

Wielofunkcyjne nanostrukturalne platformy do politerapii ran wywołanej światłem

STRESZCZENIE OGÓLNODOSTĘPNE

Skóra jest największym narządem ludzkiego ciała, a jej główną funkcją jest działanie jako bariera ochronna w celu zachowania homeostazy, termoregulacji oraz jako bariera przed infekcjami. Urazy skóry powinny być naprawiane szybko i skutecznie, ponieważ w wyniku uszkodzenia skóry dochodzi do pęknięć, przez które mogą dostać się czynniki chorobotwórcze, powodując stan zapalny, zakażenie i utratę płynów tkankowych.

Rana to uszkodzenie budowy i funkcji anatomicznej, które jest wynikiem uszkodzenia warstwy naskórka, co powoduje narażenie skóry właściwej na wpływ otoczenia. Kiedy na ciele powstaje rana, organizm reaguje na to uszkodzenie poprzez szereg złożonych procesów biologicznych i molekularnych zwanych procesem gojenia. Mechanizm gojenia można podzielić na kilka nakładających się faz. Generalnie początkowe reakcje są podobne, ale późniejsze procesy zależą od rodzaju tkanki, a także poziomu uszkodzenia.

Z ranami codziennie stykają się w praktyce lekarze i pracownicy służby zdrowia. Jednym z głównych wyzwań stojących przed chirurgami jest poprawa gojenia się ran. Najczęstsze terapie obejmują chirurgiczne oczyszczenie rany, antybiotykoterapię oraz odpowiednie nawilżenie dzięki zastosowaniu opatrunków. Złożoność całego procesu gojenia się ran sprawiła, że stał się on gorącym tematem w różnych dyscyplinach badawczych, w tym także inżynierii materiałowej.

Nanomateriały mają duży potencjał we wspomaganiu procesu odbudowy ran. Potrzeba jednak znacznego wysiłku, aby opracować metody leczenia oparte na nanomateriałach. Uważa się, że rozwój nowej generacji biomateriałów pozwoli przezwyciężyć wyzwania kliniczne i zaoferuje skuteczniejsze podejście do gojenia ran. Rozwój bionanomateriałów to stosunkowo nowa dziedzina badań w obszarze opatrunków. Materiałoznawcy, immunolodzy, biolodzy, chirurdzy i informatycy ściśle ze sobą współpracują. Ich wysiłki skutkują nowymi bionanomateriałami, nanotechnologiami oraz pokrewnymi metodami, które prowadzą do szybkiego rozwoju nanomedycyny z korzyścią dla pacjentów.

Działania biologiczne związane z gojeniem się ran są niezwykle zróżnicowane, złożone oraz zależne od kilku czynników, dlatego procesy biologiczne dotyczące każdego obszaru i struktury rany zmieniają się w czasie. Fakt ten podkreśla, że obecnie używane biomateriały, które są podzielone na hermetyczne kategorie, nie mogą być wykorzystane we wszystkich działaniach związanych z procesem naprawy tkanki. Do tej pory biomateriały były z powodzeniem stosowane do rozwiązywania problemów bez uwzględniania zróżnicowania i potrzeb tkanki biologicznej zmieniających się w czasie. Naukowcy próbowali naśladować wielofunkcyjne zachowanie naturalnych struktur biologicznych w ciągu ostatnich kilku lat. Aby przezwyciężyć te problemy, potrzebna jest nowa kategoria materiałów zdolnych do leczenia urazów za pomocą różnych strategii terapeutycznych. Ponadto, możliwość wyzwolenia pojedynczego procesu terapeutycznego na żądanie w ściśle określonym miejscu i czasie jest kluczowym czynnikiem w opracowaniu idealnego biomateriału do leczenia ran.

Badania mają na celu zaprojektowanie, opracowanie i przetestowanie możliwości zastosowania materiałów nanokompozytowych na bazie hydrożelu, posiadających unikalne właściwości optyczne, mechaniczne i chemiczne połączone z biokompatybilnością i wrażliwością na zewnętrzną stymulację, do gojenia ran. Nowatorskie nanoplatformy stworzone w ramach projektu będą miały możliwość łączenia kilku ukierunkowanych strategii terapeutycznych (np. terapii fototermicznej, chemioterapii i terapii RNA) w jednym nanostrukturalnym materiale. Ponadto, dzięki reakcji na bodźce zewnętrzne, nanostrukturalny hydrożel będzie mógł być aktywowany w celu wzmocnienia efektu terapeutycznego, umożliwiając przestrzenną i czasową kontrolę leczenia na żądanie.

Proponowane bioaktywne nanomateriały zostaną utworzone przy użyciu innowacyjnej metody umożliwiającej wytwarzanie materiałów reagujących na światło. Nanomateriały hydrożelowe na bazie nanowłókien i nanocząstek będą wyjątkowo miękkie i biokompatybilne. Platforma nanostrukturalna będzie w stanie skutecznie dostarczać różne bioaktywne cząsteczki (np. leki przeciwzapalne i mRNA) i zabijać bakterie na żądanie, aby przyspieszyć proces gojenia się ran i uniknąć jakiegokolwiek źródła zanieczyszczenia w leczonym obszarze.

Opracowanie wyzwalanej światłem, wielofunkcyjnej platformy nanowłóknistego hydrożelu do gojenia ran przyniesie ogromne korzyści pacjentom i otworzy nowe możliwości dla innych innowacyjnych i zaawansowanych zastosowań medycznych. Platforma nanostrukturalna będzie badana wszystkimi niezbędnymi metodami, aby udowodnić jej wyjątkowe właściwości i zapewnić funkcje niezbędne w zastosowaniach biomedycznych. Ponadto oczekuje się, że opracowane nanomateriały zostaną zastosowane w różnych dziedzinach, takich jak inteligentne czujniki, fotonika, fotowoltaika i magazynowanie energii.