

SMARTPIEZO

Uszkodzenia chrząstki stawowej (**UCh**) spowodowane urazem, chorobą zwyrodnieniową stawów, zapaleniem stawów lub rakiem stanowią poważne wyzwanie dla opieki zdrowotnej ze względu na ograniczone możliwości leczenia i niezdolność istniejących materiałów do skutecznej regeneracji uszkodzonych tkanek. Projekt SMARTPIEZO ma na celu rozwiązanie tych problemów poprzez opracowanie innowacyjnego rozwiązania: piezoelektrycznych konstruktów do odnowy tkanki osteochondralnej, formowanych z materiałów naturalnych, zwanej **sPiezoBio**. Dzięki **sPiezoBio** będzie możliwa naprawa UCh i modelowe testowanie leków pomocne przy opracowywaniu innowacyjnych metod leczenia.

Celem głównym projektu SMARTPIEZO jest opracowanie dwóch nowoczesnych implantów do reoperacji tkanki osteochondralnej i przewyższanie ograniczeń obecnych technik naprawy UCh. Wykorzystane do tego zostaną materiały piezoelektryczne, pochodzenia naturalnego. Planowane jest opracowanie wielofunkcyjnych, biomimetycznych konstrukcji, które naśladują naturalną macierz zewnątrzkomórkową kości i chrząstki. Efekt terapeutyczny będzie zwiększony poprzez zastosowanie ultradźwięków i bodźce mechaniczne.

Zastosowania i korzyści: Konstrukcja sPiezoBio oferuje podwójną funkcjonalność. Może być stosowany jako implant do naprawy UCh, w przypadku złożonych uszkodzeń stawów, a także jako platforma do testowania leków i metod leczenia *in-vitro*. Zapewniając wysoce realistyczny model tkanek osteochondralnych, wspiera testowanie terapii indukujących regenerację i metod leczenia zwyrodnień stawów. **sPiezoBio** promuje wzrost i regenerację komórek, co ma potencjał poprawy wyników leczenia pacjentów i przyspieszenie rozwoju leków.

Innowacja technologiczna: sPiezoBio stanowi przełom w inżynierii tkanek osteochondralnych. Projekt będzie rozwijał dwa rodzaje sPiezoBio:

- konstrukt przypominający gąbkę wykonana z biopolimerów z dodatkami, takimi jak pochodne nanokryształów chityny i piezoNP BaTiO₃.

- konstrukt drukowany, przy użyciu biopochodnych metakrylanowych hydrożeli z podobnymi dodatkami.

Konstrukty te będą charakteryzować się dostosowanymi właściwościami mechanicznymi i morfologicznymi, naśladując złożoność naturalnych tkanek. Zostaną przetestowane ultradźwięki i bodźce mechaniczne jako metody wzmacniają zdolność konstrukcji do promowania tworzenia kości (osteogenezy) i chrząstki (chondrogenyzy), dzięki czemu będą odpowiednie zarówno do zastosowań *in-vitro*, jak i do ostatecznego zastosowania klinicznego.

Rozwój sPiezoBio obejmuje kilka etapów:

1. Początkowa synteza materiału, w tym piezoelektrycznego, m.in. kolagenu, zapewniająca nietoksyczność.
2. Eksperymentalny dowód koncepcji, w tym liofilizowane gąbki i druk 3D konstrukcji.
3. Walidacja w laboratorium, ocena właściwości mechanicznych, piezoelektryczności i skuteczności biologicznej, w tym zdolności do wzmacniania osteo- i chondrogenyzy ze stymulacją lub bez niej.

Wpływ na opiekę zdrowotną: sPiezoBio oferuje przełomowe rozwiązanie do naprawy UCh poprzez integrację zaawansowanych materiałów, które stymulują naturalne ścieżki sygnałowe i promują regenerację tkanek. W przeciwieństwie do tradycyjnych przeszczepów, ta innowacyjna konstrukcja może być aktywowana nieinwazyjnie, co potencjalnie zrewolucjonizuje leczenie UCh. Testy wykazujące biomimetyzm i testy *in vitro* zapewnią brak odrzucenia po wszczepieniu, a także skrócą do zastosowania klinicznego.

Poprzez interdyscyplinarną współpracę projekt SMARTPIEZO dąży do poprawy jakości życia pacjentów, udoskonalenia możliwości leczenia i rozwoju innowacyjnych leków. Łącząc dziedziny nauki o materiałach, biologii i inżynierii, sPiezoBio ma potencjał, aby zmienić przyszłość medycyny regeneracyjnej i terapii defektów stawów.