

「地域における癌患者が自宅でできる電場を用いたがん治療機器開発」

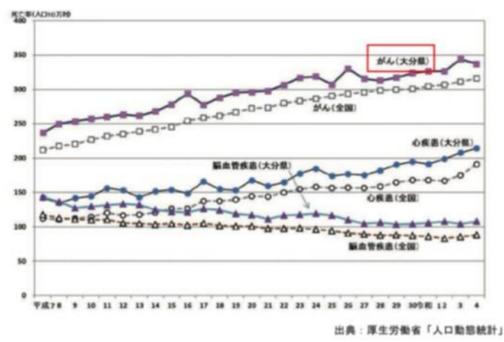


- 1. 大分大学医学部 総合外科・地域連携学講座
- 2. 同 消化器・小児外科学講座
- 3. 株式会社デンケン イノベーションセンター

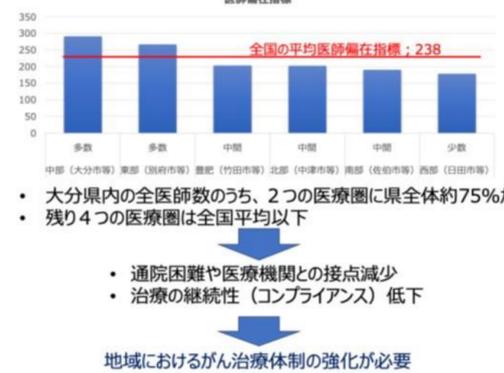
平塚孝宏^{1,3}、仲野克利²、猪股雅史²、曾根崎宏昌³、首藤孝司³、仲 哲生³

1. 背景

1-1. 大分県の死亡率の推移



1-2. 大分県の医師偏在



1-3. 新しいがん治療法「腫瘍電場治療 (Tumor Treating Fields)」

胸部から上腹部への電場照射
頭部への電場照射

株式会社デンケン
HP: <https://www.optune.jp/>

電位差が生み出す電場を癌治療に応用したもの。
脳腫瘍 (Stupp R. et al. JAMA, 2017), 胸膜中皮腫 (Ceresoli GL, et al. Lancet Oncology, 2019), 肺癌 (Babiker HM, et al. JCO, 2025), 複数種類の癌において臨床での治療有効性と安全性が実証されている。
中周波 (100-300kHz) で低強度の交流電場を用いて、癌の細胞分裂を阻害し、腫瘍の増殖を抑制する革新的な治療法。
病院でなくてもがん治療が可能。

しかし家庭用電位治療器に用いられる低周波の癌細胞への影響は不明

背景 (つづき)

1-4. 大分県長期総合計画における本研究の位置付け

本研究は、大分県長期総合計画「安心・元氣・未来創造ビジョン 2024～新しいおおいの共創～」において、「健康長寿社会の構築と安心できる医療・介護の提供」に該当する。

県民が安全で安心して暮らせる大分県づくり

- 災害に強い県土づくりと危機管理の強化
- 持続可能な環境づくりの推進
- すべてのことが健やかに生まれ育つ温かい社会づくり
- 健康長寿社会の構築と安心できる医療・介護の提供
- 障がい者が心豊かに暮らし働ける社会づくり
- 多様性を認め、互いに支え合う社会の構築
- 誰もが安全・安心に暮らせる社会づくりの推進

「電場をもちいた健康科学」で「がんの在宅医療の新しいあり方」を創造したい

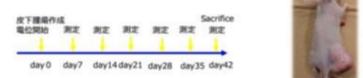
3. 目的および対象と方法

3-1. 目的

低周波(50-60Hz)を用いた電場ががんに及ぼす影響を検討する

3-2. 対象と方法

対象：6Wヌードマウス(Balb/c-nu/nu)



- 方法：
- ヌードマウス背部皮下に大腸癌細胞 (HCT116) を注射してXenograft modelを作成
 - 4群 (Sham群、低電位群、高電位群、温熱+高電位群) に分割。
低電位：家庭用温熱電位治療器における800V (50-60Hz)
高電位：家庭用電位治療器における14000V (50-60Hz)
温熱+高電位群：家庭用電位治療器における14000V (50-60Hz) + 温熱マットによる35度
電位群では8時間/日 (1時間電位ON, 2時間電位Offのサイクル) で電位をケージ内で発生させた。
 - 1週間に腫瘍体積、体重、餌摂取量を測定
 - 6週後に安楽死・sacrifice

