

平成 30 年度 卒業研究論文

光音響現象を用いた回路内凝血の
早期検出の可能性について

臨床工学技士科

16C-0014 倉橋 理央
16C-0015 小林 孝之
16C-0016 齋藤 将大
16C-0030 中村 早椰樺

18C-0002 阿部 嵩大
18C-0018 久米 一史
18C-0019 栗原 そら
18C-0025 鈴木 敬汰
18C-0033 西川 雄真

目次

I. 序論.....	2
II. 目的.....	3
III. 教材・器具・機器.....	4
IV. 方法・操作.....	5
V. 結果.....	6
VI. 考察.....	7
VII. 結論.....	8
VIII. 謝辞.....	9
IX. 参考文献.....	10
X. 図・表.....	11

I. 序論

血液の体外循環における回路内の凝血を計測するためのアラームとして、静脈圧アラームがある。しかし、静脈圧アラームでは凝血が発生し圧力が上昇してからでなければ異常を検知出来ないため、対応が遅れてしまうことが問題とされている。一方、血管の仔細な構造を明瞭に識別する機構として光音響現象を用いたイメージング技術が注目されている。そこで我々は光音響現象を利用することで血液の凝固体を早期に検出できる可能性に着目し、回路内凝血における新たなセンシング方法の提案として光音響現象を用いた凝血検出の基礎検討を行った。

II. 目的

現在光音響イメージングにおいてはレーザーが用いられているが、レーザーは高価であり装置も大型化してしまうことが問題として挙げられる。そこで我々は小型で安価な検出機構として、LED 光を用いた光音響現象による凝血検出の実現を目指した。本研究ではこの実現の基礎検討として牛の血液を用いた光音響現象の観測を目的とする。

III. 教材・器具・機器

使用機器名	型番	メーカー
オシロスコープ	DS5105B	IWATSU
ファンクションジェネレータ	AFG3021B	Tektronix
LED	BL503G4CA2A02	Linkman

IV. 方法・操作

光音響現象に必要となる $200\mu\text{J}$ のエネルギーを確保するため、32 個の LED をブレッドボードに固定した治具を 2 セット作成した。ファンクションジェネレータ(以下 F.G.)から電圧を印加し(10MHz, 10Vp-p, Duty 30%)、発生した LED 光(波長 573nm)を水中に設置した牛の血液に照射した。光音響現象により牛の血液から生じた超音波の検知には超音波プローブ(周波数帯域 6~13MHz)を用い、観測にはオシロスコープを用いた(Fig.1)。

V. 結果

牛の血液に LED 光を照射すると、オシロスコープでは周波数 13.70MHz、最大振幅 106mV の波形(Fig.2)が観測された。比較のため、牛の血液を除去した後同じ環境下で波形を観測した(Fig.3)。

VI. 考察

まず、牛の血液を除去した場合の波形をみると、波形の周波数が F.G. の設定(10MHz)とほぼ一致しているため、これは F.G. から発生した電磁ノイズであると推測される。次に、この波形を牛の血液に LED 光を照射した場合の波形と比較すると、牛の血液の設置時は周波数、振幅が共に増加している。光音響現象で観測される超音波パルスは数 M~数十 MHz といわれていることから、牛の血液に LED 光を照射した場合の波形は光音響現象により牛の血液から発生した超音波パルスを、電磁ノイズとの合成波として観測したものであると考えられる。以上のことから、我々は LED 光における光音響現象による凝血の検出を可能にしたと考える。

VII. 結論

本研究では回路内凝血の早期検出の第一歩として、牛の血液を用いた凝固体からの光音響パルスを検出できたと考える。本研究を元に、今後は温度や光音響現象による血液の長期的な影響など種々の条件を考慮した研究や、ヒトの血液を用いる、あるいはそれを体外循環装置で流体として循環させた場合の波形の観測をするなど、現場に即した環境下での研究が必要とされる。

VIII. 謝辞

最後に、なかなか結果の出ない実験を最後まで温かく見守り、適切な指導をくださった指導教官の鈴木崇洋先生に厚く感謝申し上げます。また、長期間の研究に際し様々な協力をしてくださった家族、友人に深く感謝申し上げます。

IX. 参考文献

- 1) 石原 美弥 著『レーザー生体相互作用とその治療と診断への応用』
レーザー治療技術の現状と進展 41 巻 11 号 日本光学会 2012
- 2) 石原 美弥 『深部機能画像診断のための光音響画像化技術の有用性検証』
平成 26 年厚生労働科学研究事業研究成果発表会 2015
(http://plaza.umin.ac.jp/~photo-acoustic/pdf/ishihara_20150129.pdf)
- 3) 佐藤 俊一, 小原 實 著
『光と超音波・圧力波の複合的作用を利用した医療技術の進展』
医療応用をめざす超音波-光技術 38 巻 6 号 日本光学会 2009

