。対象は、HT 治療装置設置施設とし、担当職種、装置保有台数、治療件数、認定資格の有無、治療時の医師の立ち合い状況、マニュアルの有無、保守管理体制、教育体制など全 23 項目について設問した。

結果については本発表で報告させて頂くが、今回アンケート調査を実施したことで各施設の実態が明らかとなり有用な情報を得ることができた。今後はこれらの情報に加え、症例数や部位別内訳、ステージ分類、治療効果など、ガイドライン策定や診療報酬増点に有益な臨床データにおいても収集し、活用できるシステムの構築が必要と考えられた。

S4 - 3

2021-9-4 10:30 - 11:30 第 1 会場
〔座長〕大栗隆行(産業医科大学)

診療報酬の現状と未来：特に放射線治療／ハイパーサーミアについて

黒崎弘正、内海暢子、三浦航星

JCHO 東京新宿メディカルセンター放射線治療科

1990 年にハイパーサーミアが放射線治療併用にて保険収載されてから 30 年以上が経過した。この間 1994 年に放射線治療併用でなくても保険適応となっている。その後、四半世紀に渡って変化なく、この間に消費税が上昇したことや物価のことを考えると、年々ハイパーサーミアはより安価に提供していたということになろう。

2020 年に長い努力が実り、一連が 2 か月ごとに 3 回となった。歴代の保険改定委員会委員長の努力だけでなく、会員・メーカー皆が努力した成果と考えているが、なおそのコストに対して見合わないものとなっている。

今後も一致団結して診療報酬の改定に努力をしていかななくてはならないが、方針として、・今の一連について増額を求めるのか ・一回当たりの診療報酬を目指すのか ・選定医療(制限回数を超える医療行為) を目指すのかいろいろなところを決めていかねばならないところである。また診療報酬改定には・エビデンスの構築 だけでなく ・ガイドラインが必要となっている。これらについて概説するとともに、大規模データベースの作成の必要性について説明を行う。

シンポジウム5

「温熱療法関連技術の新展開」

2021-9-4 13:20-14:40

第一会場

演者

新藤康弘(東洋大学工学部機械工学科)
齊藤一幸(千葉大学フロンティア医工学センター)
鷺尾利克(国立研究開発法人産業技術総合研究所健康医工学研究部門)
八ツ代 諭(東海大学情報理工学部情報科学科)

座長

齊藤一幸(千葉大学フロンティア医工学センター)
黒田輝(東海大学情報理工学部)

S5-1

2021-9-4 13:20 - 14:40 第 1 会場
〔座長〕齊藤一幸(千葉大学)、黒田輝(東海大学)

深部加温を目的とした開放型空洞共振器加温システムの開発

新藤康弘 1)、加藤和夫 2)

1 東洋大学理工学部機械工学科、2 明治大学理工学部機械情報工学科

これまで我々の研究グループでは、深部集中加温を目的とした加温システムとして、空洞共振器加温システムの開発を行ってきた。ハイパーサーミア分野のみならず温熱リハビリテーション分野でも臨床応用を進め、本加温システムの有効性を示してきた。変形性膝関節症を対象とした温熱リハビリテーションでは、小型の空洞共振器を開発し脚部を挿入することで深部集中加温を実現している。しかし、多くの患者は脚部の屈曲や伸展が困難であり、アプリケーション着脱の際に時間がかかってしまうケースもあった。そこで、本研究では臨床における作業効率を向上させるために、アプリケーション着脱をより簡便に行うことができる、開放面を持った新たな空洞共振器アプリケーションの開発を行った。

本加温システムの特徴として電磁気学的共振現象を用いているため、導体壁が大きく欠損した状態では共振することが理論的に困難であり、加温エネルギーを集中維持することができない。そこで本研究では、空洞共振器壁面に取り付けた電磁シールド形状を工夫して設計することで、脚部挿入時に目的部位の深部集中を実現した。

本研究では、FDTD 法による電磁界温度分布連成解析結果および、試作加温装置を用いた筋肉等価寒天ファントムの加温実験結果の両面から検討を行った。解析結果、実験結果ともに被加温体の深部集中加温を確認し、本研究で提案する開放型空洞共振器の有用性を示した。今後は、本研究で設計したアプリケーションの臨床応用研究を予定している

S5-2

2021-9-4 13:20 - 14:40 第 1 会場
〔座長〕齊藤一幸(千葉大学)、黒田輝(東海大学)

ロボット手術への適用を目指したマイクロ波エネルギーデバイスの開発

齊藤一幸 1), 西舘嗣海 2)

1 千葉大学フロンティア医工学センター, 2 千葉大学大学院融合理工学府

今日の外科手術では、従来の開腹手術のみならず、腹腔鏡手術や内視鏡的手術、さらには、ロボット手術といった低侵襲な手技が広く行われ、患者の Quality Of Life (QOL) が飛躍的に向上していることは言うまでもない。これらの手術では、生体組織の切開や止血を同時に行うことができるエネルギーデバイスが多用されており、この代表格が電気メスである。ところが、電気メスによる処置時には大量の煙が生じ、低侵襲手術の遂行を妨害することがある。また、これに加えて、安全性の面でも原理的に解決し難い問題がある。ところで、我々はこれまで、マイクロ波組織内加温によるハイパーサーミアを実現すべく、この手技に用いるための微細径アンテナの開発を行った。この際に、強力なマイクロ波を生体組織に作用させると、この部分が高温に加熱され組織の凝固が生じるものの、電気メスのように煙が生じることもなくクリーンな術野が確保できる可能性があることがわかった。そこでこの特長を生かし、微細な手技が要求されるロボット手術にも適用可能なマイクロ波エネルギーデバイスの開発を目指すこととした。マイクロ波デバイスには、上述のような特長があるものの、そのサイズはマイクロ波の波長に依存するため、単に小さなデバイスを作製しても発生する加熱領域のサイズが小さくなるとは限らない。そこで本研究では、計算機シミュレーションやファントムを使用した実験を通して、ロボット手術にも適用可能なマイクロ波エネルギーデバイスを開発することを目標とした。これまでの検討により、従来のものよりも小さな加熱領域を発生させることが可能なデバイスの構造が明らかになりつつあるので、今後さらに継続し、ロボット手術用エネルギーデバイスとして、マイクロ波エネルギーを利用した器具が選択肢の一つになるよう努力していきたい。

S5-3

2021-9-4 13:20 - 14:40 第 1 会場
〔座長〕齊藤一幸(千葉大学)、黒田輝(東海大学)

レーザー加温治療における数値計算の役割

鷲尾利克 1)、鈴木志歩 2)、荒船龍彦 3)、黒田輝 4)、松前光紀 5)

1 国立研究開発法人産業技術総合研究所健康医工学研究部門、2 東京電機大学大学院先端科学技術研究科、3 東京電機大学理工学部、4 東海大学情報理工学部、5 東海大学医学部

温熱療法には、患部の十分な加温と正常組織の温存が、相反する条件で成り立つ難しさが存在する。熱ショック蛋白質(以下、HSP)は分子シャペロンとして蛋白質の形状を整える働きがあり、その発現は低温度における十分な加温が必要となる。HSP の存在は繰り返しの熱刺激に対する正常組織の維持に有益であるが一方、患部の治療では HSP の影響を受けない状況での加温が必要となる。本稿では、レーザーによる局所加温により HSP の影響を受けにくいレーザー加温のプロトコルを検討するために数値シミュレーションを行ったので報告する。

開発したシミュレーションプログラムは、光については定常とし、温熱に関しては非定常解析を行っている。温熱を非定常で計算しているのは、加温対象である腫瘍全体が十分加温されるまでの時間を検討し、より効果的な治療プロトコルの参考にするためである。

作成した数値シミュレーションはまず、3dSlicer 上で使用可能な定常解析のレーザー加温シミュレーションのアドオンソフトウェアでの温熱域およびその温度状態と比較検討し、その後 HSP の影響を検討した。また、レーザー加温で使用する各種プローブの開発において、プローブ表面での温度情報およびその温熱域形状を数値シミュレーションで明らかにしたので、検討したプローブについて報告する。

S5 - 4

2021-9-4 13:20 - 14:40 第 1 会場
〔座長〕齊藤一幸(千葉大学)、黒田輝(東海大学)

動的磁化率コントラスト MRI による血液灌流量計測に基づく脳腫瘍周囲の熱輸送率の画像化

ハツ代愉 1, 2, 堀江朋彦 3, 厚見秀樹 4, 松前光紀 4, 鷲尾利克 5, 荒船龍彦 6, 黒田輝 1, 7

1 東海大学情報理工学部情報科学科, 2 バイオビュー(株), 3 東海大学医学部附属病院診療技術部放射線技術科, 4 医学部外科学系脳神経外科学領域, 5 産業技術総合研究所健康工学研究部門, 6 東京電機大学理工学部電子工学系, 7 千葉大学フロンティア医工学センター

【背景】熱源からの熱吸収に対して、組織温度を決定する要因は、熱伝導、代謝熱、ならびに血流による熱輸送である。このうち血流による熱輸送は最も影響が大きいが、これをヒト脳内で時空間に渡って可視化した例は見られない。そこで本研究ではレーザーによる脳腫瘍治療の計画・制御のために、造影 MRI による灌流量計測に基づく熱輸送率の画像化を試みた。

【方法】3T MRI により脳腫瘍患者(N=5)に対して、ガドリニウム造影剤投与後の動的磁化率コントラストを勾配磁場エコー法により撮像した。条件は TR, 1365.5 ms; TE, 7.9/54.7 ms; FOV, 224 × 220 mm²; slice thickness, 5 mm とした。中大脳動脈内の血液における時間-濃度関数を入力、組織における時間-濃度関数を出力として、入出力の逆畳み込み積分により脳血流量を求めた。これに血液と周囲組織の温度差、組織・血液の密度などを与えることにより、熱輸送率[W/m³]の画像を得ることができた。良性腫瘍である髄膜種の場合には腫瘍内部においても熱輸送率が高く、悪性腫瘍である膠芽腫の場合には熱輸送率が低いことなどが明確に示された。

【結論】脳腫瘍レーザー治療の計画における組織温度と共に変化する熱輸送率の入力値を得るための方法を提案した。今後は光拡散方程式と組み合わせることにより腫瘍の局所温度を反映したシミュレーションを実施する必要がある。

シンポジウム6

「医療機器の感染予防対策の取り組み」

2021-9-4 14:50 - 16:50

第一会場

演者

三澤雅樹(産業技術総合研究所)

廣木昌彦(筑波メディカルセンター病院脳神経内科)

小林智哉(茨城県立医療大学放射線技術科学科)

新田尚隆((国)産業技術総合研究所健康医工学研究部門医療機器研究グループ)

篠原直秀(産業技術総合研究所)

達晃一(いすゞ自動車株・産業技術総合研究所安全科学研究部門リスク評価戦略グループ)

岩井彩(産業技術総合研究所)

座長

櫻井英幸(筑波大学医学医療系臨床医学域放射線腫瘍学)

S6-1

2021-9-4 14:50 - 16:50 第 1 会場
〔座長〕櫻井英幸(筑波大学)

エックス線診療車における感染防護対策の紹介

三澤雅樹 1)、廣木昌彦 2)、鷺尾利克 1)、新田尚隆 1)

1 産業技術総合研究所、2 筑波メディカルセンター病院

病院外で新型コロナ陽性患者のメディカルチェックを行うため、オンライン診療設備と感染防護診療室を備えたエックス線診療車 (Infection-Controlled X-ray Care Unit: ICXCU) を開発した。車内を区画分離し、清潔エリアから診察エリアに一方向気流を発生させるとともに、低濃度オゾン発生器や UV 照射で空気を清浄化し、抗菌フィルムコーティングした診察室で、二次感染を防止する。また、オンライン診療機能を装備し、胸部エックス線画像を、遠隔の診察室にいる専門医に転送できる。当該システムは、新型コロナ対策のみならず、災害時の医療拠点としての利用や、オンライン診療を活用した医療へき地の格差是正など、アフターコロナでの活用も期待できる。

S6-2

2021-9-4 14:50 - 16:50 第 1 会場
〔座長〕櫻井英幸(筑波大学)

筑波メディカルセンター病院のコロナ下における診療体制

廣木昌彦 1)、飯島弘晃 2)

1 筑波メディカルセンター病院脳神経内科、2 同呼吸器内科

筑波メディカルセンター病院は感染症指定病院、地域医療支援病院、救命救急センターとして、茨城県南部の新型コロナウイルス感染症対策に取り組んでいる。具体的には一般発熱外来、救急外来、陽性患者入院、重症者入院、在宅療養患者に対応し、更に新型コロナウイルス PCR 検査及び陽性患者のメディカルチェック (MC) を実施している。このため一般病棟の一部を削減し中等症専用病棟を、集中治療室の一部を改築して重症者専用病棟を新設し効率的な診療ができる体制を整えた。診療体制の変更にともない、スタッフの配置変更が必要となっているが、一定期間コロナ病棟に勤務したあとは、負担軽減のため一般病棟に戻るようローテーションを組んでいる。

当院はまた、茨城県地域がんセンターとして、早期診断から治療、緩和医療まで包括的な診療を行っている。コロナ感染症拡大により、院内感染が起きないように、細心の注意を払って診療を行っている。積極的な PCR 検査、状況に応じて個室へ隔離する、入院中の外出、家族の面会禁止などの対策を取りながら、がん診療における検査、治療に遅延が生じないようにしている。外出、家族の面会禁止などの措置により、患者、家族への心理的負荷が問題になっている。また、新型コロナウイルス感染拡大を懸念し、検査、通院を自己中断してしまう例も問題になっている。

新型コロナウイルス PCR 検査は当院はドライブスルー式で週 6 日、1 日最大 200 人にも及んでいる。PCR 陽性患者の MC も同様に週 6 日、1 日最大 8 人を対象とし、問診、体温、酸素飽和度測定を患者の車の窓越しに、胸部エックス線撮影と血圧測定は陰圧テント内で施行している。最後に医師が判定し保健所に報告している。

