

Wykorzystanie fal mechanicznych w terapii i diagnostyce medycznej

Sławomir Wolski, Henryka Czyż

Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej, Wydział Matematyki i Fizyki Stosowanej,
Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Rzeszów

Streszczenie:

Ultradźwięki czyli fale mechaniczne o częstotliwości wyższej niż 20 kHz (górną próg słyszalności dla człowieka) oraz niższej od 100 MHz (hiperdźwięki) znalazły szerokie zastosowanie w medycynie. Metody ultradźwiękowe rozwijają się od lat siedemdziesiątych dwudziestego wieku. Zastosowanie ultradźwięków w medycynie można podzielić na formę bierną (diagnostyka) i czynną (leczenie schorzeń). Bierne zastosowania ultradźwięków polegają na wykorzystaniu tych fal o takich natężeniach, które nie zniszczą ośrodka badanego za ich pomocą. Czynne działanie ultradźwięków jest związane z procesami wywołującymi znaczące zmiany ośrodka, w którym się rozchodzą, często nieodwracalne.

Medycyna diagnostyczna w dużej mierze opiera się na metodach fizycznych pozwalających na określenie składu ludzkiej krwi. Komórki krwi są szczegółowo badane, gdyż pełnią w organizmie ludzkim różne funkcje biologiczne. Biorą też udział w procesach chorobowych, a zatem określenie składu krwi ma ważne znaczenie w diagnostyce medycznej.

Stosowanymi powszechnie metodami separacji krwi na składniki są: wirowanie oraz filtracja. Są one ciągle udoskonalane. Ponadto poszukuje się metod nowych, innowacyjnych, jedną z nich jest wykorzystanie ultradźwiękowej fali stojącej o parametrach dobranych do fizycznych parametrów składników krwi i osocza. Zagadnienie to jest obecnie przedmiotem badań teoretycznych i eksperymentalnych. Przegląd wyników tych badań w literaturze pokazuje złożoność zjawisk związanych z wykorzystaniem ultradźwięków w diagnostyce medycznej.

Celem prac teoretycznych i doświadczalnych jest odpowiedni dobór warunków sterowania tym procesem separacji tak, aby zapewnić bezpieczeństwo badanych komórek. W polu ultradźwiękowej fali stojącej ruch pojedynczego erythrocytu zawieszzonego w osoczu jest złożeniem ruchu drgającego i postępowego względem ośrodka płynnego czyli osocza. Składowa postępową tego ruchu kieruje cząstkę (erythrocyt) do punktów, w których potencjał siły pochodzącej od pola ultradźwiękowego osiąga minimum. Czynniki, które powodują ruch erythrocytu w osoczu, w którym rozchodzi się fala ultradźwiękowa są: dźwienie promieniowania, periodyczne zmiany lepkości drgającego ośrodka, asymetria ruchu drgającego ośrodka w fali stojącej. Przy wykorzystaniu ultradźwiękowej fali stojącej do separacji erythrocytów z krwi niezwykle ważny jest opis zjawiska i obliczenie czasu, w jakim wzrost koncentracji w pewnym obszarze może być osiągnięty.

Innymi przykładami wykorzystania fal mechanicznych w diagnostyce medycznej jest UTT czyli ultradźwiękowa tomografia transmisyjna oparta na pomiarach prędkości rozchodzenia się fal w różnych ośrodkach oraz pomiar prędkości przepływu krwi w arteriach gdzie wykorzystuje się efekt Dopplera.

W ramach referatu zostanie szczegółowo omówione terapeutyczne zastosowanie wysokoskoncentrowanych wiązek ultradźwiękowych.