



**KOMITET BIOCYBERNETYKI I INŻYNIERII  
BIOMEDYCZNEJ POLSKIEJ AKADEMII NAUK**

**POLSKIE TOWARZYSTWO INŻYNIERII  
BIOMEDYCZNEJ**

**INSTYTUT BIOCYBERNETYKI I INŻYNIERII  
BIOMEDYCZNEJ IM. M. NAŁĘCZA PAN**

**XIX Krajowa Konferencja Naukowa**

# **Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna**

**Pod Patronatem Honorowym  
Prezesa PAN prof. dr hab. Jerzego Duszyńskiego**



**Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego**

współfinansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

**Warszawa, 14 – 16 października 2015 r.**



## **Terapeutyczne wykorzystanie ultradźwięków – wspomaganie procesu rozpuszczania skrzeplin oraz stymulacja apoptozy komórek nowotworowych**

Wojciech Secomski, Robert Olszewski, Krzysztof Bilmin, Andrzej Nowicki,  
Tamara Kujawska, Paweł Grieb

[wsecom@ippt.pan.pl](mailto:wsecom@ippt.pan.pl)

*Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN*

*ul. Pawińskiego 5b, 02-106 Warszawa*

Ultradźwięki są stosowane w medycynie zarówno w diagnostyce - ultrasonografii jak i w terapii. Działanie terapeutyczne sprowadza się do efektów termicznych, uśmiercania komórek przez apoptozę oraz efektów sonomechanicznych. Terapie in-vivo są poprzedzane testami in-vitro komórek umieszczonych na szalce Petriego. W tej pracy zostaną przedstawione dwa efekty oddziaływania fali akustycznej na komórki: wspomaganie rozpuszczania skrzepliny oraz apoptoza komórek nowotworowych. Do badań przygotowano zbiornik wypełniony odgazowaną wodą destylowaną z termostatem i mieszadłem elektromagnetycznym. W zbiorniku umieszczono płaski przetwornik ultradźwiękowy, promieniujący do góry, w kierunku zanurzonej w wodzie szalki Petriego ze skrzepliną lub komórkami. W pierwszej części oddziaływano falą ultradźwiękową o częstotliwości 1.0 MHz i natężeniu  $I_{sata} = 0.2 \text{ W/cm}^2$  na skrzeplinę uzyskaną z kropli krwi 30 min po pobraniu. Skrzeplinę umieszczono w roztworze soli fizjologicznej z dodatkiem leku rozpuszczającego skrzeplinę tPA typu Actilyse 50 w stężeniu  $10 \mu\text{g/ml}$  i nadźwiękawiano przez 20 min. Eksperyment powtórzono z kolejnymi skrzeplinami stosując same ultradźwięki oraz sam lek Actilyse. Współdziałanie leku i fali ultradźwiękowej w ciągu 20 min spowodowało całkowite rozpuszczenie skrzepliny. W pozostałych przypadkach skrzeplina pozostała zmniejszając swoją objętość o 10-20%. W drugiej części badano wpływ fali ultradźwiękowej 1.0 MHz na komórki nowotworowe szczurzego glejaka C6. Komórki wysiano na dnie szalki i hodowano w pożywce DMEM w temperaturze  $37^\circ\text{C}$ . Następnie do pożywki dodano  $1 \text{ mM}$  kwasu 5-aminolewulinowego ALA. Po 24h inkubacji, komórki poddano działaniu ultradźwięków o natężeniu  $I_{sata} = 0.4, 0.8$  oraz  $1.2 \text{ W/cm}^2$  przez 3 min. Po kolejnych 24h, żywotność komórek zbadano spektrofotometrem po dodaniu do pożywki odczynnika MTT assay. Badania powtórzono dla komórek bez ALA oraz bez ultradźwięków. Dla natężenia  $I_{sata} = 1.2 \text{ W/cm}^2$ , żywotność komórek wynosiła 39% dla współdziałania ALA i ultradźwięków, 78% dla ALA oraz 99% dla ultradźwięków. Przygotowane przez autorów stanowisko pomiarowe umożliwia prowadzenie badań in-vitro nad terapeutycznym oddziaływaniu ultradźwięków na komórki. Uzyskano pozytywne rezultaty w wykorzystaniu ultradźwięków zarówno do rozpuszczania skrzeplin - sonotrombolizy jak i uśmiercania komórek nowotworowych - terapii sonodynamicznej. Stosowano ultradźwięki małej mocy, niepowodujące zniszczenia komórek przez przegrzanie lub kawitację.