



Onkologia obliczeniowa i spersonalizowana medycyna

Rozpoczęty w XX wieku dynamiczny rozwój przemysłowy i zmiana struktury wiekowej społeczeństwa przyniósł duży wzrost zachorowań na tzw. choroby cywilizacyjne, odpowiedzialne obecnie za ponad 80% zgonów. Integracja nauk ścisłych i technicznych z medycyną i biologią przyczynił się w ostatnich latach do istotnej poprawy zarówno diagnostyki jak i planowania i monitoringu efektów terapii oraz nowe platformy badań pozwalających na coraz większe zrozumienie przyczyn i ewolucji chorób. Dzięki długoletniej i systematycznie rozwijanej współpracy Politechniki Śląskiej (PŚ) i Centrum Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie w Gliwicach (IO), wspólne badania prowadzone są w interdyscyplinarnych zespołach badawczych ze wsparciem finansowanym PŚ, IO, NCN, NCBiR (ponad 70 projektów pozyskanych w ciągu ostatnich 5 lat) oraz agencji zagranicznych (NIH, UE FP7, H2020, Euratom, NSF, 14 grantów). Zakres tematyczny prowadzonych projektów jest bardzo szeroki, obejmuje zarówno badania na poziomie molekularnym jak i wieloczynnikowe analizy przeżywalności pacjentów.

Naukowcy z PŚ są światowej klasy ekspertami z zakresu badań nad rakiem, są też wybitnymi specjalistami w dziedzinie medycyny spersonalizowanej i nanomedycyny, a ich osiągnięcia w obszarze algorytmów przetwarzania obrazów medycznych są na wysokim światowym poziomie. Potwierdzają to zarówno bardzo liczne publikacje w najbardziej renomowanych czasopismach naukowych z zakresu onkologii obliczeniowej (>100 w top 10% wg listy Scopus/WoS w czasie ostatnich 5 lat), jak i udokumentowana 14 wspólnymi projektami współpraca z badaczami z top100 uniwersytetów z szanghajskiej listy (Unii of Cambridge, Columbia Unii, Unii of California LA i San Fran, Yale University, Imperial College London, Heidelberg Unii, Technical Unii of Munich, Unii of Texas – M.D. Anderson Cancer Centre, Unii of Geneva, McGill Unii, Rice Unii, Unii of Florida czy Stockholm Unii).

Prace dotyczące genomiki nowotworów, m.in. nad algorytmami oceny struktur klonalnych oraz modelami ewolucji komórek nowotworowych, czy też te skupiające się na wielodyscyplinowym badaniu proliferacji komórek i interakcji szlaków sygnałowych EMT i NF- κ B spotkały się z dużym zainteresowaniem innych badaczy. Integracja informacji na różnych poziomach (molekularnym, komórkowym, tkanki nowotworowej) stanowi przyszłościowy kierunek a badania w tym zakresie realizowane są we współpracy ze specjalistami z przodujących ośrodków zagranicznych (Columbia, UT, Baylor College of Medicine, Rice) oraz krajowych (IPPT PAN, IO).

Pracownicy PŚ rozwijają narzędzia bioinformatyczne do automatycznej identyfikacji obszarów guza i jego heterogeniczności na bazie profili metabolicznych pozyskiwanych spektrometrycznymi technikami obrazowania molekularnego, a opracowane metody uczenia maszynowego pozwalają również na identyfikację subpopulacji komórkowych w transkryptomicznych badaniach pojedynczych komórek (we współpracy z Yale Unii) czy cytometrii masowej. Prowadzone przez naukowców z PŚ badania translacyjne w onkologii, w tym modelowanie i predykcja odpowiedzi komórkowej na radio- i chemioterapię (wraz z CEA, France i PHE, UK) i poszukiwanie biomarkerów

radiowrażliwości stanowią istotny element wspierający nowoczesną medycynę spersonalizowaną w chorobach nowotworowych.

Badania nad testami diagnostycznymi we wczesnym stadium raka (wraz z IO i Gdańskim Unii Med) są przykładem efektywnego połączenia metod modelowania matematycznego, algorytmów sztucznej inteligencji i zaawansowanej wiedzy z biologii molekularnej. Eksperti z PŚ zaangażowani są również w wielośrodkowe badania z zakresu farmakodynamiki leków i optymalizacji protokołów oraz predykcji wyników terapii antynowotworowych z wykorzystaniem narzędzi inżynierii systemów. Są współautorami nowatorskich technologii wytwarzania zaawansowanych materiałów i pokryć o właściwościach przeciwnowotworowych do celów chemioterapii regionalnej.

