



Warszawa, 29 listopada 2019

Zobaczyć niewidzialne

Naukowcy z natury są ciekawscy i często zaglądną tam, gdzie nie powinni. Z takiego zaglądania czasami rodzą się odkrycia, które dosłownie poszerzają horyzonty. Dzięki wspólnej pracy badaczy z zespołu prof. Wojtkowskiego z IChF PAN, Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, Bałtyckiego Instytutu Technologicznego z Gdyni i amerykańskim współpracownikiem udało się niedawno wykorzystać praktycznie fenomen widzenia światła, które teoretycznie powinno być dla naszego oka niewidzialne. Oparte na zjawisku widzenia dwufotonowego urządzenia już działają, usprawniając diagnostykę chorób siatkówki.

Zaczął się od naukowego zadziwienia. Dlaczego patrząc w urządzenie emitujące podczerwień widać zieloną poświatę? "Takie dziwne zjawisko zaobserwowali moi współpracownicy, gdy montowali w pracowni na UMK w Toruniu urządzenie do obrazowania", opowiada prof. Wojtkowski. "Przyszli do mnie z ciekawym spostrzeżeniem, że chociaż używają podczerwieni, której już nie powinno być widać, to mimo wszystko coś widzą; takie słabe, zielonkawe światełko". A po co zaglądali w montowany przyrząd? "No cóż", śmieje się profesor, "taka już ludzka natura i ciekawość. Zawsze jak się coś montuje, to się zagląda do środka. Co prawda zaglądanie w takim przypadku jest ryzykowne, bo źródłem podczerwieni jest laser, ale przy zachowaniu odpowiedniej mocy, zgodnej z normami, zapewniam, że jest to bezpieczne".

Pierwsza myśl naukowców była taka: laser jest popsuty i oprócz podczerwieni (fali głównej, o długości podobnej do tej, która była wykorzystywana w starych pilotach do telewizorów) generuje dodatkowo zielone światło. Rozebrali więc laser i drobiazgowo sprawdzili, co mogło się zepsuć. Nic nie znaleźli. Wtedy ktoś wpadł na prosty, acz genialny pomysł, żeby przed oko obserwatora włożyć filtr, który by światło widzialne odciął. Znaleźli dobre filtry, włożyli je między laser a oko i... ku ich zaskoczeniu efekt pozostał. „Trochę nam szczęki opadły, bo to znaczyło, że urządzenie jest w porządku, za to coś dziwnego dzieje się w oku”, opowiada profesor. "Na szczęście był pod ręką inny, bardzo dobry laser, który generował ultrakrótkie impulsy światła i można było w nim regulować długość fali, oczywiście w zakresie podczerwieni. Zaczęliśmy zmieniać tę długość i okazało się, że każda wywołuje w oku inny efekt barwny - widzimy różne kolory! I to już nie słabo, tylko bardzo wyraźnie". Jak to z takimi odkryciami bywa okazało się, że ludzie to wcześniej obserwowali, tylko nikt nie wpadł na to, jak to wyjaśnić, albo nie umieli tego poprawnie zinterpretować.

To niespodziewane widzenie kolorów okazało się widzeniem dwufotonowym. "Szczęśliwie w tamtym czasie przyjechał do nas prof. Krzysztof Palczewski, który jest biochemikiem, pracuje w USA i zajmuje się procesami widzenia", opowiada prof. Wojtkowski. "Bardzo zaciekawiło go nasze

odkrycie. Na tyle, że zorganizował grupę ekspertów z różnych dziedzin (w tym nas), żeby wyjaśnić mechanizm takiego widzenia. Były testy na myszach (w tym modyfikowanych genetycznie), elektrofizjologiczne, na wyizolowanych białkach... Kasia Komar i Patryk Stremplewski z mojego zespołu zrobili takie na ludziach, bo my najlepiej znamy się na pomiarach na żywych oczach”, wyjaśnia profesor. ”Po zebraniu wszystkich wyników okazało się, że mamy do czynienia właśnie z widzeniem dwufotonowym”. Polega ono na tym, że siatkówka otrzymuje porcję energii dwukrotnie niższą od minimalnej wymaganej do reakcji komórek światłoczułych, ale bardzo skoncentrowaną w czasie i przestrzeni; i jeśli impuls się powtarza, to obiekt, np. człowiek, widzi ją tak, jakby była dwukrotnie wyższa. To trochę tak, jak byśmy rzucali w planszę dwa razy, w to samo miejsce, małymi kulkami plasteliny. Odcisk obu zleje się na planszy w jeden większy, widoczny. Można też wyobrazić sobie, że trafilibyśmy takimi kulkami w głowę. Żadnej z osobna byśmy nie poczuli, ale podwójna porcja mogłaby nam już zrobić siniaka. To właśnie dzieje się w świecie kwantowym, warunek jest taki, że trzeba te kulki rzucać odpowiednio blisko siebie i w odpowiednio krótkim czasie. Tak, żeby one się w zasadzie same ze sobą zlepiły w większe grochy. Fizycy nazywają to optycznym efektem nieliniowym. Takie efekty są znane dla wielu materiałów, ale nieoczywistym jest, że mogą wystąpić dla dawek, które są bezpieczne np. dla oka. ”Ja sam do chwili, gdy się tym zajęliśmy uważałem, że absorpcja dwufotonowa w oku może zajść tylko raz (w zasadzie raz w jednym, raz w drugim)”, śmieje się profesor, „i potem już żaden efekt nie będzie w tych oczach widziany. Na szczęście nie miałem racji”.