X. 図・表

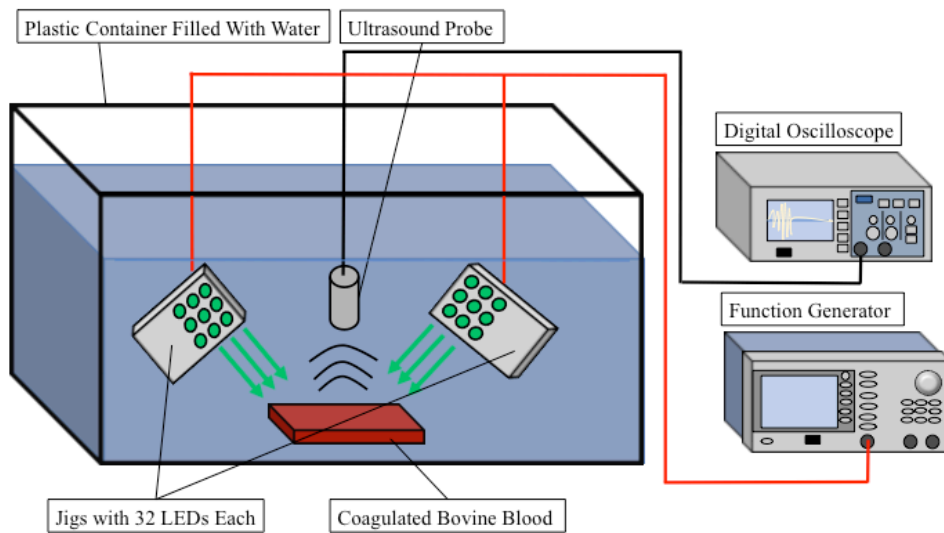


Fig.1 実験図

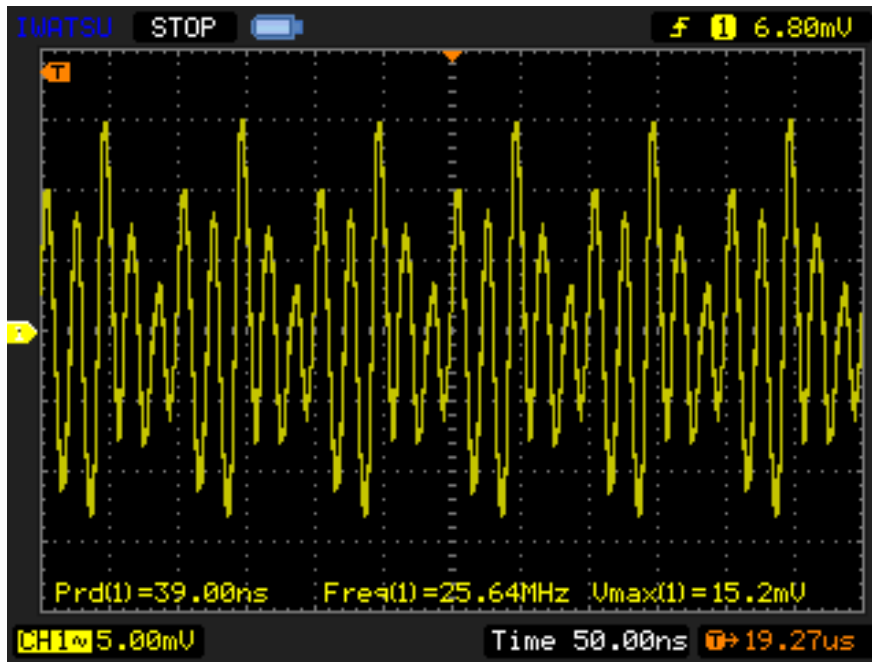


Fig.2 牛の血液に LED 光を照射した場合の観測波形

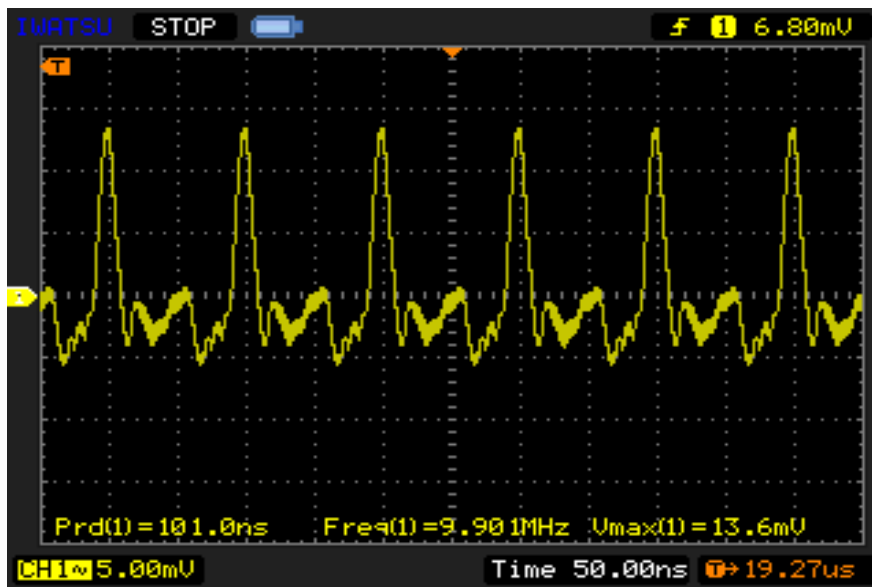


Fig.3 牛の血液を除去した状態で LED 光を照射した場合の観測波形