

Postęp związany z rozwojem współczesnej medycyny narzuca potrzebę opracowywania nowych metod obrazowania stosowanych w diagnostyce oraz strategii terapeutycznych w leczeniu różnych chorób. W zakresie nauk biologicznych i medycznych największe nadzieje wiąże się z nanotechnologią. Przedmiotem badań nanotechnologii są obiekty nanometryczne czyli mieszczące się w zakresie od 1 do 100 nm. Z wyjątkowości skali nano zdano sobie sprawę po odkryciu, że zmiana rozmiaru, a dokładniej jego zmniejszenie, może wpływać na właściwości fizykochemiczne tego materiału, w odniesieniu do jego cech prezentowanych w skali makro. Takie nanomateriały charakteryzują się zdolnością do pokonywania barier biologicznych oraz posiadają unikalne właściwości optyczne i magnetyczne, które sprawiają, że stają się uniwersalnym narzędziem w diagnostyce biomedycznej i leczeniu chorób.

Wśród dostępnych w bio-medycynie nanomateriałów, dużym zainteresowaniem cieszą się nanocząstki metali lub tlenków metali jak powszechnie znane nanocząstki srebra, złota, miedzi czy też tlenków żelaza. Równie często stosowane są nanomateriały oparte na lipidach jak liposomy, micelle, ale także nanocząstki polimerowe lub na bazie węgla tj. grafen, nanorurki węglowe i fulereny. Obecnie szeroko prowadzone są badania w zakresie opracowywania nowych nanostruktur oraz poszukiwania ich nowych zastosowań. Równolegle przeprowadzane są analizy ich wpływu na organizm człowieka, gdyż zastosowanie nowych, nie do końca poznanych nanostruktur, stwarza trudne do przewidzenia ryzyko występowania niepożądanych skutków ubocznych. Idealnym rozwiązaniem byłoby uzyskanie takich nanocząstek, które będą łączyć w sobie możliwości diagnostyki i terapii jednocześnie, czyli nanocząstek określanych mianem teranostycznych. W związku z tym, poszukuje się takich nanomateriałów, które będą wielofunkcyjne i wydajne, będą generowały relatywnie niskie koszty produkcji, a przy tym będą charakteryzowały się wysoką biokompatybilnością i znikomą cytotoksycznością w układach biologicznych. Powyższe cechy wydaje się spełniać nowa generacja nanomateriałów konwertujących energię w górę (UCNPs).

UCNPs to luminescencyjne nanomateriały domieszkowane jonami lantanowców. Te nieorganiczne nanomateriały posiadają unikalne właściwości optyczne, pozwalające im na zamianę niższej energii promieniowania, takiej jak bliska podczerwień (NIR), na wyższą energię, taką jak światło ultrafioletowe (UV) lub widzialne (VIS). To zjawisko optyczne jest charakterystyczną cechą dla związków lantanowców, które naturalnie emitują świecenie (luminescencję) po pobudzeniu światłem z zakresu bliskiej podczerwieni o długości fali 980 nm. UCNP mają również inne zalety jak stosunkowo niska cytotoksyczność, doskonała fotostabilność i odporność na wyświecanie. Dodatkowo, wybór jonów domieszek wpływa na kolor emitowanego światła przez nanocząstki lub nadaje im magnetyczne właściwości. Umożliwia to zastosowanie UCNPs w obrazowaniu multimodalnym, łącząc różne metody obrazowania jak obrazowanie optyczne i rezonans magnetyczny. Takie nowatorskie podejście zwiększa dokładność i zapewnia szczegółowy obraz badanego obiektu. Jednak najbardziej interesującym aspektem jest potencjalne wykorzystanie składu chemicznego UCNPs do obrazowania multimodalnego, wykorzystując ich naturalną zdolność do obrazowania fotoluminescencyjnego, a jednocześnie do obrazowania technikami medycyny nuklearnej (PET i SPECT) w celu wykrycia radioaktywności. Takie nowatorskie struktury określanym są mianem nano-radiofarmaceutyków i mogą być wykorzystywane w medycynie teranostycznej, czyli równocześnie do diagnostyki i terapii chorób nowotworowych.

Głównym celem proponowanego projektu jest opracowanie i synteza nowych nano-radiofarmaceutyków do zastosowań teranostycznych. Struktury te będą oparte na nowej generacji luminescencyjnych nanocząstek wykazujących zjawisko konwersji energii, znakowanych diagnostycznymi i terapeutycznymi radioizotopami.

Do tej pory podjęto nieliczne próby radioznakowania UCNPs. Dotyczyły one głównie znakowania izotopami diagnostycznymi jak ^{64}Cu , ^{68}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{18}F , i ^{124}I , oraz terapeutycznymi jak ^{177}Lu , ^{90}Y , ^{153}Sm , i ^{125}I . Większość z tych radioizotopów została przyłączona poprzez adsorpcję powierzchniową lub za pomocą metalicznego chelatora do UCNPs. Zaproponowana w projekcie metoda radioznakowania będzie dotyczyła wbudowywania naturalnego składnika UCNPs jakim jest itr (Y) w postaci jego dwóch radioizotopów: terapeutycznego Y-90 i diagnostycznego Y-86, w rdzeń lub powłokę uzyskanych nanocząstek.