

大気圧プラズマの照射/吸入による疾患治療と救急救命医療

Disease Treatment and Emergency & Critical Care Medicine by Irradiation / Inhalation of Atmospheric Pressure Plasma

○平田孝道¹、筒井千尋¹、金井孝夫²、工藤美樹³、岩下光利⁴、森 晃¹

(1. 東京都市大工、2. 東京女子医大、3. 広島大学医、2. 杏林大学医、)

○T. Hirata¹, C. Tsutsui¹, T. Kanai², Y. Kudo³, M. Iwashita⁴, A. Mori¹

(1. Dep. of Med. Eng., Tokyo City Univ., 2. Inst. of Exp. Animal Facility, Tokyo Women's Med. Univ.,

3. Dep. of Ob. and Gyne., Hiroshima Univ., 4. Dep. of Ob. and Gyne., Kyorin Univ.)

E-mail: hirata@bme.tcu.ac.jp

我々は、医療分野において注目されている大気圧ヘリウムプラズマ源を用いた脂肪組織の溶解¹⁾、生体組織・細胞への直接照射による創傷・火傷治療²⁾、並びにプラズマ吸入による心疾患(心筋梗塞)の緩和治療³⁾を行っている。

特に、心筋梗塞発症モデルラット(心臓の左心室にある左冠状動脈を糸で結紮して虚血状態にしたラット)へのプラズマ吸入実験の場合、経皮的動脈血酸素飽和度(SpO_2 、動脈血中の酸素と結合しているヘモグロビンの割合)の時間変動を計測した結果、 He ガス吸入の場合には変化が殆どみられなかったのに比べ、プラズマ吸入の場合には SpO_2 が 83%→97%に増加する傾向がみられた。 SpO_2 改善の理由としては血管拡張による酸素濃度の増加によるものであり、プラズマ吸入が心内膜虚血に起因した血流量の減少を改善できる可能性があることが示唆された。さらに、血圧測定の結果、プラズマ吸入では血圧の降下(最高/最低: 89/81 mmHg → 73/60 mmHg)がみられ、更に血液中一酸化窒素(NO)濃度はプラズマ吸入開始から 30 秒後に増加を開始し、血圧の降下に対応して増加する傾向を示すことが判明した。特に、「血流調整因子」である内皮細胞由来弛緩因子(EDRF)の主要物質が NO であることが 1987 年に判明し、生体内で起こる様々な現象に NO が重要な役割を果たしていることが明らかになった。1991 年、 NO 吸入が動脈の血管平滑筋を弛緩させ、血管を拡張する作用のあることが証明され、「 NO 吸入療法」は肺高血圧治療や開心術後の心臓の負荷軽減などに利用される。本実験にて得られた血管拡張による血圧降下は、全身活性化を促進させるため、循環器疾患のみならず、血液循環を有する器官(脳、肝臓、脾臓、腎臓等)にも効果がある可能性があると考えている。

一般的に、心筋梗塞、心停止、窒息などにより引き起こされる低酸素性虚血性脳症は、全身への血液循環不全に起因した低酸素・虚血による刺激への異常反応、痙攣、意識障害などの脳神経障害を起こす異常の総称であり、脳低温療法や人工呼吸管理などの処置方法はあるが、抜本的な治療法が無い。ゆえに我々は、虚血性脳疾患の中でも窒息や狭窄により発症する低酸素性虚血性脳症に注目した低酸素性脳症モデルラットへのプラズマ吸入による実験・評価を行った。

ラット(種: Wister、生後: 6~7 日)を用いて、ガス麻酔下で左総頸動脈の結紮を行ない、保育器(酸素濃度: 8%)内に 2 時間曝露した後、通常の飼育を行った。生後 6 週目を経過した時点において、血

管造影剤を心腔内へ投与した後、X 線 CT により脳血管の断層撮影、並びに摘出した脳の目視観察を行なった。CT 断層撮影診断には、実験動物用 X 線 CT は、(日立アロカメディカル株式会社製、Latheta LCT-200)を用いた。

プラズマ吸入を施したラットの脳血管 CT 断層撮影画像及び摘出した脳の目視観察写真を図 1 に示す。通常、脳血管は左右が対称であるのに対して、モデルラットの場合には左右の対称性が失われている[矢印部分: 図 1(a)]。目視観察結果の場合も同様に、矢印領域における脳の左右対称性が失われており、脳浮腫(脳の間質組織の含水量が異常に増加した状態。脳出血、脳梗塞、脳腫瘍、脳外傷部位の周辺部にみられる)を確認した。プラズマ吸入に酸素ガスを添加した場合と酸素・笑気混合ガスを添加した場合を比較すると、酸素・笑気混合ガスの添加では浮腫の拡大が抑制されているという結果が得られた[図 1(b)]。

以上の結果より、 NO や笑気などの窒素酸化物を含むプラズマ吸入が救命救急治療における初期段階において有効な手段と成り得ると考えている。

本研究は、文部科学省科学研究費補助金新学術領域研究(研究領域提案型)「プラズマによる細胞/組織の活性化・改質及び再生医療への応用展開」の一環として行われた。

参考文献

- 1) T. Hirata *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **50**, 080217 (2011).
- 2) T. Hirata *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 010302 (2014).
- 3) C. Tsutsui *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 060309 (2014).

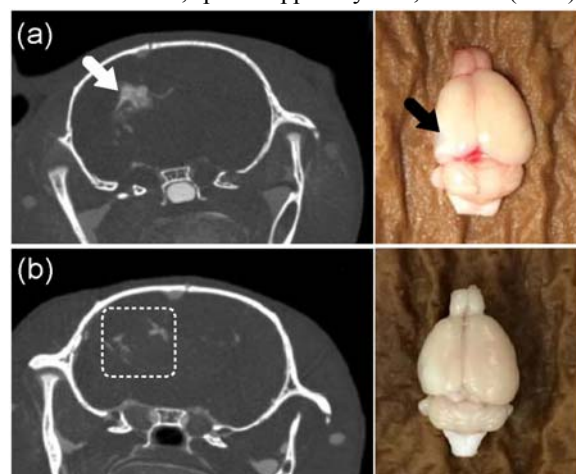


図1: CT 断層撮影画像及び摘出脳の目視観察写真。(a) 酸素ガス添加プラズマ吸入、(b) 酸素・笑気混合ガス添加プラズマ吸入