Z drugiej strony w oku jest całe mnóstwo pośredników między tym, co absorbuje energię fotonów (czyli komórkami siatkówki), a tym, co wprowadza obraz do świadomości. Sama absorpcja fotonów nie gwarantuje jeszcze, że coś zobaczymy. Musi zareagować szereg białek. Okazuje się jednak, że ten proces zachodzi.

A do czego to może być przydatne? Np. do sprawdzenia, czy oko się psuje. Z wiekiem albo przy początkach jakiejś choroby, powiedzmy zwyrodnienia plamki żółtej (AMD), widzi się ten efekt gorzej. Stąd pomysł na nową generację aparatów do mikroperymetrii, czyli sprawdzania, czy widzimy i co widzimy w różnych punktach na siatkówce. Badacze pomyśleli, że być może dzięki efektowi dwufotonowemu można poprawić czułość takich urządzeń, albo badać próg widzenia światła podczerwonego. ”Dzięki spółce AM2M będącej spin-outem z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu zaczęliśmy już wytwarzać nowe mikroperymetry”, chwali się profesor. ”W tej chwili na świecie są trzy, a w kraju czwarty i piąty, i szósty. W Heidelbergu już rutynowo badają pacjentów”.

Tym, co przemawia na korzyść nowego odkrycia i powstałych na jego bazie urządzeń jest też to, że z wiekiem ludzkie oko robi się coraz bardziej mętne i bardziej rozprasza fale świetlne. Tymczasem zasada fizyki mówi, że im dłuższa fala, tym słabiej się rozprasza. Podczerwień pozwoli więc dokładniej zbadać dno oka także u osób z zaawansowaną zaćmą albo mętami w ciele szklistym. Naukowcy mają nadzieję, że dzięki ich urządzeniu będziemy wcześniej wykrywać zmiany czynnościowe siatkówki, głównie AMD, ale też lepiej zrozumieć proces widzenia. To zresztą cele nowej MAB (Międzynarodowej Agencji Badawczej) działającej na rzecz poprawy wzroku ludzi starszych.

”W ramach naszego MAB spróbujemy zobiektywizować ten proces, czyli przejść z trochę subiektywnej perymetrii do obiektywnej oftalmoskopii”, wybiega w przyszłość profesor, ”takiej z wykorzystaniem holograficznej tomografii optycznej. Będziemy analizować sygnały czynnościowe na zasadzie podobnej jak w tympanometrii. To pozwoli nam stwierdzić, czy pacjent widzi i co widzi, bez informacji zwrotnej z jego strony, nawet gdy jest nieprzytomny albo nie może się komunikować np. po udarze”.

”Dzięki pracom pani dr Katarzyny Komar zaobserwowaliśmy jeszcze coś, czego na razie nie umiemy wyjaśnić”, dodaje prof. Wojtkowski. ”Mianowicie widzenie w podczerwieni różni się od tego normalnego. Okazuje się że czopki inaczej reagują niż pręciki; wydają się bardziej czułe. Teraz próbujemy zrozumieć, z czego to wynika”. Nam, potencjalnym pacjentom, pozostaje kibicować badaczom, by dzięki ich odkryciom nasze oczy służyły nam lepiej i dłużej.

Prof. Maciej Wojtkowski jest szefem w projekcie CREATE ERA.

fizycznej i fizyki chemicznej. Badania naukowe są prowadzone w dziewięciu zakładach naukowych. Działający w ramach Instytutu Zakład Doświadczalny CHEMIPAN wdraża, produkuje i komercjalizuje specjalistyczne związki chemiczne do zastosowań m.in. w rolnictwie i farmacji. Instytut publikuje około 200 oryginalnych prac badawczych rocznie.

KONTAKT:

prof. dr hab. Maciej Wojtkowski
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie
tel.: +48 22 3433283
email: mwojtkowski@ichf.edu.pl

PUBLIKACJE NAUKOWE:

'Two-photon microperimetry: sensitivity of human photoreceptors to infrared light'
Daniel Ruminski, Grazyna Palczewska, Maciej Nowakowski, Agnieszka Zielińska, Vladimir J. Kefalov, Katarzyna Komar, Krzysztof Palczewski, and Maciej Wojtkowski

Biomedical Optics Express Vol. 10, Issue 9, pp. 4551-4567 (2019)
DOI: 10.1364/BOE.10.004551

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://www.ichf.edu.pl/>

Strona Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk.

<http://www.ichf.edu.pl/press/>

Serwis prasowy Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

<http://www.ichfdlafirm.pl/>

Oferta Instytutu Chemii Fizycznej PAN skierowana do przedsiębiorców i przemysłu.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

IChF191129b_fot01s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2019/11/IChF191129b_fot01.jpg

Dzięki współpracy naukowców z IChF PAN z Warszawy, Uniwersytetu Mikołaja Kopernika z Torunia, BaITech'u z Gdyni i amerykańskim współpracownikom udało się udoskonalić diagnostykę chorób siatkówki. Do zdjęcia prezentującego zagadnienie widzenia dwufotonowego pozuje współautor badań - profesor Maciej Wojtkowski.

(Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)