

Badanie interakcji lipidów z powierzchnią i matrycą silikonowo-hydrożelowych soczewek kontaktowych

mgr Tomasz Suliński

Rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem dra hab. prof. ucz. Jacka Pniewskiego

Streszczenie

Celem rozprawy było pogłębienie wiedzy o wzajemnych interakcjach pomiędzy lipidami filmu łzowego a materiałami silikonowo-hydrożelowymi (Si-Hy), z których wytwarza się miękkie soczewki kontaktowe, oraz opracowanie narzędzi umożliwiających śledzenie tych zjawisk od pierwszych chwil kontaktu aż po ich konsekwencje funkcjonalne. Praca integruje trzy wątki: rozwój metod wizualizacji adhezji i transportu lipidów (konfokalna mikroskopia fluorescencyjna, w tym układ z wirującym dyskiem Yokogawa), ocenę wpływu aplikacji soczewki na grubość warstwy lipidowej filmu łzowego (LLT) *in vivo*, oraz ocenę wpływu osadów lipidowych na równowagową zawartość wody (EWC) w materiale soczewki w warunkach zbliżonych do fizjologicznych. Badania prowadzono w ramach doktoratu wdrożeniowego, z myślą o bezpośrednim wykorzystaniu wyników i narzędzi w praktyce badawczo-rozwojowej (R&D) producenta soczewek kontaktowych.

W części metodycznej najpierw skalibrowano obrazowanie konfokalne w trybie odbiciowym do szybkiej, nieinwazyjnej charakterystyki powierzchni soczewki, a następnie zastosowano znakowany fluorescencyjnie cholesterol do mapowania osadzania i dyfuzji w materiałach Si-Hy. Finalnie opracowano metodę obrazowania w systemie wirującego dysku, z poszerzonym polem widzenia i wysoką rozdzielczością czasową, który pozwolił zarejestrować inicjację adhezji w skali minut oraz śledzić dyfuzję w głąb matrycy soczewek. Przeprowadzono również badanie kliniczne LLT (interferometria, za pomocą urządzenia IDRA) u dorosłych uczestników, porównując wartości przed aplikacją oraz po 1, 3 i 5 minutach noszenia czterech popularnych soczewek Si-Hy. Odrębne badania *in vitro* zrealizowano w autorskim inkubatorze CLI, który symuluje mruganie i warunki powierzchni oka (35 °C, sztuczny płyn łzowy (ATS) z/bez lipidów), co umożliwiło wielopróbkową, powtarzalną ocenę zmian EWC metodą termograwimetryczną.

Uzyskane wyniki potwierdziły Hipotezę I: nowa metodyka konfokalna rejestruje moment inicjacji adsorpcji lipidów oraz pozwala różnicować mechanizmy osadzania/transportu między materiałami. W badaniu klinicznym potwierdzono Hipotezę II: aplikacja soczewki wywołuje istotne zmiany LLT względem wartości wyjściowych, przy czym zależność od materiału ujawnia się przede wszystkim w kinetyce wczesnych zmian (1–5 min), a pięciominutowe okno bywa niewystarczające do oceny stanu ustalonego. W module in vitro potwierdzono Hipotezę III: ekspozycja na lipidy w ATS prowadzi do istotnego spadku EWC (rzędu kilku punktów procentowych), obserwowanego konsekwentnie dla testowanych materiałów, co wskazuje na lipidowo indukowaną „odwodnienie” matrycy i potencjalne wtórne pogorszenie zwilżalności i stabilności przedsoczewkowego filmu łzowego. Łącznie wyniki dostarczają ram interpretacyjnych i zestawu narzędzi (w tym CLI) przydatnych do screeningu materiałów/powłok o zwiększonej odporności na depozycję lipidów oraz do projektowania strategii pielęgnacyjnych ukierunkowanych na kontrolę obciążenia lipidowego.