3-3. 実験装置

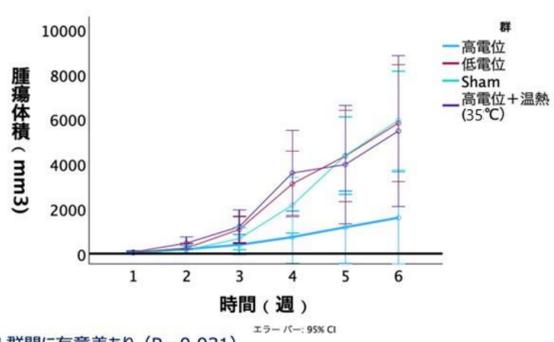
株式会社デンケン制作

4. 結果

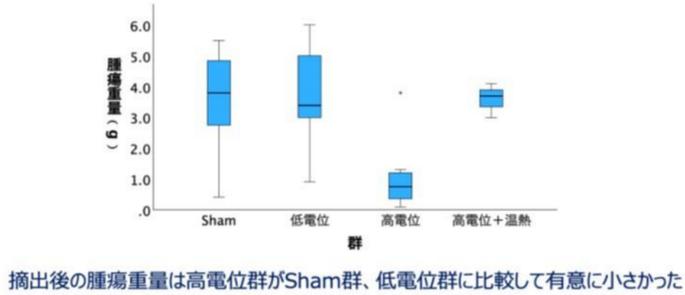
4-1. 皮下腫瘍の肉眼的所見



4-2. 腫瘍体積



4-3. 摘出後の腫瘍重量

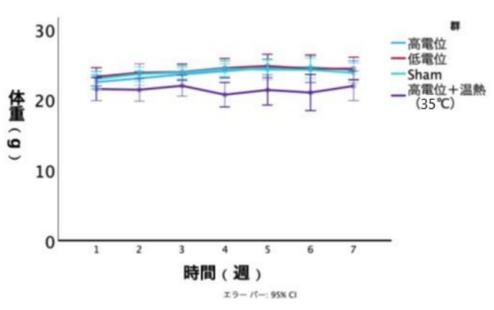


4-4. 腫瘍壊死を伴う割合 (腫瘍重量1.1g未満のものにおいて)

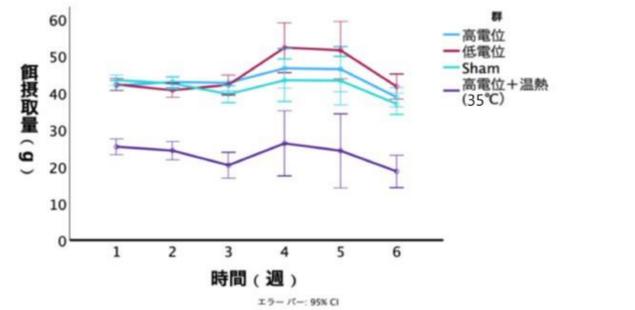
群	腫瘍壊死個体数 (%)	肉眼的所見
Sham	0 (0%)	1, 2 courses
低電位	1 (20%)	1, 2 courses
高電位	3 (37.5%)	1, 2 courses
高電位+温熱	0 (0%)	1, 2 courses

高電位群では37.5%に (1.1g以下の腫瘍において) 肉眼的壊死所見を認めた

4-5. マウス体重



4-6. 餌摂取量



5. 結果のまとめ

- 腫瘍体積は4群間に有意差 (P=0.031) を認めたがPost hoc test (Bonferroni) (P=0.112) では有意差を認めなかった。
- 高電位の6週目腫瘍体積はSham群より有意に小さかった (p=0.043)
- 摘出した腫瘍の重量は高電位群がSham群及び低電位群より有意に小さかった (p=0.041)
- 高電位群の摘出腫瘍 (1.1g以下) の37.5%に壊死を認めた
- 体重に群間の有意差はなかった。
- 餌摂取量は高電位+温熱群で有意に低下した。

6. 考察

- 高電位の効果**
 - 高電位群では6週目にはSham群より腫瘍体積が有意に小さく、腫瘍重量も小さかった。Post hocにて有意差は認めなかったがサンプル数の増加により、統計的有意差がさらに明確になる可能性がある。
 - Sham群と比較し、腫瘍表面に壊死が認められる個体があり、アポトーシスやネクローシスなどの腫瘍細胞死が誘導された可能性がある。
- 温熱刺激の影響**
 - 温熱+高電位群では餌摂取量が有意に低下したが、体重には有意差がなく、安全性に大きな問題はないと考えられた。
 - マウスにおける32度の温熱刺激は食欲中枢を抑制した可能性がある。
 - また温熱+高電位群ではSham群より腫瘍体積・重量が低下しなかった。

7. 今後の予定と将来の可能性

- 今後の研究計画
- がん縮小効果**
 - 皮下腫瘍作成後に電場照射を行い、縮小効果の有無を検討する。
 - がん増殖抑制効果の機序**
 - アポトーシス、細胞周期停止マーカーを用いたがん増殖抑制効果の機序について検討する。
 - 複数のCell Lineにおけるがん増殖抑制効果の検討**
 - HCT116以外の大腸がん細胞を用いてがん増殖抑制効果の有無を検討する。
- 将来の可能性



8. 結語

- 低周波の高電位電場は、マウス皮下腫瘍モデルにおけるがん増殖を抑制する可能性が示された。
- 機序と再現性、臨床への外挿は今後さらなる検証が必要である。