今回、感染防護対策された遠隔通信機能をもつエックス線診療車が開発された。間もなく当院で MC を目的に運用開始となる。これにより、MC スタッフと患者との接触の機会が大きく減少し、医療情報の伝達が効率化し、さらに患者の待機施設等に出動することで、MC のオンライン診療が可能となり、患者、保健所、医療従事者の負担の大きな軽減になると考えられる。

S6 - 3

2021-9-4 14:50 - 16:50 第 1 会場
〔座長〕櫻井英幸(筑波大学)

高機能感染防護エックス線診療車(Infection-Controlled X-ray Care Unit: ICXCU)
における感染症患者の胸部エックス線撮影プロトコル

小林智哉

茨城県立医療大学放射線技術科学科

胸部エックス線検査は、感染性肺疾患の診断において必要不可欠であり、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の病状を把握するための検査(Medical Check: MC)でも検査実施が強く推奨されている。現在実施されている MC のための胸部エックス線撮影は、特設の陰圧テントなど固定された場所で行うことが多く、感染対策も万全ではない。一方で MC は、軽症者が多く滞在している療養施設、保健所などの感染者と健常者が混在する検査統括機関で実施されることも想定され、可動性と感染対策が望まれる。

このような背景から、感染予防策を施した移動検査機関の有効性が高まり、我々は高機能感染防護エックス線診療車(Infection-Controlled X-ray Care Unit: ICXCU)を開発した。ICXCU の車内は気流が発生しており、車内の医療スタッフ(主に診療放射線技師)が常に気流の上流にいてエアロゾルからの感染を予防できる。また予め MC 実施患者に車内の様子と検査内容を知らせ、不要な接触を減らすよう指示することで、清掃や消毒を減らすことも可能である。これらの検査プロトコルは、療養施設や検査統括機関などで異なり、感染リスクに即したプロトコルの作成が望まれる。

本演題では、ICXCU の仕様から、車内で実施されるエックス線検査の感染防護プロトコルの詳細を示す。

S6-4

2021-9-4 14:50 - 16:50 第 1 会場
〔座長〕櫻井英幸(筑波大学)

超音波診断装置の消毒方法に関するガイドライン調査

新田尚隆

(国)産業技術総合研究所健康医工学研究部門医療機器研究グループ

医療現場で使用される、患者に接触する医療機器に対しては、これまでも感染症対策としてのガイドラインが各所より出されてきたが、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の流行に伴い、コロナ禍において接触医療機器を介した感染から患者と医療従事者を守るための消毒方法に改めて関心が寄せられている。本発表では、患者接触機器の一例として超音波診断装置と付属する超音波プローブを取り上げ、コロナ禍での消毒方法に関するガイドラインの調査について述べる。American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM)は、プローブの用途に応じた洗浄及び消毒方法に関するガイドラインを提言しており、また World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology (WFUMB)のガイドラインでは、超音波診断装置本体の消毒方法や、超音波プローブの洗浄及び消毒方法が提言されている。その一方、WFUMB ガイドラインでは、メーカー推奨の消毒方法がベースになると述べられている。日本超音波医学会では、WFUMB と AIUM の各ガイドラインの和訳版をホームページに掲載するとともに、プローブの消毒に関するメーカー情報へのリンク先を掲載し、医療従事者への情報提供を行っている。

S6-5

2021-9-4 14:50 - 16:50 第 1 会場
〔座長〕櫻井英幸(筑波大学)

医療現場における感染対策としての換気と空気清浄化 ～レントゲン車における実施例～

篠原直秀 1)、三澤雅樹 1)

1 産業技術総合研究所

医療現場における換気と空気清浄化について、試作したレントゲン車を例にして紹介する。

S6-6

2021-9-4 14:50 - 16:50 第 1 会場
〔座長〕櫻井英幸(筑波大学)

エックス線診療車 へのエアロゾルフィルタによる感染対策

達晃一 1, 2)、篠原直秀 2)、岩井彩 3)、栗原昇 3)、橋本秀直 1)、三澤雅樹 4)、内藤航 2)

- 1 いすゞ自動車(株) 2 産業技術総合研究所安全科学研究部門リスク評価戦略グループ
3 産業技術総合研究所計量標準総合センター工学計測標準研究部門気体流量標準研究グループ
4 産業技術総合研究所健康医工学研究部門人工臓器研究 G

エックス線診療車における新型コロナ対策感染の一環として、現状の空調設備をそのまま利用可能なエアロゾルフィルタによるウイルス感染対策を実施した。今回我々が用いたフィルタは、 $0.3-0.5\mu\text{m}$ の粒径のエアロゾルを捕集できるフィルタであり、空調設備の特別な改造を必要としないことが大きな特徴となっている。このエアロゾルフィルタは既に公共交通機関の路線バス用として開発を行い、商品化を完了している技術をエックス線診療車に展開した内容を報告する。

S6-7

2021-9-4 14:50 - 16:50 第 1 会場
〔座長〕櫻井英幸(筑波大学)

風速の高精度測定に基づく気流制御技術を用いた区域分け効果の検証

岩井彩

産業技術総合研究所

診察室など室内空間で勤務する医療従事者のウイルス感染リスクを低減させる技術の一つとして、室内空間における気流制御技術が注目されている。これは、ウイルス感染が疑われる患者周囲の汚染された空気が空間全体に拡散しないように、あるいは医療従事者がウイルスを含まない清潔な空気中に滞在できるように、室内の気流を用いて区域分け(ゾーニング)する技術である。気流制御技術を用いたウイルス感染症対策製品は、対象とする空間の規模や使用用途に応じて様々な製品が開発されており、普及が進んでいる。また、室内空間における換気の指標として一般的に用いられる風量[m³/min]は、ダクトなど空間内の特定の場所に設置される風量センサで測定するため、空間内の給排気の構造が単純な空間において有効である。一方で、複雑な形状の空間や空間内を人が移動するような気流の乱れが生じる条件においては、風量は空間内の局所的な空気よどみを評価することができない。このような場合は、風量の単位時間単位断面あたりでの微分値である風速[m/s]で評価する必要がある。我々のグループでは、風速 1.0 m/s 以下の微風速域における風向を含めた高精度な風速測定技術を活用し、ウイルス感染症対策製品を設置した室内空間における風速分布測定に取り組んでいる。風速測定結果から室内気流の状態を詳細に検証することによって、感染リスク低減に貢献する簡便かつ有効なゾーニング技術の構築に貢献できると考えている。本講演では、気流制御技術によるウイルス感染症対策が施された X 線検診車内の風速分布を測定した結果を紹介する。

シンポジウム7

「これからのハイパーサーミアに向けた研究のトピックス」

2021-9-4 17:00-18:10

第一会場

演者

高橋豊(大阪大学大学院 医学系研究科 生体物理工学講座)

松三雄騎(岡山大学大学院医歯薬学総合研究科)

足立哲夫(岐阜薬科大学)

座長

大塚健三(中部大学応用生物学部)

S7-1

2021-9-4 17:00 - 18:10 第1会場
〔座長〕大塚健三(中部大学)

これからのハイパーサーミアに向けた研究のトピックスー免疫療法との併用を中心にー

高橋豊

大阪大学大学院医学系研究科生体物理工学講座

ハイパーサーミア (HT) の研究の歴史は古く、1970 年代から盛んにおこなわれてきた。HT は正常組織では熱を逃しやすく、腫瘍では熱を蓄積するため、腫瘍を殺傷できると考えられている。さらに、化学療法や放射線との併用では抗腫瘍効果を増強することが知られている。特に、放射線感受性と HT 感受性は、細胞周期依存性など、お互いの特性を補完しあう形で殺細胞効果を高めることが可能となる。また、従来型の HT は深部局所加温が困難であったことなどから、臨床応用に限界があったが、最近はいくつかの原理に基づく技術の登場により、膵臓癌などの体深部の難治性腫瘍に対しても HT と放射線、化学療法を併用する臨床試験も開始されている。

HT は放射線治療や化学療法の増感だけでなく、免疫賦活効果があることも知られており、抗腫瘍免疫に及ぼす影響も盛んに研究されている。HT の免疫賦活効果の主なメカニズムは、熱ショックタンパク (HSP) であり、腫瘍から放出される抗原と複合体を形成し、樹状細胞の活性化に寄与し、結果として T 細胞への抗原提示を促進すると考えられている。また、放射線と併用することにより、腫瘍細胞の免疫原性も誘導されることが報告されている。しかし、これまでに HT 単独療法または HT と放射線の併用療法で抗腫瘍免疫が活性化され、それが遠隔転移抑制にまで寄与することを示すエビデンスはない。一方、近年のマウスモデルを用いた実験で、免疫チェックポイント阻害剤 (ICI) と放射線療法の併用により、治療部位と離れた部位の抗腫瘍効果 (アブスコパル効果) が高率に得られることが明らかになってきているが、最近、HT と ICI の併用でも同様なことが起こることが明らかになりつつある。

本講演では、抗腫瘍免疫に着目し、HT、放射線、ICI の関係について議論したい。

S7-2

2021-9-4 17:00 - 18:10 第 1 会場
〔座長〕大塚健三(中部大学)

同所性ヌードマウスモデルにおける腹膜播種に対する磁性体ナノ粒子を用いた温熱療法

松三雄騎 1)、香川哲也 1)、矢野修也 1)、田澤大 1)、重安邦俊 1)、武田正 1)、
大原利章 1)、青野宏通 2)、Robert M. Hoffman³⁾、藤原俊義 1)、岸本浩行 1)

1 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科、2 愛媛大学大学院理工学研究科、
3AntiCancer, Inc, San Diego

磁性ナノ粒子(MNP)と交流磁場(AMF)を組み合わせた磁気温熱療法(MHT)は、新たながん治療として有望であり、今までに多くの研究がなされている。そのほとんどは腫瘍組織へMNPを直接注射し行われている。しかし、これまで腹膜播種性疾患をMHT治療したという報告はなく、本研究では胃癌の初期腹膜播種性疾患を模倣する同所性マウスモデルにおいて、MNPとしてカルボキシデキストランでコーティングされた超常磁性酸化鉄(Fe₃O₄)ナノ粒子(SPION)を使用してMHTで胃癌の腹膜播種を治療した。最適なサイズのSPIONを腹腔内投与し、AMF(390 kHz、28 kAm⁻¹)に3日ごと4回、10分間印加しMHTを行った。MHT治療3週間後、腹膜播種はAMF単独群や未治療対照群と比較して有意に抑制された。本研究の結果は、MHTが播種性腹膜胃癌の新しい治療選択肢となる可能性を示している。

S7-3

2021-9-4 17:00 - 18:10 第 1 会場
〔座長〕大塚健三(中部大学)

大気圧低温プラズマ負荷によるがん細胞傷害に対する温熱処理の併用効果

足立哲夫

岐阜薬科大学

近年、大気圧下・常温でプラズマを安定して発生させることが可能となり、この大気圧低温プラズマ(以下、プラズマ)を創傷治癒、止血、がん治療などの医療分野に応用しようとする取り組みが急速に拡大してきた。In vitro 実験において細胞にプラズマを負荷する方法としては、細胞培養系に直接照射する「直接法」と、予めプラズマを照射した溶液(培地やリンゲル液など)を細胞に付加する「間接法」があるが、我々は臨床の場への応用を想定し、薬物療法に近い「間接法」にてその効果を検討してきた。ハイパーサーミアは、単独あるいは化学療法や放射線療法と併用することで抗がん効果を発揮・増強することが知られている。そこで本研究では、プラズマ照射酢酸リンゲル液(plasma-activated acetated Ringer's solution; PAA)のがん細胞への負荷に対する温熱処理の併用効果について in vitro 培養細胞系にて検討した。その結果、温熱処理(42°Cでの培養)の併用により、がん細胞の細胞内活性酸素産生、ミトコンドリア機能障害、DNA 断片化と PARP-1 の活性化、細胞内 Ca²⁺レベルの上昇について増強効果が認められた。さらに、細胞傷害の増強は TRP チャネル阻害剤の添加や TRPM2 チャネルのノックダウンにより抑制された。以上の結果より、プラズマ誘導性がん細胞傷害は温熱処理との併用により増強されることが明らかとなった。

ワークショップ
【HIPEC セミナー】

2021-9-3～2021-10-3

オンデマンド配信

演者

鍛利幸 (岸和田徳洲会病院外科腹膜播種センター)
森川充洋 (福井大学第一外科)
黒川哲司 (福井大学 産科婦人科)
片山寛次 (つくし野病院)

座長

片山寛次 (つくし野病院)

H-1

[座長]片山寛次(つくし野病院)

HIPEC セミナー概説

片山寛次

つくし野病院

抄録なし

H-2

[座長]片山寛次(つくし野病院)

International trend of treatment of peritoneal metastasis

Yutaka Yonemura

Director of Peritoneal Metastasis Center,

Kishiwada Tokushukai Hospital

Executive member of Peritoneal Surface Oncology Group International

Until the late 1990s, peritoneal metastasis (PM) was considered a terminal stage, and almost all patients with PM died of the disease within a median of 5–7 months after palliative systemic chemotherapy or surgery alone.

An innovative treatment for PM, hyperthermic intraperitoneal chemoperfusion (HIPEC), was developed in 1980 by Spratt, who reported the first case successfully treated with HIPEC. HIPEC has been used since then for the treatment of PM from gastrointestinal cancer, and new regimens of systemic chemotherapy have been developed and used to treat PM since the late 1990s. However, the prognosis of patients with PM was poor after HIPEC or systemic chemotherapy alone. In 1995, Sugarbaker developed a new surgical technique of complete removal of PM named peritonectomy. In the late 1990s, a paradigm shift occurred in the treatment of PM. Since PM is considered a local disease, confined to the peritoneal cavity, a combination therapy with cytoreductive surgery (CRS) using peritonectomy to remove macroscopic detectable PM and perioperative chemotherapy (POC) to eradicate micrometastasis was proposed by the Peritoneal Surface Oncology Group International (PSOGI). This strategy is considered a comprehensive treatment that improves the long-term survival, and a curative approach in selected patients with limited PM.

