

プラズマによる止血メカニズムの解明とその実用化に向けた取り組み

Pathophysiological mechanism on hemostasis by plasma treatment and the approaches to integrate the plasma technologies into practical surgical procedures

○池原 譲(産総研)

○Yuzuru Ikehara, (Natl. Inst. Adv. Ind. Sci. Tech.)

E-mail: yuzuru-ikehara@aist.go.jp

高周波凝固等エネルギーデバイスを用いた止血は、今日の外科手術には欠かせない医療技術である。しかし、エネルギーデバイスの基本性能は、間質組織への通電により発生した熱で組織を固化(凝固)するものであるため、処置によって必ず熱傷を生じる。止血時に生じるこの熱傷は、術後に発生する障害の原因の一つとなっているため、その解決が求められてきた。

プラズマ技術の進歩は、ガス温度の低いプラズマを大気圧条件で発生させて供給することを実現したため、生体へのプラズマの作用について、熱の作用と区別した検討が可能になった。プラズマ照射で観察される止血効果もその一つで、プラズマと接した血液が血液凝固物となり、出血点を被覆閉塞することによって出血は停止する。

プラズマによる血液凝固のメカニズムとして、血小板と凝固因子の活性化が指摘されている。ヒトに生来備わっている凝固と線溶のバランスが、プラズマによって凝固方向へとシフトするのである。生じた血液凝固物の組織像は、Collagen や Thrombin、アルギン酸の添加で観察される赤色血栓と同じである。ちなみに、ヘビの出血毒に分類される毒素も同様の活性を示すことが知られている。ヤマガカン咬傷では凝固因子を、マムシやガラガラヘビ咬傷では血小板の活性化を誘発して凝固を過剰に亢進させて消費し、その結果、出血が止まらなくなるのである。ガラガラヘビの毒素 convulxin には、血小板の発現する GpVI 受容体があることが知られていることが明らかにされているが、プラズマについても同様に、血小板活性化の標的となる分子が同定されることと思う。

我々は、産総研製のプラズマ装置を使用した場合に、fibrous membrane-like structure (FMLS)と言う特徴的な組織像が血液凝固物中に出現していることに気づいていた。この現象は、*in vitro*での血液への照射実験で再現できるのみならず、血液中に高濃度で存在するアルブミン溶解液への照射においても確認することができる。即ち、ヒトに生来備わっている血液凝固系のメカニズムを経ないプラズマに特徴的な現象である可能性が高いのである。現在、我々はプラズマ装置の使用で観察されるタンパク凝集に着目し、プラズマ照射によって生じる血液凝固とその後の創傷治癒のプロセスについて、生化学的、組織病理学的、超微形態学的解析に加えて、遺伝子・糖・タンパク等の生命情報を網羅に解析することで、プラズマ照射により生じた血液凝固についての生物学的意義を解明するべく研究を進めているところである。

シンポジウムでは、これまで明らかにしてきたプラズマによる血液凝固のメカニズムやその意義を踏まえた脾臓がん手術への適応や、実用化に向けた取り組みなど、プラズマによる止血技術に期待するところを紹介する。