

# Badania właściwości warstw tlenkowych wytwarzanych w technologii ALD do wybranych zastosowań medycznych

*mgr Aleksandra Seweryn*

Technologia ALD (Osadzania Warstw Atomowych, z ang. Atomic Layer Deposition) jest od lat 70-tych XX wieku cenionym przez naukowców narzędziem technologicznym do otrzymywania cienkich powłok wybranych materiałów. Ta precyzyjna i wysoce powtarzalna metoda otrzymywania nanomateriałów doskonale sprawdza się w technologii warstw tlenków metali badanych i optymalizowanych między innymi dla zastosowań w elektronice i fotowoltaice.

Najnowsze moje prace wykazują, że powłoki takie jak ditlenek tytanu (1), ditlenek cyrkonu (2) i ditlenek hafnu (3), materiały badane w naszym zespole do zastosowań w elektronice, mogą znaleźć nowe zastosowania – zastosowania w biologii i medycynie, między innymi jako doskonałe materiały powłokowe w medycynie regeneracyjnej.

Przeprowadzone we współpracy z naszymi partnerami z Wrocławia, testy in vitro z mysimi komórkami progenitorowymi wykazały, że powłoki ALD stymulują ekspresję podstawowych genów osteogenezy. Okazało się, że badane przez nas warstwy indukują różnicowanie i proliferację osteoblastów, co więcej w przypadku powłok ditlenku tytanu i ditlenku hafnu jednocześnie hamują inwazję osteoklastów, co jest szczególnie istotne u pacjentów z osteoporozą. Te wyniki opublikowano w pracach (1) – (3).

Osteoporoza, to wg WHO choroba cywilizacyjna XXI wieku, która na skutek zaburzeń homeostazy w organizmie prowadzi do zmniejszenia gęstości kości spowodowanego nadaktywnością osteoklastów. Nasze prace wskazują, że ditlenek hafnu może stać się w przyszłości cennym materiałem pro-regeneracyjnym tkanki kostnej w szczególności u pacjentów z zaburzoną homeostazą układu osteoblasty-osteoklasty, specyficzną dla chorób metabolicznych.

Jednocześnie wysoka plastyczność komórek macierzystych i ich zdolność do reagowania na zmiany fizyko-chemiczne otoczenia oraz duże możliwości modyfikacji parametrów strukturalnych warstw tlenkowych ALD pozwalają przypuszczać, że otrzymane wyniki mają duży potencjał aplikacyjny i stanowią materiał wyjściowy do optymalizacji parametrów pro-regeneracyjnych warstw tlenkowych osadzanych w procesie ALD na implantach. Skład chemiczny, struktura krystalograficzna, szorstkość, zwilżalność to podstawowe parametry, które mogą podlegać modyfikacji w projektowaniu bioaktywnej powłoki o najwyższym potencjale osteo-regeneracyjnym.

1. Smieszek A, Seweryn A, Marcinkowska K, Sikora M, Lawniczak-Jablonska K, Witkowski BS, et al. Titanium Dioxide Thin Films Obtained by Atomic Layer Deposition Promotes Osteoblasts' Viability and Differentiation Potential While Inhibiting Osteoclast Activity — Potential Application for Osteoporotic. *Materials*. 2020;13(4817):1–20.
2. Seweryn A, Pielok A, Lawniczak-Jablonska K, Pietruszka RRR, Marcinkowska K, Sikora M, et al. Zirconium oxide thin films obtained by atomic layer deposition technology abolish the anti-osteogenic effect resulting from miR-21 inhibition in the pre-osteoblastic MC3T3 cell line. *International Journal of Nanomedicine*. 2020 Mar;15:1595–610.
3. Seweryn A, Alicka M, Fal A, Kornicka-Garbowska K, Lawniczak-Jablonska K, Ozga M, et al. Hafnium (IV) oxide obtained by atomic layer deposition (ALD) technology promotes early osteogenesis via activation of Runx2-OPN-mir21A axis while inhibits osteoclasts activity. *Journal of Nanobiotechnology*. 2020;18(1):132.