Since 1980, Japanese surgical oncologists have been spearheading the use of CRS plus HIPEC for treating PM from gastric cancer. Hamazoe and Yonemura have reported the results of RCTs to verify the effect of HIPEC for the prophylaxis of peritoneal recurrence after curative resection of advanced gastric cancer. These two studies indicated that HIPEC is effective in preventing peritoneal recurrence of gastric cancer with serosal invasion. In 2002, intraperitoneal chemotherapy using taxans was developed by Fushida for the treatment of PM from gastric cancer, and led to the development of neoadjuvant intraperitoneal/systemic chemotherapy (NIPS) reported in 2006. In 2009, extensive intra-operative peritoneal lavage (EIPL) was developed by Shimada, and markedly improved the survival of patients with positive lavage cytology in prospective randomized clinical trials. In 2016, the Japanese/Asian School of Peritoneal Surface Oncology (JASPSO) was founded at Kishiwada Tokushukai hospital, Osaka as a joint venture with PSOGI. It provides adequate and structured training in the management of PM. Students receive highly specialized knowledge and learn to master the complexity of aggressive CRS combined with NIPS, LHIPEC, HIPEC, early postoperative chemotherapy (EPIC), and systemic chemotherapy.

It was a long hard journey to developing a new treatment system in a new country. Over the past 4 decades, members of PSOGI studied the international multicenter treatment results of peritoneal metastasis from various primary sites, i.e., mesothelioma, pseudomyxoma peritonei, colorectal cancer, ovarian cancer, and gastric cancer. The PSOGI group have achieved exciting progresses in the management of PM patients and the treatment guidelines consisting of peritonectomy and perioperative chemotherapy were already described in the recommendation guidelines of NICE, NCCN, and ESMO.

H-3

[座長]片山寛次(つくし野病院)

腹膜播種に対する CRS+HIPEC, HIPEC のエビデンス、ガイドラインの現況

鍛利幸

岸和田徳洲会病院外科腹膜播種センター

ハイパーサーミア学会のガイドラインでは、大腸癌腹膜播種、腹膜偽粘液種に対する CRS+HIPEC の推奨度は弱く推奨になっており、エビデンスレベルはそれぞれ B、C である。それぞれのガイドラインの現況と最近のエビデンスについて述べる。

1) 大腸癌腹膜播種に対する CRS+HIPEC について、NCCN ガイドラインでは、経験のある施設で、限られた腹膜播種症例で R0 切除が得られる場合に、CRS+HIPEC を考慮してよいと記載されている。一方、我が国の大腸癌ガイドラインでは、限局性転移症例で切除を強く推奨する一方で、広範囲な腹膜転移に対する CRS+HIPEC は推奨されていない。最近、大腸癌腹膜播種に対する CRS+HIPEC に関して、3つの重要な論文が発表された。CRS+HIPEC における HIPEC の効果を検証した PRODIGE7、大腸癌 R0 手術が行われた症例のうち再発高危険群に対する second-look surgery + HIPEC の効果を検証した PROPHYLOCHIP、同様に予防的 HIPEC の効果を検証した COLOPEC である。しかし、PRODIGE7 では、CRS+HIPEC が全身化学療法単独に比べて予後を改善し治癒率を高める可能性が示された一方で、HIPEC 単独の効果を明らかにすることはできなかった。同様に PROPHYLOCHIP、COLOPEC でも HIPEC の有効性を証明することができなかった。今後は、大腸癌腹膜播種における HIPEC の意義、あるいはこれらの方法とは異なる最適な方法を明らかにする必要がある。

2) 腹膜偽粘液腫はまれな疾患であり、ランダム化比較試験を行うことが困難である。従って、エビデンスレベルは低く、一般的なガイドラインは作成されていないが、PSOGI、SSO などの海外の学会では CRS+HIPEC が標準治療として推奨されている。最近発表された、Kusamura らによる、PSOGI に登録された腹膜偽粘液腫症例 1924 症例を後ろ向きに解析した研究では、5 年生存率は、CRS 症例が 46.2% に対して、CRS+HIPEC 症例は 57.8% と有意に高い結果であり (HR=0.65)、HIPEC 単独の有効性が示された。以上のように、大腸癌腹膜播種では、CRS+HIPEC が予後を改善し、治癒率を高める可能性が示された一方で、HIPEC 単独の効果を示すことができなかった。腹膜偽粘液腫に対して、エビデンスレベルは低いですが、海外の学会によるガイドラインでは CRS+HIPEC は標準的な治療として推奨されており、後ろ向き比較試験では、HIPEC の単独の効果が示された。

H-4

[座長]片山寛次(つくし野病院)

大腸癌腹膜播種・虫垂原発腹膜偽粘液腫に対する腫瘍減量手術+腹腔内温熱化学療法の治療成績

森川充洋 1)、五井孝憲 1)、片山寛次 2)

1 福井大学第一外科、2 つくしの病院外科

【目的】大腸癌腹膜播種(CRC-P)、腹膜偽粘液腫(PMP)に対する治療は海外で腫瘍減量切除(CRS)+腹腔内温熱化学療法(HIPEC)が広がっているが、本邦では数施設での施行のみである。当科では腹膜全摘を施行せず臓器温存を目指し、かつCC0-1を標準としHIPECは42.5-44℃の高温度で施行しており、治療成績について報告する。

【対象】1990-2020年3月にCRS+HIPECを施行したCRC-P(虫垂癌は除外)56例(P1/2/3:6/9/41例)、PMP(虫垂原発)35例(DPAM/PMCA-I/PMCA:14/6/15例)を対象とした。PCIの中央値はCRC-Pが6、PMPが18であり、CC0/1/2/3/不明はCRC-P 35/8/10/3/0例、PMP 11/13/6/4/1例であった。

【結果】短期成績は、手術時間(中央値)320分、出血量(中央値、腹水込み)670g、輸血量(中央値/平均)0/365mlであった。人工呼吸管理/術後在院日数の中央値は5/24日、grade3以上の合併症発症率は14%、周術期死亡例は0例であった。CRC-Pの5年生存率(MST)は、P1+2/P3:68%/23%(29M)であり、CC0-1/2-3:45%(46M)/0%(12M)であった。PMP全体/PMCAの5年生存率は83%/66%であり、DPAM、PMCA-Iは観察期間内で1例を除き(107カ月で死亡)生存中である。

【考察】CRS+HIPECは効果的な治療で合併症も容認し得る範囲内と考える。CC0-1が望まれるが、PMPではCC2-3でも良好な予後を得られる症例もあるが、CRC-PのCC2-3の予後は厳しく適応は慎重に行うべきである。

H-5

[座長]片山寛次(つくし野病院)

婦人科進行癌に対する HIPEC ～当科での現況と展望～

黒川哲司 1) 井上大輔 1) 大沼利通 1) 津吉秀昭 1)
品川明子 1) 知野陽子 1) 片山寛次 2) 吉田好雄 1)

1 福井大学第一外科、2 つくしの病院外科

婦人科癌の中でも腹膜播種を伴う卵巣癌は予後不良で、治療成績向上が重要な課題となっている。現在の卵巣癌の治療は、分子標的治療剤が注目されており、いくつかの興味深い臨床試験が行われている。分子標的治療剤以外では、HIPEC が注目されてきている。そのきっかけとなった論文は、2018 年にオランダから New England Journal Medicine に報告されたものである。内容は、進行卵巣がんにおいて、CRS (cytoreductive surgery) + HIPEC が、CRS のみと比較して、良好な生存率を得たというものであった。さらに、その報告以来、「どのような症例に効果を示すか」や「再発症例ではどうか」などの臨床試験が、いろいろな国で行われてきている。

そこで本ワークショップでは、卵巣癌に対し世界から報告されている HIPEC の治療効果に加え、当院で行った HIPEC の治療経験を報告する。さらに、HIPEC の具体的な方法と効果が報告されているにも関わらず国内で HIPEC が拡がらない理由についても考察する。

H-6

[座長]片山寛次(つくし野病院)

HIPEC 導入時における研究倫理の諸問題

片山寛次 1)、渡邊享平 2)

1)つくし野病院, 2)福井大学病院医学研究支援センター

HIPEC の実施に向けての試み : HIPEC は現在国内未承認の治療法であるため、原則として「研究」として実施することが推奨される。その場合、本治療法は抗がん剤の適応外使用による治療法のため、「特定臨床研究」に該当するので実際は垣根が高い。「診療」として実施する場合、特定機能病院では、倫理審査では無く、医療安全面からの導入プロセスが重要である。未確立の研究でありながら個別のケアとしての革新的手術手技として、高難度新規医療技術評価委員会にて術式を評価し、未承認新規医薬品等評価委員会にて薬剤の適応外使用を認可することで実施は可能と考える。特定機能病院以外においても「努力義務」として、各施設の状況に応じた適切な対応が求められる。HIPEC は現在国内未承認の治療法であるため、原則として「研究」として実施することが推奨される。1. 本治療法は抗がん剤の適応外使用による治療法のため、「特定臨床研究」に該当するので実際は垣根が高い。特定臨床研究=臨床研究法遵守しかない2. 「診療」として実施する場合、2-1. 特定機能病院なら ; 倫理審査では無く、医療安全面からの導入プロセスが重要である。未確立の研究でありながら個別のケアとしての革新的手術手技として、高難度新規医療技術評価委員会にて術式を評価し、未承認新規医薬品等評価委員会にて薬剤の適応外使用を認可することで実施は可能と考える。2-2. 特定機能病院以外では ; 医療法の遵守は「努力義務」であり、厳密には2-1 のような対応をしてなくても「医療法違反」にはならないため、各施設の裁量・判断に委ねられるのではないか。ただし、当然「努力義務」があるので、野放しではない。過失があれば大きな問題にはなると思われる。

H-7

[座長]片山寛次(つくし野病院)

HIPEC における温度管理と術後管理

片山寛次

つくし野病院

近年、欧米を中心に、腫瘍減量手術 CRS+腹腔内温熱灌流化学療法 HIPEC は、欧米を中心に播種性腹膜転移性病変に対する標準治療として有用性が明らかになっている。しかし、この組み合わせにおける HIPEC の有効性は、まだ証明されていないと考えられている。HIPEC の有用性を議論するためには、HIPEC の手技を標準化し、その質を評価できることが重要であると考え。そのために重要なこととして、以下の 6 つを挙げる。(1) 腹腔内を均一に加温する = 開腹法、又は腹腔鏡下加温が必要である。(2) 正確な温度測定を行うために、細径の GC 熱電対温度センサーが有用である。(3) 腹腔全体を加温するために、横隔膜下やダグラス腔など、最も加熱しにくい腹腔内の温度を測定、記録すること。(4) TD43 等を用いて加温の効果を数値化して、評価する。(5) シスプラチンやマイトマイシンなどの温熱増感の明らかな薬剤を標準薬として使用する。(6) 加温の程度に応じて安全な術後輸液と呼吸循環管理を行う。

一般演題 臨床

2021-9-3～2021-10-3

オンデマンド配信

演者

長瀬英梨(戸畑共立病院臨床工学科)
大田真(戸畑共立病院臨床工学科)
三浦幸恵(戸畑共立病院臨床工学科)
鈴木友香(成田記念病院放射線部)
河合憲康(名古屋市立大学大学院医学研究科腎泌尿器科学分野)
田中麻香(厚生連高岡病院画像診断部)
柳橋浩男(千葉県がんセンター肝胆膵外科)
加藤泰規(医療法人社団加音瀬田西クリニック)
寺口博也(金澤なかでクリニック)
森信二(医療法人あいん会温熱治療センター)
森川充洋(福井大学第一外科)
米村豊(岸和田徳洲会病院)
二村雄飛(医療法人偕行会名古屋共立病院ハイパーサーミアセンター)
大田政廣(天童温泉篠田病院外科)
谷昂(畑共立病院がん治療センター)

OS 1 - 1

生体情報モニタを用いたハイパーサーミア治療

長瀬英梨 1)、大田真 1)、三浦幸恵 1)、灘吉進也 1) 鞆田義士 2)、
丸山祐二 2)、宮國泰弘 2)、谷昂 2)、今田肇 2)

1 戸畑共立病院臨床工学科、2 戸畑共立病院がん治療センター

【目的】ハイパーサーミア(以下 HT)は、電磁波の影響により生体情報モニタの使用が避けられてきた。治療中に生体情報モニタが使用できれば、より安全な治療が可能となる。今回、HT 中の生体情報モニタの使用について検討した。

【方法】フクダ電子社製生体情報モニタのベッドサイドモニタ(以下 BM)DS-7141、セントラルモニタ(以下 CM)DS-7640 と送信機 LX-5120 の 2 機種を比較した。測定項目は、心電図、SpO₂、CO₂、非観血血圧。安全性試験として、HT にて寒天ファントムに 100W30 分間出力し、CM 使用時の電極装着部温、BM 使用時の電極装着部温を計測。その結果より、実験①健常男性に 1300W30 分間出力し CM 使用時の心電図を測定。実験②健常男性に 1300W30 分間出力し BM 使用時の SpO₂、CO₂、非観血血圧を測定。

【結果】安全性試験結果は、CM 使用時の電極装着部温 T_{max}22.6°C、BM 使用時の電極装着部温 T_{max}53.7°C。実験①CM 使用時の心電図は測定可能。実験②BM 使用時の SpO₂は測定不可、CO₂および非観血血圧は測定可能。

【考察】CM は、送信機が接地されていないため電極装着部温が上昇しないと考えられた。BM の電極装着部温の上昇は接地によるものと考えられ、臨床使用は火傷のリスクが高いことが示唆された。CO₂および非観血血圧は測定可能であったが、SpO₂は、フォトダイオードへの電磁障害により測定不可と考えられた。今回の結果より、HT 中に生体情報モニタを用いて一部のバイタルサインを測定できる可能性が示唆された。

OS 1 - 2

THERMOTRON—RF8 GR edition の加温要点について

大田真 1)、三浦幸恵 1)、長瀬英梨 1)、灘吉進也 1)、鞆田義士 2)、
丸山祐二 2)、宮國泰弘 2)、谷昂 2)、今田肇 2)