Komputerowe wspomaganie diagnostyki i terapii w oparciu o dane multimodalne z wykorzystaniem nawigacji obrazowej w seriach 3D i 4D narządów miękkich jamy brzusznej jest przedmiotem prac zespołów badawczych z PŚ a opracowany system wspomaganie biopsji sutka został z powodzeniem zastosowany w procedurach zabiegowych IO. Innym przykładem zakończonej sukcesem współpracy pomiędzy naukowcami z PŚ a klinicystami jest opracowanie nowatorskich optoelektronicznych struktur sensorowych dla zastosowań w rehabilitacji niesprawności ruchowej (z Fundacją Kardiochirurgii w Zabrze). Rozwijane są również, wraz ze Śląskim Unii Med oraz klinikami PAKS, systemy telemonitoringu i nadzoru, rozumiane, jako zdalna rejestracja i monitorowanie aktywności pacjenta oraz nadzór nad bezpieczeństwem w miejscu przebywania, oraz predykcji stanu zdrowia (w tym stanu odżywienia) pacjentów kardiologicznych. Opracowane metody wykorzystywane też są w prowadzonych z ekspertami z Akademii Wych. Fizycznego w Katowicach pracach nad hybrydowymi systemami wspomaganie sportu i rehabilitacji.

Analizy statystyczne naukowców z PŚ oraz z Memorial Sloan-Kettering, Rice Unii, UT i Cornell Medical College wykazały możliwość 20% redukcji zgonów spowodowanych rakiem płuc po przeprowadzeniu przesiewowej tomografii komputerowej, co zostało później potwierdzone przez National Lung Screening Trial, USA. Wspólnie z radiologami z IO, GUMed oraz Unii of Heidelberg, opracowano algorytm automatycznej identyfikacji zmian nowotworowych na obrazach rezonansu magnetycznego i tomografii komputerowej, przede wszystkim guzów mózgu i płuca. Powstałe narzędzia bioinformatyczne, dzięki wykorzystaniu idei dekompozycji sygnału i redefinicji przestrzeni cech osiągają bardzo wysoką dokładność segmentacji rejonu guza i jego wewnętrznej struktury i stanowią istotny element opracowywanego radiomicznego systemu detekcji wczesnego stadium raka płuca. Planuje się w najbliższej przyszłości, wraz z naukowcami z DKFZ, Heidelberg, opracowanie wspierającej diagnostykę aplikacji, współpracującej ze standardowymi konsolami wizualizacji wyników obrazowania a powstały system wykorzystany będzie w krajowym programie badań przesiewowych. W zakres tych badań wpisują się również prowadzone prace związane z opracowaniem narzędzi do monitorowania dawek w badaniach radiologicznych.

Naukowcy z PŚ zaangażowani są w realizowane we współpracy z naukowcami z Unii of Florida oraz francuskimi instytutami badawczymi prace nad nieinwazyjnym optoelektronicznym systemem do diagnostyki

zmian nowotworowych w tkankach ludzkich. Obrazowanie medyczne to również obrazy pooperacyjnych i otrzymywanych poprzez biopsję grubo igłową wycinków tkankowych. Opracowany wraz z patologami z International Immuno-Oncology Working Group, Brussels, McGill Unii oraz Fudan Unii nowatorski system automatycznej oceny wskaźnika odpowiedzi immunologicznej sTIL na bazie takich obrazów z powodzeniem wspierać będzie planowanie terapii, szczególnie w przypadku raka piersi.

Możliwość terapeutycznego monitorowania leków z wykorzystaniem nowoczesnych zminiaturyzowanych rozwiązań zielonej chemii to kolejny krok w stronę medycyny precyzyjnej. Badania w tym obszarze prowadzone są z partnerami z Cambridge Unii, Imperial, Trinity College Dublin i Unii of Linköping. W laboratoriach PŚ opracowano innowacyjne elektro aktywne powłoki ochronne łączące biokompatybilność względem tkanek z właściwościami bakterio- i grzybobójczymi. Techniki nanometrycznej funkcjonalizacji powierzchni wykorzystano również w badaniach nad biomateriałami do celów diagnostyki i leczenia schorzeń neurologicznych. Wsparcie medycyny precyzyjnej to również tworzenie narzędzi do modelowania in silico zabiegów medycznych czy oddziaływań implantów na organizm. Opracowane we współpracy z Centrum Leczenia Oparzeń w Siemianowicach Śląskich, modele matematyczne procesów hiper- i hipotermii, w tym wykorzystujące nowatorskie niefourierowskie narzędzia do opisu przepływu ciepła w organizmach żywych, pozwalają na predykcję stopnia oparzenia i ocenę głębokości ran oparzeniowych i przewlekłych. Skonstruowane urządzenie wyróżnione zostało w wielu międzynarodowych konkursach i wystawach.

Choroby cywilizacyjne i problemy starzejących się społeczeństw stawiają nowe wyzwania, które naukowcy PŚ z powodzeniem podejmują i realizują.