

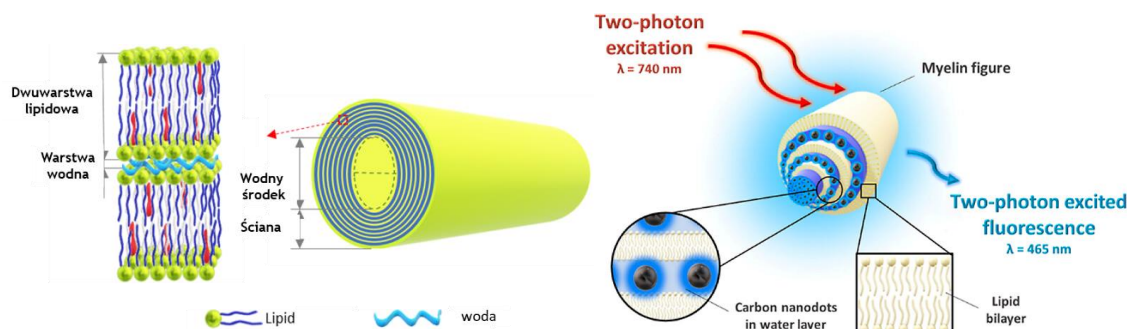
Fabrication and multimodal imaging of hybrid lyotropic liquid crystal structures such as myelin with the use of nanoparticles.

Wiele naturalnie występujących liotropowych ciekłych kryształów (LLC) ma istotne znaczenie biologiczne, tworzą na przykład błony komórkowe, mielinę czy też skondensowane fazy DNA, kolagen. Układy te, składające się z biomolekuł i wody, odgrywają istotną rolę w licznych procesach zachodzących w organizmach żywych. W związku z tym ważne są kompleksowe badania ich powstawania, stabilności i, co najważniejsze, integralności faz ciekłokrystalicznych. Istniejące sondy do badań LLC wykazują ograniczenia, co skłania nas do poszukiwania bardziej skutecznych markerów.

Proponowany projekt skupia się przede wszystkim na badaniach nad fosfolipidami, które są składnikami mieliny. Zaburzenia prawidłowego funkcjonowania mieliny prowadzą do chorób takich jak np. stwardnienie rozsiane (SM). Tradycyjne metody neuroobrazowania, takie jak rezonans magnetyczny (MRI), obrazowanie tensora dyfuzji (DTI) i pozytonowa tomografia emisyjna (PET), które są obecnie wykorzystane do ilościowego określenia mieliny i powiązania jej ewentualnego zaniku z zaburzeniami funkcji poznawczych, są kosztowne i dają kompleksowy obraz dopiero wtedy, gdy widoczna jest już znaczna utrata integralności mieliny.

Celem projektu jest zaproponowanie różnych metod obrazowania mieliny, w tym obrazowania jedno- i wielofotonowego, jako potencjalnych czynników prognostycznych dysfunkcji poznawczych. Co więcej, naturalna zdolność fosfolipidów do samoorganizacji w fazach LLC stwarza szansę na kontrolowaną organizację nanomateriałów. Wykorzystując nasze doświadczenie w konstruowaniu hybrydowych materiałów ciekłokrystalicznych opartych na DNA, planujemy także uporządkowanie nanocząstek w różnych strukturach fosfolipidowych, takich jak rurki mielinowe czy zwinięte struktury mieliny i zaproponowanie nowych materiałów hybrydowych.

Jedną z możliwości obrazowania takich struktur jest wprowadzenie nanokropek węglowych, co ułatwia precyzyjne obrazowanie tych układów, ze względu na niewielkie rozmiary nanokropek i ich wyjątkowe właściwości luminescencyjne [Rys.1]. Planujemy również wykorzystanie nanocząstek metali, zarówno plazmonicznych, jak i magnetycznych, do charakteryzowania LLC i manipulowania nimi.



Rys.1. (po lewej) Schemat wewnętrznej samoorganizacji rurki mielinowej (LB - dwuwarstwy fosfolipidowe, WL - warstwa wodna, C - rdzeń wodny, T - grubość rurki) oraz (po prawej) rozmieszczenie w warstwie wodnej hydrofilowych nanokropek węglowych^{1,2}.

Proponowane badania obejmują także syntezę i zastosowanie nanokropek węglowych o właściwościach chiralnych oraz określenie ich wpływu na samoorganizację zwiniętych struktur mielinowych. Nanocząstki plazmoniczne, charakteryzujące się rezonansem plazmonowym i luminescencją będą wykorzystywane do bioobrazowania struktur mielinowych. Magnetyczne nanocząstki, takie jak ultramałe superparamagnetyczne nanocząstki tlenku żelaza (uSPIO), zostaną wykorzystane ze względu na ich potencjalną rolę w poruszaniu mieliny poprzez zastosowanie pola magnetycznego. Podejście to stanowi nowatorską metodę manipulacji LLC z uSPIO, mającą na celu konstrukcję nowych materiałów.

Referencje:

1. Benkowska-Biernacka, D.; Smalyukh, I. I.; Matczyszyn, K., Morphology of Lyotropic Myelin Figures Stained with a Fluorescent Dye. *The Journal of Physical Chemistry B* **2020**, 124 (52), 11974-11979.
2. Benkowska-Biernacka, D.; Mucha, S. G.; Firlej, L.; Formalik, F.; Bantignies, J.-L.; Anglaret, E.; Samoć, M.; Matczyszyn, K., Strongly Emitting Folic Acid-Derived Carbon Nanodots for One- and Two-Photon Imaging of Lyotropic Myelin Figures. *ACS Applied Materials & Interfaces* **2023**.