1 戸畑共立病院臨床工学科, 2 戸畑共立病院がん治療センター

【目的】当院は山本ビニター社製治療装置 2 台を保有し、2021 年 2 月、1 台を THERMOTRON—RF8 (以下 RF8) から GR edition (以下 GR) へ更新した。今回、RF8 と GR の出力と冷却効果について比較し、GR の加温要点について考察したので報告する。

【方法】加温出力の評価として、RF8 と GR の双方で治療を行った深部加温症例を無作為に抽出した ($n=23$)。①開始から 10 分、②11~20 分、③21 分~30 分、④31~40 分、⑤41~50 分の RF8 と GR との 2 群間を比較した。また、冷却効果においては寒天を用い、循環水温が 30°C から 3°C 以下になるまでの時間と平均温度を計測した。なお、統計学的解析は Student T-test を用い、 $p<0.05$ をもって有意差ありとした。

【結果】RF8/GR で①797.8±305.1W/638.2±242.1W ($p<0.01$)、②1009.9±224.5W/946.7±233.6W ($p<0.05$)、③1075.8±212.1W/1075.9±224.7W ($p=0.99$)、④1109.4±224.5W/1137.7±207.3W ($p=0.45$)、⑤1124.2±225.9W/1171.3±210.6W ($p=0.19$)。循環水温が 3°C に到達するまでの時間では RF8, GR 共に 11 分で、その間の平均温度は RF8 が 4.19°C, GR で 12.4°C であった。

【考察】①・②の結果より、GR は循環タンクが 1 つになり、水温が緩徐に低下する仕様で、平均温度が高くなり熱感頻度が増加し、RF8 と比較し出力が低くなったと考えられた。GR では開始 20 分までの時間帯において、水温を確認しながら出力調整を行うことが治療を行う上での加温要点として重要と考えられた。

OS 1 - 3

ハイパーサーミアにおける輸液ポンプへの影響について

三浦幸恵 1)、大田真 1)、長瀬英梨 1)、灘吉進也 1)、鞆田義士 2)、
丸山祐二 2)、宮國泰弘 2)、谷昂 2)、今田肇 2)

1 戸畑共立病院臨床工学科、2 戸畑共立病院がん治療センター

【目的】サーモトロン-RF8 (以下 Th-RF8) の添付文書には、電磁波により医用電子機器及び本装置相互の機能に影響を及ぼす恐れがあると記されている。今回、8MHz の電磁環境下における輸液ポンプへの影響について調査を行ったので報告する。

【方法】対象は無作為に抽出したテルモ社製汎用輸液ポンプ TE-171 10 台。電極部より 30cm の位置に TE-171 を配置し、Datrend Systems 社製 Infutest2000 を用い、加温出力 1300W 下における 1. 流量精度、2. 閉塞圧、AD 値 (3. AC 接続時電池電圧、4. バッテリー電池電圧、5. 閉塞センサ下流、6. 閉塞センサ上流、7. 気泡センサ下流、8. 気泡センサ上流) を計測し、平均値を求めた。

【結果】1. $2.3 \pm 1.3\%$, 2. $53.5 \pm 7.4 \text{ kPa}$, 3. 190.6 ± 0.9 , 4. 137.6 ± 1.2 , 5. 96.7 ± 6.0 , 6. 99.0 ± 5.5 , 7. 120.9 ± 0.3 , 8. 121.1 ± 0.3 .

【考察】山本ビニターは、Th-RF8 の最大電界強度は電極部より 25cm の位置において 50.12 V/m 、1m の位置で 22 V/m と報告している。TE-171 と電極部の距離を取ることで、TE-171 へ与える電磁波の影響は減衰すると考えられた。今回の結果より、TE-171 は Th-RF8 の 8MHz 電磁環境下において、安全に使用できると考えられた。

OS 1 - 4

疼痛緩和を目的とした生食パッド留置による体表面温度と深部温度への影響についての検討

鈴木友香 1)、村田朱 1)、菅沼江奈美 1)、坂神友美佳 1)、
三須義直 1)、山本和也 1)、沢井博純 2)、成田真 3)

1 成田記念病院放射線部、2 成田記念病院外科、3 成田記念病院消化器内科

【背景・目的】当院では 2019 年 10 月より Thermotron - RF8 GR edition を導入し、温熱治療を行っている。深部領域の加温を行う際、体表面の局所的な疼痛緩和のため、手入れやエコーゼリーの塗布に加え生食パッドを疼痛部分に留置する場合がある。通常深部加温においてオーバーレイポラスにより体表面は冷却されていくが、生食パッド留置時の体表面温度と深部温度に対して生食パッドの留置が与える影響について検証した。

【方法】30×20×30 cm の筋肉等価ファントム(寒天ファントム)をオーバーレイポラスと直径 30cm の電極ではさみ一定の出力(500W)で 40 分間加温、循環水温度は 35°C から 5°C に冷却し、ファントム表面温度と深部温度を経時的計測した。生食パッド有りとし無しの場合で各測定点の温度変化を比較した。

【結果・考察】生食パッドを留置した場合でも深部の温度に大きな差は見られなかった。表面温度は生食パッド下の温度低下がオーバーレイ直下よりも緩やかになり、同温度に下がるまで約 2 倍の時間を要し、加温終了時の温度差があった。

深部領域の加温において、生食パッドを留置した場合としない場合で深部温度に差は無く、疼痛緩和目的で厚さ 1cm 程度の生食パッド使用しても深部温度に影響はないと考える。体表面温度の低下率に差があるため、患者様への熱感についての検証が必要である。

【結語】今回用いた生食パッドでは深部温度に影響は見られないと示唆された。

OS 1 – 5

ハイリスク前立腺癌に対する癌温熱治療(ハイパーサーミア)の役割

河合憲康 1)、永井隆 1)、富山奈美 1)、清水伸彦 1)、磯部輝紀 1)、野田祐介 1)、飯田啓太郎 1)、
恵谷俊紀 1)、内木拓 1)、山田健司 1)、畦元将隆 1)、吉田亮人 2)、安井孝周 1)

1 名古屋市立大学大学院医学研究科腎泌尿器科学分野、2 医療法人メドック健康クリニック

【目的】8MHz のラジオ波温熱治療器による癌温熱治療は 1990 年に放射線治療との併用で、1992 年には温熱治療単独で固形癌に対する治療として保険収載された。しかし、泌尿器科医にはほとんど認知されていない。癌温熱治療が泌尿器科医に認知されるよう、ラジオ波温熱治療器によるハイリスク前立腺癌治療における役割を検証する。

【対象と方法】対象は 2014 年 4 月から 2020 年 5 月までにラジオ波温熱治療器による癌温熱治療を施行したハイリスク前立腺癌の 4 例について後向に治療効果を検討した。

【結果】癌温熱治療には 8MHz ラジオ波温熱治療器を用いた。3 例は Gleason' s score 8 以上の腺癌 (T2cN0M0)、1 例は小細胞癌 (T4N1M0) であった。腺癌の 3 例は強度変調型根治的放射線治療 (IMRT)、小細胞癌の 1 例では右外腸骨リンパ節転移を含む骨盤内照射を実施。放射線治療と並行して癌温熱治療を週 1 回を 6 コース実施。放射線治療後は月 2~3 回で継続した。腺癌の 3 例は治療開始後から 6 年経過するが再発は認めていない。小細胞癌の 1 例は右外腸骨リンパ節転移と前立腺癌が膀胱へ浸潤し尿閉と両側水腎症を来していたが、放射線治療と癌温熱治療 6 回終了後は画像上 CR となり、自排尿も可能となった。半年後に腓頭部に転移をきたし、閉塞性黄疸を呈した。同部位に放射線治療と癌温熱治療を行い転移巣も縮小し生存中である。p53 の変異、温熱治療に関連するタンパク質 (HSP70, HIKESHI, HSF1) についても治療前後の生検組織で評価した。

【結論】肺癌、肝臓癌などでは前向き研究で抗癌剤や放射線治療との併用により治療効果が示されている。前立腺癌について Gleason' s score 8 以上の腺癌や小細胞癌には放射線治療とラジオ波癌温熱治療の併用も有効であることが示唆された。

OS 1 - 6

頸部領域における表面温度測定とシュミレーション予測温度との関連性

田中麻香 1) 高仲強 2) 高将司 2) 川原昌宏 1)
野尻智子 1) 則島あずさ 1) 山下国子 3)

1) 厚生連高岡病院画像診断部 2) 厚生連高岡病院放射線治療科 3) 厚生連高岡病院看護部

【はじめに】頸部腫瘍への温熱治療時に実測した体表面温度(以下、実測温度)と、シュミレーションで予測された腫瘍内温度(以下、予測温度)を比較し、シュミレーション作成時や治療時における留意点を検討した。

【対象・方法】当院で温熱治療を完遂された頸部腫瘍 4 症例の治療時の測定データを用い、アスクーフ 8 のシュミレーションシステムへ 5 分ごとに実入射 W 数および実反射 W 数を入力した。実測温度と、シュミレーションで示された表面付近の予測温度を比較した。

【結果】患者 1 の最大実測温度は 40.8℃最大予測温度は 47.47℃、患者 2 の最大実測温度は 39.0℃最大実測温度は 43.19℃、患者 3 の最大実測温度は 38.4℃最大予測温度は 42.48℃、患者 4 の最大実測温度は 37.8℃最大予測温度は 43.35℃となり、4 例全てで予測温度の方が高く示された。

【考察・結論】シュミレーションでは予測温度が高く示される傾向にある。実測温度で 40℃を確保できれば腫瘍内温度は 42.5℃以上に上昇していると考えられる。よって、実際の治療時は実測温度を 40℃に上げられる入射 W 数が必要である。

OS 1 - 7

生存率向上を目指したハイパーサーミアを併用した切除後膵癌の術後補助化学療法

柳橋浩男 1)、千葉聡 1)

千葉県がんセンター肝胆膵外科

膵癌は悪性度が高く、根治切除を達成しても早期再発しやすく、その予後は不良である。膵癌は一般的に乏血性腫瘍であり、ハイパーサーミアにより効果的な温熱効果が期待できるとされている。

膵癌は再発すると根治が難しく、化学療法の効果も限定的で全身状態は悪化し、化学療法の継続も困難となることが多い。

術後補助化学療法として S-1 が標準化され生存率向上に寄与しているが、その予後はまだ満足いくものではない。

再発治療よりも術後補助化学療法は継続しやすく、根治切除後で標的病変はないがハイパーサーミアを併用することで S-1 の抗腫瘍効果を増幅させ、さらなる生存率の向上を期待できる。

当院では 2020 年 10 月よりハイパーサーミアが導入され、臨床稼動が開始されている。

膵癌は年間 30 例程度の切除例があり、術後補助化学療法は S-1 が標準化されている。

S-1 は 2 投 1 休で 6 か月間であり、ハイパーサーミアは day 7, 14 に合計 16 回を腹部に施行している。

現在 5 例を施行し、ハイパーサーミア関連の合併症はみられておらず、S-1 に併用は可能である。

S-1 投与とハイパーサーミアの施行方法はまだ手探りではあるが、長期予後の向上を目指して継続していく。

OS 1 – 8

PARP 阻害剤と併用し有効性が認められた前回報告例とは別の卵巣癌の 1 例

加藤泰規 1) 北野晶之 1) 水村桂子 1) 北野彩 1) 岡本寛也 1)

1) 医療法人社団加音瀬田西クリニック

前回大会で我々は PARP 阻害剤による PARP 経路阻害とハイパーサーミアによる BRCA2 分解促進からの遺伝子修復阻害の相乗効果を期待できると考え症例報告を行った。残念ながらその症例はその後オラパリブの影響が疑われる胆管炎を発症し、中途リタイアとなってしまった。しかしその後たまたま PARP 阻害剤治療中の別の卵巣癌患者の治療に関わる機会を得たので治療経過を報告する。

患者は 40 歳女性。卵巣癌腹膜播種にて中核病院で 2018 年 11 月に子宮両側付属器切除、直腸低位前方切除、腹膜切除を施行された。術後化学療法 (TC 療法) を施行されたが 2019 年 6 月に肝下面に再発を認めたため TC+Bev 療法を施行し一旦消失を認めた。しかし 2020 年 6 月に同部に再再発を認めたために、再度同化学療法を行った後、再手術を予定された状況で 2020 年 7 月に当院を受診された。当院では同年 8 月から再発部に対して温熱治療を開始した。同年 10 月まで化学療法を行われ、同時期の CT で腫瘍の縮小を認めたため手術は延期となり、化学療法から PARP 阻害剤の投与へ治療変更となった。2021 年 1 月の CT では継続的に腫瘍は縮小傾向を示していた。

卵巣癌では TC 療法に感受性のあるケースでは PARP 阻害剤の適応となる。本症例では TC 療法との併用で温熱治療を開始し、治療途中で PARP 阻害剤へ併用治療が変更となったケースであるが、治療内容変更後も継続的に効果が認められており、PARP 阻害剤と温熱治療の併用治療で有効性が認められた症例を複数経験し得たことは貴重なことであると考えられた。

OS 1 - 9

再発卵管癌に対して温熱療法導入によるパフォーマンスステータスの改善を示した一症例

寺口博也 1)、御供田真駿 1)、黒崎杏奈 1)、鈴木栄子 1)、大島華奈子 1)、高木弘明 3)、
笹川寿之 3)、坂本人一 3)、能登稔 1)、齋藤麗奈 1)、中出忠宏 1)、2)

1 金澤なかでクリニック 2 なかでクリニック 3 金沢医科大学産科婦人科学

【諸言】再発癌は、多くの症例で根治が難しく、癌の進行を抑える治療が主眼となる。今回、原発性卵管癌 3B 期の再発を呈する患者に対して、温熱療法(ハイパーサーミア：以下 HT)を導入し、パフォーマンスステータス(以下、PS)の改善を示した症例を経験したので報告する。

