

Abstrakt popularnonaukowy

Starcze zwyrodnienie plamki żółtej, torbielowaty obrzęk plamki żółtej oraz retinopatia cukrzycowa są obecnie głównymi przyczynami poważnego upośledzenia widzenia, a nawet utraty wzroku u milionów ludzi na całym świecie. Jak dotąd nie opracowano skutecznej metody zapobiegania lub całkowitego wyleczenia wymienionych chorób. Wiadomo, że są one związane z patologią naczyń krwionośnych siatkówki. Zmienione chorobowo naczynia krwionośne mają często tendencję do pękania. Osłabione ściany naczyń mogą powodować powstawanie mikrotętniaków, które pękając powodują krwotoki do ciała szklanego. Istotnie wpływa to na stopień upośledzenia wzroku, utrudniając przenikanie światła.

Bewacyzumab jest jednym z najczęściej stosowanych leków hamujących nadmierny wzrost naczyń krwionośnych. Aby zapobiec potencjalnym ogólnoustrojowym działaniom niepożądanym, zaczęto podawać go doszkliskowo (procedura polegająca na umieszczeniu leku bezpośrednio w przestrzeni w tylnej części oka zwanej jamą ciała szklanego, która jest wypełniona galaretowatym płynem zwanym ciałem szklanym w znacznie niższych dawkach niż w przypadku podawania dożylnego). Należy dodać, że iniekcje te stanowią dla pacjentów duży dyskomfort i wiążą się z ryzykiem powikłań, dlatego dąży się do zmniejszenia częstotliwości wkłuć. Dodatkowo, standardowo stosowana procedura leczenia nie zakłada możliwości indywidualizacji terapii.

Zastosowanie systemów kontrolowanego uwalniania bewacyzumabu potencjalnie mogłoby zmniejszyć częstotliwość i objętość wstrzyknięć.

Jeden ze sposobów zakłada użycie biodegradowalnych mikro- i nanocząstek uwalniających lek wewnątrz oka. Dostarczanie leków do wnętrza gałki ocznej za pomocą mikrocząstek z biodegradowalnego polimeru (poli(kwas mlekowo-glikolowy) (PLGA)) posiada szereg zalet - jedną z nich jest łatwość wstrzykiwania bez konieczności użycia igieł o dużych rozmiarach.

Główną innowacją projektu jest udoskonalenie obecnych systemów dostarczania leków opartych na biodegradowalnych polimerowych cząstkach, które cechują się istotnymi wadami, do których należy początkowy gwałtowny wyrzut leku oraz nieprzewidywalna degradacja materiału. Aby rozwiązać te problemy, opracowany zostanie proces skutecznej modyfikacji plazmowej mikrocząstek PLGA pod ciśnieniem atmosferycznym (ang. atmospheric pressure plasma - APP). Dzięki temu będzie można uzyskać lepszą kontrolę nad uwalnianiem leku oraz zwiększyć bezpieczeństwo i skuteczność leczenia okulistycznego.

Proces modyfikacji plazmowej napełnionych lekiem cząstek PLGA będzie optymalizowany przy użyciu metod uczenia maszynowego. Sieć neuronowa, wytrenowana na danych eksperymentalnych, nauczy się przewidywać farmakokinetkę uwalniania leku oraz jego efektywność terapeutyczną w zależności od zastosowanych parametrów funkcjonalizacji, parametrów opisujących geometrię gałki ocznej oraz rodzaju zastosowanej tamponady (w przypadku pacjentów po zabiegu witrektomii). Opracowany model AI zostanie sprzężony z algorytmem genetycznym (GA) - komputerową metodą optymalizacji inspirowaną procesami ewolucyjnymi - aby automatycznie dobrać najlepsze parametry obróbki plazmowej cząstek PLGA dla danego pacjenta. Takie podejście stanowi ważny krok w kierunku prawdziwie spersonalizowanej opieki okulistycznej.

Aby ograniczyć potrzebę badań na zwierzętach i zwiększyć efektywność prac badawczych, projekt obejmuje również stworzenie laboratoryjnego modelu ludzkiego oka. Dwukomorowy system odtwarza w dużym stopniu budowę i fizjologię oka, umożliwiając badanie farmakokinetyki oraz farmakodynamiki leków okulistycznych w warunkach odtwarzających fizjologiczne.

Ten interdyscyplinarny projekt o dużym potencjale translacyjnym odpowiada na pilną potrzebę medyczną łącząc ekspertów z różnych dziedzin: nauki o materiałach, inżynierii plazmowej, farmakologii, okulistyki oraz specjalistów od sztucznej inteligencji. Ambicją projektu jest poprawa bezpieczeństwa oraz komfortu pacjentów, zwiększenie skuteczności leczenia retinopatii oraz obniżenie kosztów opieki zdrowotnej.