

Magdalena Pietrek, Sławomir Stasiński
Uczniowie II Liceum Ogólnokształcącego im. Stanisława Staszica
ul. Piłsudskiego 1, Tarnowskie Góry
Opiekun: mgr Aleksandra Kluza

Temat: **ULTRADŹWIĘKI BIORĄCE UDZIAŁ W TWORZENIU TKANKI KOSTNEJ**

Kilka słów o ultradźwiękach: Naddźwięki to fale mechaniczne powyżej progu słyszalnego przez ludzkie ucho, czyli 16000Hz. Drgania cząsteczek ośrodków sprężystych(gazów, cieczy i ciał stałych) są źródłem fal akustycznych. Charakteryzują się one zdolnością do przeciwstawiania się siłom powodującym odkształcenie ciała, dlatego, iż tworzą przeciwstawne siły sprężyste. Fala ultradźwiękowa to fala podłużna, która powstaje, gdy cząsteczki ośrodka drgają zgodnie z kierunkiem rozchodzenia się fali. Współczynnik absorpcji określa zdolność tkanki do pochłaniania ultradźwięków. Nie jest on jednakowy dla wszystkich rodzajów tkanek, gdyż znacznie różnią się one budową – m.in. zawartością wody, która wpływa na zdolność do absorpcji(im większe nawodnienie tkanki, tym mniejszy współczynnik absorpcji). Tkanka kostna wykazuje największą zdolność pochłaniania ultradźwięków, gdyż zawiera ona najmniej wody. Działanie biologiczne ultradźwięków rozumowane jest w sposób kompleksowy, dlatego, iż przy działaniu ultradźwięków na organizm uwzględniamy zarówno zmiany pierwotne, czyli działanie mechaniczne, termiczne oraz fizykochemiczne jak i zmiany wtórne, czyli takie, które wpływają na cały organizm. Fala podłużna jest generowana przez specjalistyczne aparaty terapeutyczne, których działanie oparte jest na efektach piezoelektrycznych i piezomagnetycznych w ciałach stałych.

W ostatnim czasie, przy pomocy ultradźwięków udało się wprowadzić do organizmu gen powodujący proces tworzenia tkanki kostnej(czyli osteogenezę). Dzięki tej metodzie, sposobem in vivo wytworzyła się tkanka kostna. Bezpośrednia transformacja drobnoustrojów, pomagająca zwiększyć przepuszczalność błon biologicznych za pomocą działania ultradźwięków zwana jest sonoporacją. Jest ona nieodzowna przy przenoszeniu nagiego DNA kodującego osteogeny gen ludzkiego białka rhBMP-9, który wywołuje formowanie kości. Aby wywołać tę reakcję należy wstrzyknąć bezpośrednio do mięśnia plazmid zawierający gen lucyferazy, który koduje białko rhBMP wraz z pustym wektorem pcDNA3 zmieszanego z mikropęcherzykami. Po iniekcji stosuje się sonoporację. Aktywność enzymu katalizującego utlenianie lucyferyny ($C_{11}H_7O_3N_2S_2$) oznacza się nieszkodliwie, ilościowo za pomocą bioluminescencji biorącej udział w obrazowaniu in vivo. Badania wykazały, iż lucyferaza utrzymywała się przez kolejne 14 dni, ze szczytem ekspresji w 7 dniu. W celu sprawdzenia osteogenezy in vivo, plazmid rhBMP-9 został poddany sonoporacji w udzie transgenicznej jednostki posiadającej gen Lucyferazy pod kontrolą osteokalcyny. Mikrotomografia komputerowa i histologia ukazały, iż na obszarze wprowadzonego białka rhBMP-9 ukształtowała się tkanka kostna. Wprowadzenie do komórki genu za pomocą sonoporacji porównano z o wiele starszą metodą elektroporacji, która działa na podobnych zasadach do sonoporacji, z tym, że w elektroporacji wykorzystuje się działanie pola magnetycznego, a nie ultradźwięków. Okazało się, iż transfekcja z użyciem sonoporacji jest o wiele bardziej wydajna i efektywna, gdyż ultradźwięki oddziałują na błonę komórkową, zwiększając jej przepuszczalność. Po transferze terapeutycznego genu, zwiększają poziom ekspresji genów znajdujących się w tkance napromieniowanej ultradźwiękami. Wskazuje to, że transfekcja przez sonoporację może stanowić metodę terapeutyczną i zostać wykorzystana w celu regeneracji tkanki kostnej.