【症例】73 歳、女性。

【現病歴】X-7 年 左卵管癌、癌性腹膜炎(pT3b NX MX, high grade serous carcinoma)につき腹式子宮全摘出+両付属器摘出術+大網部分切除、術後パクリタキセル+シスプラチン療法(以下、TP 療法)を施行した。X-5 年 傍大動脈リンパ節転移、腹膜播種を再発し、化学療法・放射線治療同時併用療法を行い、部分寛解を得た。X-2 年 腹膜播種により十二指腸狭窄を認め、TP 療法を再開、中心静脈栄養(以下、TPN)を行った。その後も腫瘍マーカーの上昇、腹膜播種病変の増悪、PS の低下を認めた。X 年 4 月 腹膜播種、PS の改善を期待し、HT 施行のため当院を紹介受診した。

【臨床経過】HT 開始前は、食欲不振、腹部不快感、下痢、倦怠感が強い症状で、TPN を繰り返し、半年間で体重が 10kg 減少していた。HT を骨盤腔に熱量 600-650W(測温:約 40°C)治療時間 40 分を週 1 回より開始し、1 クールの 6 回目から下痢が普通便になり、倦怠感が軽減した。HT 1クール終了後、食欲が増し、Hb は 9.4 g/dL から 11.0 g/dL へ増加し、倦怠感の症状も軽減、PS は 2 から 0 へと改善した。また、腫瘍マーカー CA125 は 154.8 U/mL から 68.3 U/mL CEA は 8.6 ng/mL から 3.5 ng/mL へ顕著に低下した。

【考察】HT 単独により、抗腫瘍効果の増強が示された。PS 改善は、腹膜播種病変の改善、消化管狭窄の改善に伴う腹水や栄養状態の改善による影響が考察される。

【まとめ】HT 単独 1 クールにおいて PS 改善と顕著な腫瘍マーカーの低下を示した症例を経験した。

OS 1 - 1 0

直腸癌多発転移に対する温熱治療の有効性

森信二 1)、出口葉子 2)、出口雅彦 2)

1 医療法人あいん会温熱治療センター、2 医療法人あいん会あいん常澄医院

【はじめに】2019 年の死亡数が多い癌の部位において、男性 3 位、女性 1 位、男女計においては肺癌の次に大腸癌は多くなっている。その大腸癌はステージIVだと 5 年生存率は約 18~19%だと言われている。今回、我々は温熱治療を長期間継続して良好な結果を得ている症例を経験しているので報告する。

【症例 1】60 代 男性

2008 年 10 月：直腸 Rs に環周率約 45%の 2 型腫瘍を認める。肝臓 S7 に 3cm 大の直腸癌による肝転移を認める。

2008 年 11 月：直腸癌・肝転移切除術後、半年間、FOLFOX6 を 1 週間毎に施行。開始から 3 ヶ月辺りから副作用のため、立つことも不自由になる。最終的に 6 ヶ月施行されて、抗癌剤は終了し、経過観察となる。

2011 年 09 月：肝転移 1 か所切除

2011 年 11 月：肺転移 1 か所切除

2012 年 03 月 19 日に当院を受診して、温熱治療を 1 回/2 週のペースで開始する。

2013 年 10 月：肺転移 1 か所切除

2013 年 10 月~12 月は、温熱治療中止

2014 年 01 月より温熱治療を 1 回/2 週のペースで再開

現在、温熱治療を 1 回/3 週 で継続

温熱治療回数：178 回 治療期間：約 9 年(2021 年 06 月 10 日現在)

* 現在、転移も新しい癌の発症も無く、温熱治療を継続している。

【症例 2】70 代 女性

2008 年 06 月 23 日：直腸癌 放射線治療開始 20 回(50Gy) + TS-1 開始、温熱治療(2008 年 9 月 4 日~週 1 回)計 7 回施行

2008 年 09 月 24 日：手術(同時にストーマ造設)

2009 年 08 月 04 日：PET 検査にて肺転移が見つかる

2009 年 08 月 28 日~治療開始：温熱治療 127 回 (週 1 回) + FOLFOX (1 回/3 週)

2012 年 03 月 11 日：あいん会温熱治療センターに紹介

2012 年 03 月 12 日：温熱治療を 週 1 回 で開始

2012 年 04 月 02 日：抗癌剤治療開始 アバスチン・レボホリナート・エルプラット (1 回/2 週)

2013 年 01 月 24 日：抗癌剤変更(副作用の為)トポテシン 20 に変更

2013 年 05 月：抗癌剤終了(副作用の為)

2013 年 06 月 03 日~18 日：放射線治療 8 回

現在、温熱治療を 1 回/2 週 で継続

温熱治療の総回数：127+390=517 回 治療期間：約 13 年(2021 年 06 月 10 日現在)

* 現在、転移も新しい癌の発症も無く、温熱治療を継続している。

【結果】温熱治療を長期的に継続している症例は少ないと思われるが、今回の結果より、直腸癌のステージIVでも 10 年以上再発すること無く、他の癌も発症すること無く、患者自身も「継続していると体調も良く、安心して日々の生活を送ることが出来る。」と、自ら希望して治療を受けている。これは、他の癌治療には無い、温熱治療の特徴であり、有効性だと考える。

OS 1 - 1 1

大腸癌腹膜播種に対する CRS+HIPEC における予後規定因子の検討

森川充洋 1)、嶋田通明 1)、田海統之 1)、呉林秀崇 1)、澤井利次 1)、小練研司 1)、
玉木雅人 1)、村上真 1)、廣野靖夫 2)、片山寛次 3)、五井孝憲 1)

1) 福井大学第一外科、2) 福井大学がん診療推進センター、3) つくしの病院外科

【背景】大腸癌腹膜播種は予後不良な病態であるが、海外では Cytoreductive surgery (CRS)+Hyperthermic Intraperitoneal Chemotherapy (HIPEC) を施行する施設が増えており良好な成績が報告されている。NCCN ガイドライン、等の海外のガイドラインでは R0 手術が可能な症例は専門的な施設で同治療が検討されると記載されているが、同治療の予後規定因子に関する報告は少なく、当科の症例により後方視的に検索する。

【方法】1990 年 3 月から 2017 年 12 月の間に CRS+HIPEC を施行した大腸癌腹膜播種 42 例を対象とした (3 年以上の予後が追跡し得た症例)。検討因子は、①年齢②性別③原発部位 (右 or 左側)④組織型 (高 or 低分化)⑤リンパ節転移の有無⑥播種以外の遠隔転移の有無⑦同時性 or 異時性⑧P 分類 (P1+2 or P3)⑨PCI (8 未満 or 8 以上)⑩CCS (0-1 or 2-3)⑪化学療法抵抗性 (化学療法施行し増悪中に手術した症例)の有無⑫術後合併症 (CD 分類 Grade3 以上)の有無、とした。上記因子と全生存期間 (OS) で Cox 比例ハザードモデルによる単変量・多変量解析を行い、予後規定因子を検索した。OS の算出は Kaplan-Meier 法で行い、OS の比較は Log-rank 検定を用い $P < 0.05$ を有意差ありとした。

【結果】単変量解析の結果で有意な予後不良因子となったのは、P3 (HR: 3.703, $P=0.016$)、PCI 8 以上 (HR: 2.919, $P=0.007$)、CC2-3 (HR: 6.344, $P=0.000$)、化学療法抵抗性あり (HR: 3.155, $P=0.015$)、術後合併症あり (HR: 3.005, $P=0.020$) の 5 項目であった。その 5 項目で多変量解析を行うと、有意な予後不良因子は CC2-3 (HR: 5.353, $P=0.004$) であり、最も重要な因子は完全減量切除 (CC0-1) を施行し得ることと考えられた。CCS の生存曲線では、CC0-1 の 3 年 OS : 60%、5 年 OS : 46.7%、MST : 44.5 か月であり、CC2-3 の 3 年 OS : 8.3%、5 年 OS : 0%、MST : 11 か月と比較し、CC0-1 の予後が有意に良好であった ($P=0.000$)。

【考察】大腸癌腹膜播種に対して CRS+HIPEC を行う場合は、予後の延長のために CC0-1 を目指すことが重要と考えられた。また P1-2, PCI 低値, 化学療法抵抗性がない, 術後合併症を来さないことが、CC0-1 と関連する予後規定因子と考えられた。

OS 1 - 1 2

腹膜播種に対する温熱化学療法の効果

米村豊 1)、鍛外幸 1)、片山寛治 1)、劉洋 1)、石橋治昭 1)、左古昌蔵 1)、
若間聡史 1)、鎌田泰之 1)、池田聡 2)
1) 岸和田徳洲会病院、2) 池田病院

温熱化学療法 HIPEC の効果については不明な点が多い。我々は腹腔鏡下温熱化学療法を行い直接効果をしらべるとともに、胃癌腹膜播種に対する HIPEC の予後に及ぼす効果も検討した。
方法；腹膜播種を有する胃癌 (N=55) 大腸癌 (N=33)、虫垂癌 (N=93)、中皮腫 (N=8) に腹腔鏡下 HIPEC (LHIPEC) を行い、1 か月後に再度腹腔鏡を行い腹膜播種係数 (PCI) を比較した。胃癌腹膜播種 269 例に術前腹腔内・全身化学療法 (NIPS) を 3 コース行い、完全切除可能と考えられた 239 例を開腹、腹膜切除した後 HIPEC を行う 119 例 (HIPEC 群) と HIPEC を行わない (非 HIPEC 群) に分け、生存率を検討した (RCT)。
結果；PCI は胃癌で 13.5 ± 11.0 から 11.6 ± 10.7 、虫垂癌で 8.2 ± 8.5 から 6.6 ± 9.4 、中皮腫では 27.1 ± 11.1 から 27.2 ± 17.9 と有意に低下した。一方、大腸癌では 10.4 ± 12.7 と有意差はないが増加した。大腸癌で効果がなかった理由は大腸癌の播種が直径 5mm 以上の例が多いためと推察された。RCT では手術時間が HIPEC 群では有意に長かったが、2 群間の臨床病理学的因子に差はなかった死亡率は HIPEC 群 2.5%、非 HIPEC 群 1.7%、Grade 3, 4 の術後合併症は 20.7%、26.8% で差はなかった。MST は HIPEC 17.6 月、非 HIPEC 15.6 月、5 生率は 16.4%、6.7% と有意に HIPEC 群が良好であった。
結論 HIPEC は胃癌・虫垂癌・中皮腫の播種を有意に減少させるが、大腸癌では効果がなかった。胃癌腹膜播種の遺残腹膜播種の治療に HIPEC は有効である。

OS 1 - 1 3

当院におけるオーバーレイポラスの導入後の治療に関する報告

二村雄飛、 今村麻衣、 栗本拓也

医療法人偕行会名古屋共立病院ハイパーサーミアセンター

当院では 2020 年 10 月から、オーバーレイポラス (以下 OLB) を使用した深部ハイパーサーミア治療を行っている。OLB は冷却水循環型電極を使用した治療と比較して、エッジ効果や熱感を抑えることができるため、冷却水循環型電極を使用した治療よりも出力を上げることができると予想される。今回は当院での治療成績について報告する。

当院で冷却水循環型電極を使用して深部ハイパーサーミア治療を行っていた 23 例に対して、OLB を使用したところ、17 例の患者に出力の向上がみられた。またこの 23 例の患者に対して、冷却水循環型電極を使用した治療と比べて疼痛や熱感がどのように変わったのかアンケートを行った結果、疼痛が悪化した例は 1 例のみで、23 例中 13 例で疼痛が緩和された。熱感が悪化したものはなく、23 例中 17 例に熱感が軽減された。

OLB を使用した治療は疼痛や熱感の軽減を実感する意見が多く、実際にも出力も向上した。その一方で疼痛や熱感が増強し、出力が低下する例もあった。出力低下した患者の特徴として BMI が高いこと、治療部位が脂肪の多い骨盤部であることが挙げられる。そのため、OLB はエッジ効果や密着度不良が起因する疼痛や熱感に対して出力の向上は期待できるが、脂肪が原因である場合は改善されないことがあり、出力が低下したと推察される。

OS 1 - 1 4

アスクーフ 8 による温熱療法が有用であった切除不能甲状腺癌の 1 例

大田 政廣 1)、阿部 美由紀 2)、東海林 美沙 2)、吉田 麻美 2)、岡崎 雅 3)

1 天童温泉篠田病院外科、2 天童温泉篠田病院臨床工学室、
3 山形大学医学部 耳鼻咽喉・頭頸部外科学講座

症例は 68 歳男性。2018 年 1 月に左頸部の腫瘍に気づいていたが放置。同年 11 月、腫瘍が増大してきたため病院を 2 カ所受診し、いずれも切除不能甲状腺癌の診断であった。このため 12 月よりがん拠点病院にて化学療法が開始されたが、手足症候群や腫瘍の自潰等の有害事象出現のため化学療法を中断。2019 年 5 月に温熱療法のため当科へ紹介された。左頸部に 15×10 cm の腫瘍を認め、2 カ所が自潰し出血していた。CT では左頸部顎下部から左縦隔に進展する巨大な腫瘍があり、下咽頭・気管は右方へ圧排され、左内頸動脈は腫瘍内に埋没し、左内頸静脈は腫瘍に圧排され内腔は閉塞していた。Stage IVA の診断にて 5 月 31 日から週 1 回 400~600W・40 分で温熱療法を開始し、6 月 7 日よりレンビマ 8 mg (通常投与量の 1/3 量) を 1 日 1 回連日投与とした。また、6 月 23 日より 20 Gy の短期照射を行った。これらの治療により腫瘍の縮小傾向がみられるようになり現在はほぼ消失している。甲状腺癌は比較的予後の良好な癌とされているが、再発・進行癌の治療は困難な事が多い。今回、温熱療法に低線量放射線・低用量化学療法を併用し、腫瘍の縮小をみた 1 例を経験したので若干の考察を加え報告する。

OS 1 - 15

切除不能な局所進行下咽頭癌に対する温熱療法併用化学放射線治療が奏功した 1 例

谷昂 1)、板村紘英 1)2)、森崎貴博 1)2)、宮國泰弘 1)、
丸山祐二 1)、鞆田義士 1)、大栗隆行 1)2)、今田肇 1)

1 戸畑共立病院がん治療センター、2 産業医科大学病院放射線治療科

【目的】切除不能な局所進行下咽頭癌に対する標準治療は化学放射線治療であるが、とくに IVA-B 期症例では 5 年生存率 5-30%、局所制御率 0-40%程度と予後不良である。今回、我々は切除不能局所進行下咽頭癌 c T4bN3bMO、IVB 期に対し化学放射線治療に温熱療法を併用し、良好な腫瘍制御を得られた 1 例を経験したので報告する。

【症例】60 歳代男性、左梨状陥凹を主体とし椎前筋に浸潤する 48mm 大の腫瘍を認め、生検で扁平上皮癌の病理診断となった。右頸部に長径 84mm 大、左頸部に長径 18mm 大の巨大なリンパ節転移を認め、病期は cT4bN3bMO、IVB 期と診断した。切除不能な局所進行下咽頭癌として根治的放射線治療を行う方針としたが、腫瘍による通過障害が強く全身状態不良であったため、まずは導入化学療法(セツキシマブ(400mg/m²)/パクリタキセル(60mg/m²))を行い、同時に 3 回の温熱療法を施行した。温熱療法は巨大なリンパ節転移のある右頸部領域を中心に、容量加温装置を用いて腹側 7 cm、背側 21 cm 径の電極で 50 分間の加温を行った。初回到右頸部リンパ節転移を穿刺、温度センサーを挿入して測温を行い、腫瘍内温度 43-46°C の良好な加温が得られていることを確認し、2 回目以降は初回と同程度の表面温度となるように調整した。導入化学療法+温熱療法が奏効し、腫瘍縮小および全身状態改善が得られたため、根治的放射線療法として high dose FP(シスプラチン(70mg/m²)/フルオロウラシル(700mg/m²))と放射線治療(72Gy/60fr, 1 回 1.2Gy、1 日 2 回照射)を開始し、治療期間中に温熱療法 18 回と高気圧酸素療法 21 回を行った。治療中に腫瘍径の縮小を認め、電極の密着性をより高めるため計 3 回目より左右加温(電極径は右側 7 cm、左側 14 cm)に変更して治療を継続、完遂した。治療終了から 3 か月後の治療評価 CT と内視鏡検査では原発巣および左頸部リンパ節転移は CR、右頸部リンパ節転移は PR の治療効果を得られた。その後、治療後維持療法として Nivolumab(240mg/body)を導入し、右頸部リンパ節転移も縮小し CR となった。治療半年後の画像評価でも原発巣、リンパ節転移ともに CR を維持しており、治療開始 1 年後の現在では職場復帰までされている。

【結語】下咽頭癌 IVB 期に対する導入化学療法およびそれに続く根治的放射線療法に温熱療法を併用し、良好な腫瘍制御を得られた 1 例を経験した。

一般演題 基礎

2021-9-3～2021-10-3

オンデマンド配信

演者

古澤之裕(富山県立大学・工学部・医薬品工学科・バイオ医薬品工学講座)

田渕圭章(富山大学研究推進機構遺伝子実験施設)

堤内要(中部大学応用生物学部)

永井隆(名古屋市立大学大学院医学研究科腎・泌尿器科学分野)

田川裕也(明海大学歯学部口腔顎顔面外科学分野)

太田優也(名古屋大学大学院医学系研究科頭頸部)

藤本えりか(麻布大学獣医学部生化学研究室)

伊藤要子(一般社団法人 HSP プロジェクト研究所)

OS 2 - 1

HeLa 細胞における Wee1 阻害剤と温熱の併用効果

古澤之裕

富山県立大学・工学部・医薬品工学科・バイオ医薬品工学講座

DNA 損傷応答経路は、センサー分子である ATM や ATR が細胞死や細胞周期に関連する分子の機能を修飾する機構であり、熱ストレスによって活性化する事が知られている。以前我々は、ATR 下流の Chk1 および ATM 下流の Chk2 が、温熱による G2/M アレストと細胞生存に関与していることを報告した。一方、細胞周期の進行調節には Chk1/2 以外にも数多くの分子が関与しており、他の分子が温熱療法の分子標的となりうるか不明な点が多い。ここでは、細胞周期の調節分子である Wee1 に着目し、Wee1 阻害剤が HeLa 細胞の温熱誘発細胞死を増強するか検討した。

OS 2 - 2

ヒト口腔扁平上皮がん細胞の Hikeshi の発現と温熱感受性との間における関連性

田淵圭章 1), 柚木達也 2), 平野哲史 1), 林篤志 2)

1 富山大学研究推進機構遺伝子実験施設, 2 富山大学大学院医学薬学研究部 (医学) 眼科学講座

【目的】熱ショックタンパク質 Hsp70 の核輸送タンパク質である Hikeshi の機能阻害は、温熱感受性を増強することが示されている。今回、種々のヒト口腔扁平上皮がん (OSCC) 細胞において Hikeshi の発現と温熱感受性との間に関連性があるか否かを検討した。

【方法】HSC-3 細胞含む 11 種類の OSCC 細胞を用いた。細胞を 42-44°C で 90 分間処理後、37°C で一定時間培養した。細胞生存率を指標にして温熱感受性を評価した。遺伝子とタンパク質の発現は、各々 qPCR とウエスタンブロット法を用いて定量した。

【結果】11 種類の OSCC 細胞の全てにおいて Hikeshi の mRNA とタンパク質が検出でき、これらの間には有意な正の相関 ($R=0.804$) が観察された。42-44°C の温熱負荷を用いた実験から、各々の細胞の温熱感受性を明らかにした。しかしながら、Hikeshi の発現と温熱感受性との間には相関性は認められなかった。一方で、HSC-3 細胞において、Hikeshi のノックダウンは温熱による Hsp70 の核内移行を阻害し温熱感受性を上昇させた。

【結語】OSCC 細胞において Hikeshi は温熱感受性に関与するタンパク質であるが、その発現レベルと温熱感受性との間には関連性は認められなかった。

OS 2 - 3

カーボンナノホーン-酸化鉄ナノ粒子複合体 (CNH-IONP) の調製と特性解析

堤内要 1)、上野左京 1)、島岡桃子 1)、菅原祐人 1)、猪飼誉友 1)、
今井律子 1)、今栄東洋子 2)、永井隆 3)、河合憲康 3)

1 中部大学応用生物学部、2 Graduate Institute of Applied Science and Technology, National
Taiwan University of Science and Technology、
3 名古屋市立大学大学院医学研究科腎・泌尿器科学分野

我々は既にカーボンナノホーン (CNH) と酸化鉄ナノ粒子 (IONP) との複合体 (CNH-IONP) を調製し、抗がん剤を内包・徐放できるとともに、交流磁場照射で発熱もできることを報告してきた¹。この CNH-IONP を用いてがん温熱療法の実験を検討してゆく計画であったが、数多くの実験を同じ試料で実施するために、グラムスケールで複合体の調製を試みたところ、安定した発熱特性が得られないという問題が生じてしまった。そこで、本研究ではより簡便な調製方法の検討を行った。共沈法で調製した IONP を 3-アミノプロピルトリエトキシシラン (APTES) で表面修飾し、粒子表面にアミノ基を導入した。次に、CNH のカルボキシ基とのアミド形成反応によって、新たな CNH-IONP を調製した。赤外線吸収 (IR) スペクトルや熱重量 (TG) 測定、動的光散乱 (DSL)、透過型電子顕微鏡 (TEM) 観察、エネルギー分散型 X 線 (EDX) 分析などによって CNH-IONP の特性解析を行い、さらに、交流磁場照射条件下における発熱挙動との相関についても検討したので報告する。

1 N. Kawai et al., *Thermal Med.*, 35 (Suppl.), 116 (2019).

OS 2 - 4

去勢抵抗性前立腺癌モデルマウスに対するカーボンナノホーン-酸化鉄ナノ粒子複合体 (CNH-IONP) を用いた温熱療法効果の検討

永井隆 1)、河合憲康 1)、堤内要 2)、上野左京 2)、島岡桃子 2)、
菅原祐人 2)、猪飼誉友 2)、今井律子 2)、今栄東洋子 3)、安井孝周 1)

1) 名古屋市立大学大学院医学研究科腎・泌尿器科学分野、2) 中部大学応用生物学部応用生物化学科
3) Graduate Institute of Applied Science and Technology, National Taiwan
University of Science and Technology

【緒言】去勢抵抗性前立腺癌は薬物療法や放射線療法などにより治療されるが、治療抵抗性が高く臨床での課題の一つである。そこで、私たちは新たな治療選択肢として去勢抵抗性前立腺癌に対する温熱療法に着目し、研究を行ってきた。酸化鉄が交流磁場下に発熱する特性を利用し、腫瘍部位のみを加熱し温熱療法を行うものである。今回、中部大学・台湾科学技術大学と共同で、カーボンナノホーン (carbon nanohorn: CNH) および酸化鉄ナノ粒子 (iron oxide nanoparticle: IONP) が結合した新規のナノ粒子を開発し、去勢抵抗性前立腺癌モデルマウスに対する温熱治療効果の検証を行ったので報告する。

【方法】モデル動物として去勢抵抗性前立腺癌皮下移植モデルマウスを用いた。6 週齢雄ヌードマウスの背部にヒト去勢抵抗性前立腺癌細胞株 22 Rv1 を皮下移植した。皮下移植後、3 週間 (day21) 経過時点で、コントロール (n=3) および加熱群 (n=3) とし、加熱群のモデルマウス腫瘍部位に CNH-IONP (Fe 濃度: 36.3mg/ml) を 300 μ L 腫瘍部分に局所注入した。その後、コイル型交流磁場照射装置を用いて、交流磁場下における CNH-IONP の発熱による温熱療法を試みた。腫瘍内の温度は、いわゆる mild hyperthermia で定義される 42°C-46°C で維持し、30 分間の加熱を行った。両群の経時的な腫瘍サイズの計測を行い、温熱治療効果の検証を行った。

【結果】マウス 1 においては温度上昇が緩やかであり、温度上昇も 42°C 程度とやや低めであったが 3 匹とも 42°C 以上を維持できた。なお、温度経過はサーモグラフィー (FLIR C5) を用いて測定した。治療群では、麻酔により一匹死亡した。コントロール群では経時的な腫瘍サイズ増大を認めるのに対し、治療群では腫瘍縮小を認めた。皮下移植モデルマウスにおいて、CNH-IONP を用いた磁性ナノ粒子を用いた交流磁場下の発熱で温熱治療効果が確認された。

【結論】CNH-IONP による去勢抵抗性前立腺癌温熱治療効果の検証を行った。今回開発した CNH-IONP は交流磁場下で発熱し、腫瘍退縮効果があることが明らかになった。

OS 2 - 5

ヒト口腔扁平上皮がん細胞に対する抗がん剤および過酸化水素とマイルドハイパーサーミアの併用効果

田川裕也 1)、坂上宏 2)、天野滋 2)、友村美根子 3)、坂東健二郎 4)、高尾浩一 5)、杉田義昭 5)、
植沢芳広 6)、山本信治 1)、坂下英明 1)、中鍛治里奈 7)、小泉敏之 8)、光藤健司 8)、藤内祝 3)

1) 明海大学歯学部口腔顎顔面外科学分野、2) 明海大学歯科医学総合研究所、3) 明海大学保健医療学部、
4) 明海大学歯学部生化学、5) 城西大学薬学部生物有機化学、6) 明治薬科大学医療分子解析学研究室、
7) 横浜市立大学大学院医学研究科循環制御医学、8) 横浜市立大学大学院医学研究科顎顔面口腔機能制御学

目的：ハイパーサーミア (HT) は、口腔がんの治療に保険治療として認められており、放射線療法や化学療法と併用して行われる。口腔がんにおいては手術が標準治療である術後の機能障害や審美障害が問題となる。そこで低侵襲治療法の一つとして HT に着目した。今回、マイルドハイパーサーミア (mild HT, 41°C) の効果的な臨床応用を目指し、in vitro において、HT に感受性の高い細胞の探索、抗がん剤との併用効果、様々な代謝反応の過程で生成される過酸化水素の関与の可能性について検討した。

方法：HT 専用 AS ONE CO2 Incubator E-22 を用いて、口腔扁平上皮がん細胞 (Ca9-22, HSC-2, HSC-4) に対する CDDP (1-75 μ M), DOC (1-50 nM), 5-FU (4-1000 μ M)、過酸化水素 (1-10 mM) の効果を口腔正常細胞 (歯肉線維芽細胞、歯根膜線維芽細胞)、骨髄性白血病細胞 (HL-60, ML-1)、肺がん細胞 (A549, WA-hT, A904-L) と比較検討した。

結果：① Mild HT は、暴露時間が 24 時間以内であれば、ほとんどの培養細胞、特に、口腔正常細胞に対する侵襲性が弱いこと、暴露時間を 48 時間まで延長すると、特に口腔扁平上皮がん細胞と骨髄性白血病細胞は、肺がん細胞よりも、顕著に増殖が低下すること、②DOC の口腔扁平上皮がん細胞に対する傷害性は、45 分の mild HT により増強された。温度が 42~43°C まで上昇すると、有効な HT 処理時間が短縮した。CDDP は、若干の増強効果を示したが、5-FU の増強作用は観察されなかった。③過酸化水素の細胞傷害活性は、45 分~1 時間 mild HT により、顕著に増大した。

考察：今回の実験結果は、口腔がんの頸部転移に対する HT は 45 から 50 分を目標に行われていることと合致する。また、Mild HT による抗がん剤の作用増強における過酸化水素の関与が示唆された。

OS 2 - 6

ISM 帯マイクロ波による温熱療法は熱ショックタンパク質非依存的に抗腫瘍作用を示す

藤本えりか 1)、永根大幹 1)、金井詠一 2)、柴田悠貴 1)、
中村靖彦 3)、岸和寿 4)、山田一孝 5)、山下匡 1)

- 1) 麻布大学獣医学部生化学研究室、2) 麻布大学獣医学部小動物外科学研究室、
3) シュナイドテック株式会社、4) 麻布大学獣医学部獣医放射線学研究室、
5) 麻布大学獣医学部臨床診断学研究室

【背景】温熱療法はがん治療の補助療法として知られており、タンパク質の変性作用により抗がん作用を示す。従来の温熱療法では 8 MHz のマイクロ波が治療応用されており、組織深部への加温が可能であるが、加温に長時間を要する。そこで本研究では、体表面の加温に適した ISM 帯 (2.45 GHz) マイクロ波照射装置を開発し、その温熱治療効果について検討した。また、ISM 帯マイクロ波による細胞障害に関する分子機構を検討した。

【材料と方法】マウス黒色腫 B16F10 細胞を使用した。細胞の加温には 42°C の恒温槽または ISM 帯マイクロ波照射装置を使用した。細胞生存率はコロニー形成法により解析した。B16F10 細胞を C57BL/6N マウスの足底部に移植し恒温水槽 (42°C) による加温または ISM 帯マイクロ波照射を実施した。治療効果は腫瘍体積および Kaplan-Meier 法により解析した。HSF1 および HSP40/70 の遺伝子発現およびタンパク質発現は、RT-qPCR およびウエスタンブロッティングで解析した。

【結果】恒温槽では 23°C から 42°C までに約 30 分の加温が必要であったが、ISM 帯マイクロ波では約 40 秒であった。B16F10 細胞を用いて細胞障害作用を検討したところ、恒温槽の IC50 は 80 分であり、ISM マイクロ波の IC50 は 35 秒であった。B16F10 移植腫瘍モデルに ISM マイクロ波を照射したところ、腫瘍増殖抑制効果とアポトーシス誘導作用が観察された。熱耐性に関わる HSP40/70 の遺伝子発現およびタンパク質発現を解析したところ、恒温槽による加温では HSP40/70 が増加したが、ISM 帯マイクロ波では HSP40/70 発現の増加が抑制された。HSP の転写因子である HSF1 のタンパク質発現を解析したところ、恒温槽では HSF1 の高リン酸化による分子量の増加が観察されたが、ISM マイクロ波では分子量の増加が有意に抑制された。予備加温により HSPs を誘導した細胞に対しての細胞障害作用を検討したところ、予備加温は恒温槽による加温に対して細胞保護作用を示したが、ISM マイクロ波には保護作用を示さなかった。

【考察】ISM 帯マイクロ波による温熱療法は短時間で治療温度まで加温することが可能であった。

OS 2 - 7

保温入浴の温熱効果 -介護施設利用高齢者入浴での検討-

伊藤要子 1)、石澤太市 2)、高橋早樹 2)、多田井幸揮 3)、綱川光男 2)

1) 一般社団法人 HSP プロジェクト研究所、2 株式会社バスクリンつくば研究所、
3 修文大学健康栄養学部管理栄養学科

【目的】我々は、ヒートショックプロテイン(HSP70)を高めるマイルド加温療法および HSP 入浴法において、温熱効果を高めるために、加温後および入浴後の保温の重要性を提示してきた。介護施設での入浴においては、高齢者のニーズは高まっているにも関わらず、安全性や清浄が主体となり温熱効果がなごりにされている。今回は、介護施設利用高齢者の入浴において、温熱効果の得られる入浴を検討するため、通常入浴より入浴時間を延長し温かさを保つため、入浴後に保温を取り入れた保温入浴を検討した。

【方法】対象は介護施設で入浴を行う 70 歳以上の高齢者 17 名で、A 群は通常入浴、B 群は入浴時間を 3 ~5 分延長し出浴後の安静時に毛布を掛けて保温する保温入浴、C 群は B 群と同様にし、入浴時に保湿系入浴剤を使用した。入浴は、3 群を 1 日以上空けて、全員が実施した。入浴後は、血圧、入浴温度と時間、体温(入浴前、直後、保温後)を測定し、睡眠感アンケートを実施した。なお、本研究は尾西地区介護サービス事業者連絡会の協力を得て、HSP プロジェクト研究所倫理委員会の承認(201801)を受け実施した。

【結果】A 群に比し、入浴時間は B、C 群ともに有意に延長し、体温は、B、C 群で上昇傾向を認め、保温後は B・C 群で有意に体温が高く維持された。血圧は入浴前・後で、A、B、C 群ともに有意な変化を認めなかった。睡眠アンケートでは B、C 群で睡眠状態の改善を認めた。その他、男女差、介護度においても差を認めた。

【考察】我々が確立したマイルド加温療法、HSP 入浴法においても保温の有意な温熱維持効果を認めている。今回の介護施設利用高齢者の保温入浴においても、保温後の体温は通常入浴に比し、有意に高値を示し温熱効果が認められ、睡眠の QOL も向上した。また、入浴前・後で血圧の有意な変化を認めず、安全性も示された。よって、日常の高齢者介護入浴において、保温入浴の適応は、安全で容易に実施可能な入浴の改善に繋がると思われた。

一般演題 物理工学

2021-9-3～2021-10-3

オンデマンド配信

演者

柳沢啓斗(八戸工業高等専門学校専攻科機械システムデザインコース)

林奈々世(明治大学大学院理工学研究科)

高木亮(産業技術総合研究所健康医工学研究部門)

森健太郎(舞鶴工業高等専門学校電気情報工学科)

梁晨(東洋大学大学院理工学研究科機能システム専攻)

OS 3 - 1

Development of non-invasive temperature measurement system using generative adversarial networks

柳沢啓斗 1)、井関祐也 2)

- 1) 八戸工業高等専門学校専攻科機械システムデザインコース、
- 2) 八戸工業高等専門学校機械・医工学コース

【背景・目的】安全かつ効果的なハイパーサーミア治療には、非侵襲かつリアルタイム的な生体内の温度分布計測が重要である。そこで本研究室では、超音波画像診断装置を応用した温度分布計測手法を提案している。この方法は、組織を伝播する超音波速度の温度依存性を利用したものであり、加温前後の超音波画像上に生じる微小な変位を画像処理により検出して温度分布計測を実行する。しかしながら本温度計測手法は、ユーザーが多くの画像解析パラメーターの中から最適な組み合わせを探し出す必要があり、ユーザーに画像処理の知識や経験を要する。これらの問題点を解決すべく本研究では、敵対的生成ネットワーク(ディープラーニングによる画像生成技術)による温度分布計測システムを提案する。これにより、ユーザーが多岐にわたる組み合わせから最適な画像解析パラメーターを模索することなく、加温前後の超音波画像から簡易的かつ直接的に温度分布を得られるシステムの開発を目指した。

【方法】本研究ではまず、針状電極加温装置に見立てた半田ごてと寒天ファントムを用いて加温実験を行い、加温前後の超音波画像の撮像と熱電対による半田ごて周辺部の温度計測を実施した。その後、加温前後の超音波画像と数値解析的に得られた温度分布画像を組み合わせるデータセットを作成し、ネットワークの学習を行った。最後に、学習済みのネットワークに新規画像を入力して温度分布画像を生成し、その評価を実施した。

【結果】敵対的生成ネットワークを応用することで、加温前後の超音波画像から簡易的かつ直接的に温度分布が得られる可能性があることがわかった。今後は、データセットの拡張やプログラムの修正等を行い、温度分布計測の精度向上を目指す。

OS 3 - 2

小型矩形空洞共振器アプリケーターを用いた三次元超音波温度分布計測手法の検討

林奈々世 1)、新藤康弘 2)、加藤和夫 3)

1) 明治大学大学院理工学研究科、2) 東洋大学理工学部、3) 明治大学理工学部

【背景・目的】変形性膝関節症は進行性の変性疾患であり、その患者数は年々増加傾向にある。著者らは、本疾患の治療方法として、小型矩形空洞共振器アプリケーターを開発し、その有用性について、コンピュータ・シミュレーション及び実験的検討を通して確認してきた。ここでは、膝関節深部加温時における非侵襲温度計測の確立を目指し、本加温システムを用いた際の温度計測手法を実験的に検討した。

【方法】本研究室において設計・開発した小型矩形空洞共振器アプリケーター (35cm×30cm×20cm)、高周波パワーアンプ、被加温体 (寒天) 移動台、これらに加えて超音波画像診断装置及び手動スライダー等を使用した超音波撮像システムを試作した。まず加温開始前に被加温体 (円筒形状寒天ファントム) の複数個所における超音波画像を撮像した後、加温電力 30W、加温時間 15 分での加温を行った。加温終了後、加温前と同一位置における超音波画像を撮像し、これらの加温前後における画像に種々の画像処理を施すことで、撮像面における二次元温度分布計測を実施した。

【結果・結論】撮像した各層における二次元温度分布を重ね合わせることによって被加温体内部の温度分布を三次元的に把握した。この計測結果とコンピュータ・シミュレーション結果との比較から、本提案システムの有用性を明らかにした。

OS 3 - 3

強力集束超音波 (HIFU) 治療デバイス評価のための広帯域温度可視化用 生体模擬ファントムの開発 I

高木亮 1)、葭仲潔 1)、小関義彦 1)

1) 産業技術総合研究所健康医工学研究部門

【目的】低侵襲ながん治療法の一つである、強力集束超音波 (HIFU: High-Intensity Focused Ultrasound) 治療前において、HIFU デバイスの集束超音波出力測定を簡便に、かつ、高速に行うことは、本治療を安全に遂行する上で極めて重要である。従来の出力計測手法の一つとして、温度上昇によって HIFU 焦点領域が楕円状に白濁する生体模擬ファントムが提案されている。しかし、本ファントムの課題として、実際の温度上昇がわからないこと、一回使用すると再度利用できないこと (不可逆性) 等が挙げられる。そこで、本研究では、感温液晶という、温度上昇によって発色する液晶を封入した透明生体模擬ファントムを作成し、可逆的に HIFU 焦点の温度上昇を可視化できる生体模擬ファントムを開発した。また、温度上昇の可視化範囲を増大させるために、異なる感温範囲を持つ 2 相式ファントムを作成し、従来の 2 倍の温度可視化範囲を検出できる手法を提案した。

【方法】生体模擬ファントムの主材料は、透明性、温度耐久性を持つウレタン材料とした。感温液晶として、45-55°C と 55-65°C の 10°C の感温範囲を持つ、それぞれの液晶をウレタン材料との重量比 0.005% で封入した。1 層目 (下相) には低温度帯、2 層目 (上相) には高温度帯の生体模擬ファントムを作成した。ここで、HIFU デバイスは、HIFU 焦点が 1 層目と 2 層目の境界面にくるように設置した。HIFU 焦点の温度上昇により、低温度帯から発色し、その後、高温度帯が発色することを想定し、HIFU 音場の照射軸に対する線対称性を利用することで、従来の 2 倍の温度範囲 (45-65°C) を可視化した。生体模擬ファントムを脱気水槽中に設置し、口径 46 mm、F ナンバー 1、共振周波数 1.7 MHz の凹面型振動子を用いて HIFU を照射した。音響パワーは、2.5 W で、30 秒間照射した。

【結果】本手法により、HIFU 焦点における温度上昇を従来の感温範囲の 2 倍 (20°C 幅) の範囲で可視化することに成功した。数値シミュレーションと実験による温度分布を比較しても、ほぼ一致したことから、本ファントムによる温度分布が比較的、正確であることが示された。また、複数回照射することでも再現性よく温度上昇が可視化できたことから、可逆性という観点から、実用的にも有用であることが示された。

【結語】HIFU 治療前におけるデバイス出力計測において、簡便に、かつ、高速に温度上昇を可視化できる生体模擬ファントム、および、計測手法を提案した。本手法は、HIFU デバイスのみならず、ハイパーサーミア機器を含む、様々な温熱デバイスにおいても有用な手法であると考えられる。

OS 3 - 4

Deep Learning による生体内温度推定システムの開発

森健太郎 1)、廣田千寿瑠 2)、矢野立樹 1)、大橋未郷 1)、丹下裕 1)

1 舞鶴工業高等専門学校電気情報工学科、2 舞鶴工業高等専門学校専攻科総合システム工学専攻

【背景】近年では、国内においても日本人の 2 人に 1 人はがんと診断され、誰もが罹患する可能性がある。近年、患者への身体的負担が小さいがん温熱治療が注目されている。がん温熱治療法とは、がん細胞と正常細胞の熱感受性の相違に着目した治療法である。温熱治療をするためには、選択加温を実現する装置と生体内温度を簡単に推定できる非侵襲温度計測法の開発が必要となる。

【目的】本研究室では、これまでに選択加温を実現する装置の開発を進めてきた。がん温熱治療法の治療効果を左右する非侵襲温度計測法の開発も重要な課題であり、本研究では機械学習を導入することで新たな温度推定法を提案する。

【方法】擬似生体(寒天ファントム)を作成する。機械学習の可能性を探るため、表面に加熱源を置いた際の表面温度と測定位置の相関関係を調査する。擬似生体の形状は、10 cm 角の直方体とする。実験データから得られた温度分布と測定位置の関係を機械学習させ、まずは擬似生体深部の 1 点を推定する温度推定システムを制作する。実験をすることで、温度推定システムの精度を調査する。

【成果】寒天ファントムの表面温度と深部温度の相関関係を調べるために基礎実験を行った。実験で使用した寒天ファントムは、『ハイパーサーミア装置の操作ガイド I-RF 容量結合型加温法-5』に記載されているものを参考に作成した。実験前日には、寒天ファントムの内部温度を一定にするため、実験室に 12 時間以上置き、エアコンにより温度を調整した。実験では、寒天ファントム表面と外気の温度のやりとりを無くすため、断熱材(発泡スチロール)で四方を囲んだ。実験では、寒天ファントム上部に熱源(ホットカイロ)を置き、針状 K 型熱電対をホットカイロと寒天ファントム表面の間、寒天ファントム中央深部(表面から 1cm, 2cm, 3cm)に取り付け、10s 間隔で温度を計測した。また、基礎実験の妥当性を検討するために、数値解析で再現することを行った。本研究では、3 次元熱伝導方程式に差分法(陽解法)を適用した。測定結果と数値解析の結果は、寒天ファントムを断熱材で四方を囲んだことによりほぼ一致した。また、表面温度と深部温度($d=1\text{cm}, 2\text{cm}, 3\text{cm}$)の相関関係も確認できた。相関係数は、それぞれ 0.993、0.997、0.994 となり、表面温度と深部温度の相関関係がある。実際の生体では、組織の複雑さや血流の影響もあるため、相関関係があっても正しい値が求められるとは限らない。したがって、機械学習を導入することで表面温度から深部温度の推定を試みた。

温度推定では、8 回分の基礎実験の測定結果を利用して、表面温度から深部温度の推定を行う Deep Learning モデルの構築を行った。モデルは LSTM ネットワークを利用しており、100 ステップ分の表面温度から 101 ステップ目における深部温度を推定する。8 回分の測定結果のうち、7 回分を学習データ、1 回分を試験データとして交差検証を行った結果、表面から 1cm の深部温度推定における平均誤差が約 0.8 度であることが確認できた。基礎実験と温度推定による温度分布より、深部温度の推定を行うことができた。しかし、温度推定におけるデータセットが 8 回分しかないため、モデルが過学習している様子が確認できた。今後は、データセットの増加と推測モデルの検討を行う必要がある。

OS 3 - 5

RF 誘電加温治療時における術者への電磁界影響解析

梁 晨 1), 新藤 康弘 2)

1 東洋大学大学院理工学研究科機能システム専攻、2 東洋大学理工学部機械工学科

研究背景： ハイパーサーミア治療における平行平板 RF 誘電加温方式において、治療中に術者が患者へ接触した状態や、点滴器具を付けた状態で加温することがある。このような特殊な状態において、患者のみならず、術者の体内への高周波電流の流入や加温分布特性への影響に関して数値的に解明する必要がある。

そこで本研究では、簡易型人体モデルを用いて、上記のような様々なシチュエーションにおける電磁界分布解析を実行し、術者の体内へ高周波電流に関して数値的検討を実施した。なお、本解析では FDTD 法解析ソフト Sim4Life™を用いて準定常状態における電磁界分布解析を実施した。

方法： 本研究では、電磁界分布解析を行うために FDTD 法を用いて、出力 8MHz の周波数帯で術者が患者に触る時の電磁界分布を数値的に求めた。具体的には、術者が患者の手、脚、肩を触る際に術者が接地している場合と、術者が安全靴などをはいて接地していない場合とでそれぞれの違いについて解析を行った。また、患者が点滴器具を付けた状態を想定した解析についても行った。

結果・考察： RF 誘電加温方式治療時、術者が患者に触った際の、術者への高周波電流の流入があることが数値的に確認された。実際に治療を行う医療従事者は電磁波曝露を受けてしまっている可能性のあることが数値的に確認できた。具体的には、患者に触る時に術者の頭頂部やつま先、触った腕の脇の部分などで SAR 値が高くなることが確認できた。また、点滴器具を付けた状態では、人体と点滴チューブとの接触部の電界強度が部分的に高くなる可能性が確認できた。今後も引き続き検討を行い、様々な状況下における注意喚起のエビデンスデータを得たいと考えている。

VINITA

がん温熱療法「ハイパーサーミア」新型装置

THERMOTRON-RF8[®]

サーモトロン-RF8 GR edition



GR edition 進化ポイント

- ・コンパクト化を実現
- ・操作性を向上
- ・治療精度を向上
- ・開始時間までの時間短縮

山本ビニター株式会社

本社／メディカル営業グループ
http://www.vinita.co.jp/medical_div/

〒543-0002 大阪市天王寺区上汐6丁目3番12号
TEL.06-6771-0608 FAX.06-6771-6898
E-mail.thermoton@vinita.co.jp

高周波式ハイパーサーミアシステム

RF - HYPERTHERMIA

アスクーフ

8

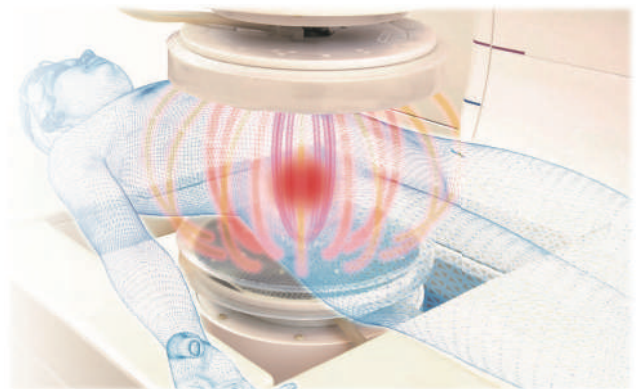
<ASKIRF-8>



あきらめないでほしい
そんな願いから誕生した
悪性腫瘍治療機です。

術者にも患者さんにも優しいユーザビリティ設計

- 1 体表面の安定した冷却、深部の確かな加温
- 2 高周波漏洩の抑制 (特許技術)
- 3 柔らかく密着性の高い電極パッド
- 4 体力の弱った患者さんが座って乗降できる治療テーブル
- 5 ヒューマンエラーを抑止する充実の安全機構



集学的治療で相乗効果を発揮

- 1 副作用の少ない加温療法単体治療
- 2 化学療法との併用で抗癌剤の増強効果
- 3 放射線療法との併用で細胞周期に

応じた補完作用

健康保険適用機器

医療機器認証番号：22800BZX00447000

技術は、人のために。

(株)庄内クリエイト工業

SHONAI CREATE INDUSTRIAL CO.,LTD.

製造販売業・製造業・販売業

株式会社庄内クリエイト工業 メディカル事業部

TEL：0235-64-0120 FAX：0235-64-0126

<https://www.s-create.jp>



地域未来牽引企業

オープンボアX線CT装置

SOMATOM go.Open Pro

**The future
is in motion**

www.siemens-healthineers.com/jp



ビジュアル内で使用されている臨床画像及び科学的
画像はイメージです。特定個人のものではなく、また
当社製品の使用により得られるものではありません。

SOMATOM go.Open Proは、放射線治療に関わる多くのユーザーの方々の研究や経験を基に、
先進的なアドバイスを取り入れ開発されました。

最新のテクノロジーは撮影性能だけでなく、850 mmのオープンボアや患者の呼吸に合わせて最適化し、
アーチファクトを最小限にする全く新しい呼吸同期撮影など、Patient First (患者第一) を実践する
医療技術者を支援するフレキシブルな操作環境も提供します。

SIEMENS
Healthineers

With Your Stories

lifetime healthcare support

島津は、「人と地球の健康」への願いを実現するという経営理念のもと、医療分野において長年に渡り画像技術を磨き続けてきました。

従来ならば見えなかったモノを可視化する、
よりいっそう被ばく低減を追求する、
新たな臨床付加価値をもたらすアプリケーションを創造する。

お客様の声に向き合う姿勢から実現した画像技術により、
診断・治療を支援することで放射線医療に貢献してきました。

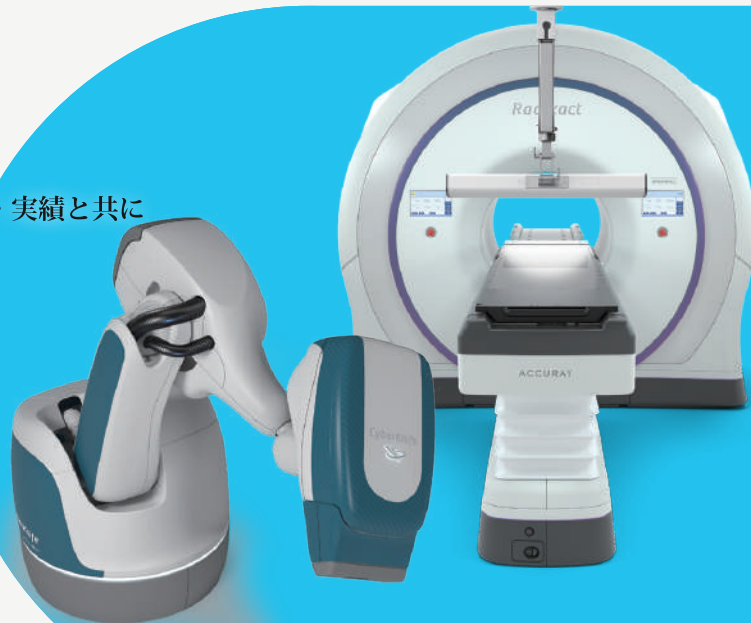
そして、島津の持つもう一つのコア技術である
分析計測技術を臨床分野に応用し、
予防や予後のフォローアップに向けた歩みを始めました。

「予防(Prevention)・診断(Diagnosis)・治療(Treatment)・予後(Follow-up)」
健康な日々のために、島津は医用画像技術・分析計測技術で
ヘルスケア領域でのさらなる貢献を目指します。



Deliver more. Better. Faster.

アキュレイの放射線治療機器は優れた信頼性・サービス・実績と共に
臨床的に裏付けられたがん治療を提供します。



医療機器承認番号:22900BZX00032000 販売名:ラディザクト
医療機器承認番号:22900BZX00031000 販売名:Accuray Precision治療計画システム
医療機器承認番号:22600BZX00126000 販売名:サイバーナイフM6シリーズ

製造販売元・お問い合わせ先

アキュレイ株式会社

〒100-0004 東京都千代田区大手町2-2-1 新大手町ビル7階
TEL: 03-6265-1526 FAX: 03-3272-6166 www accuray.co.jp
©2021 Accuray Incorporated. All Rights Reserved. AJMKT-DMBF(2012)-JPN(2)

ACCURAY

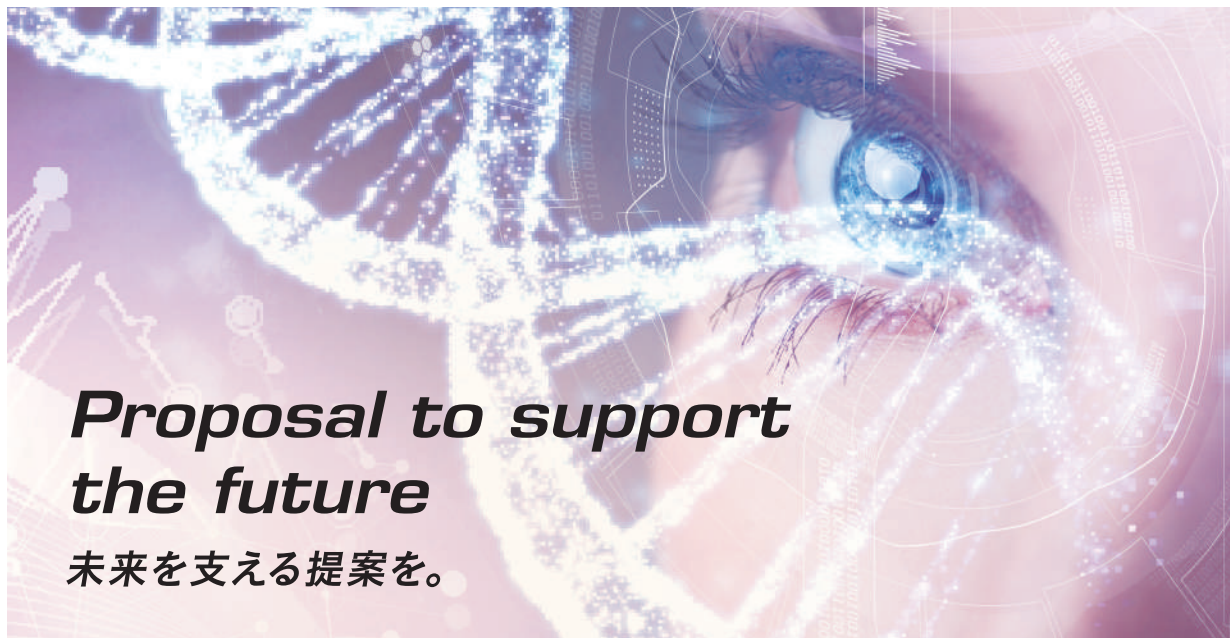
AstraZeneca 

抗悪性腫瘍剤/ヒト型抗ヒトPD-L1モノクローナル抗体

薬価基準収載

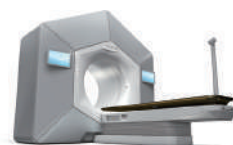
 **イミフィンジ[®]点滴静注**
120mg・500mg

IMFINZI[®] Injection 120mg・500mg デュルバルマブ(遺伝子組換え)製剤
生物由来製品/劇薬/処方箋医薬品(注意一医師等の処方箋により使用すること)



Proposal to support the future

未来を支える提案を。



想いを聞かせてください。

その閃きをカタチにします。その輝きを支え続けます。その先へと繋げていきます。

私たちが創業以来培った信頼と技術で、医療の未知なる世界を見据えたご提案をします。

エンジニアリング事業

医療用高精細液晶モニター	医療参照用液晶モニター
電子制御生産設備	電子計測試験、評価
フィールドメンテナンス	システム導入サポート

メディカル事業

放射線治療システム	医療用AI
X線診断装置	放射線治療計画システム
CT,MR診断装置	放射線治療装置の保守



日本電子応用株式会社

<http://www.ndc-oyo.co.jp> info-q@ndc-oyo-co.jp



お問い合わせ用QRコード

販売代理店、販売特約店

株式会社バリアン メディカル システムズ/シーメンスヘルスケア株式会社/日本電気株式会社/株式会社フューチャーイン/WIDE社/FSN社



株式会社バリアン メディカル システムズ / TrueBeam医療用リニアック:医療機器承認番号 22300BZX00265000, Halcyon医療用リニアック:医療機器承認番号 22900BZX00367000, 放射線治療計画用ソフトウェア Eclipse:医療機器承認番号 22900BZX00265000

協賛

山本ビニター株式会社

株式会社庄内クリエート工業/ハーモナイズ株式会社

株式会社島津製作所株式会社島津製作所

シーメンスヘルスケア株式会社

アキュレイ株式会社

アストラゼネカ株式会社

日本電子応用株式会社

家田化学薬品工業

ケイアイサイエンス

株式会社薬研社

(敬称略、順不同)

本大会の開催にあたりまして、各企業の皆様のご援助を承りました。
厚くお礼申し上げます。

日本ハイパーサーミア学会 38 回大会

プログラム・抄録集
