

KTO MA NAJWIĘKSZĄ SZANSĘ ZDOBYĆ MEDAL NA IGRZYSKACH OLIMPIJSKICH?

O JEDNOCZESNYM BADANIU UKŁADU ODDECHOWEGO I UKŁADU KRĄŻENIOWEGO W KONTEKŚCIE FORMY SPORTOWCÓW OPOWIADA **DR INŻ. MARCEL MŁYŃCZAK**



**Wydział
Mechatroniki**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Jak zaczęła się Pana przygoda z nauką?

W ramach działań koła naukowego na pierwszym roku studiów byliśmy na spotkaniu w szpitalu, gdzie dyskutowaliśmy, czego lekarze potrzebują, do czego nie mają dostępu, co by im się przydało. Ja to sobie zapisałem – jeszcze w kalendarzu papierowym – i odłożyłem. Po półtora roku wróciłem do tej listy zagadnień uzbrojony w więcej informacji ze studiów. Paleta potencjalnych rozwiązań części tych problemów się rozszerzyła. Odezwałem się do mojego późniejszego promotora z propozycją spotkania, żeby przedyskutować moje pomysły dotyczące rozwiązania jednego z tych problemów, które były na liście. O ile pomysł mój na rozwiązanie tego problemu wydał mu się ciekawy, to zasugerował, że może lepiej by było użyć innej metody.

Czego dotyczył problem, którym Pan się zajął?

Użyłem wspomnianej metody do badania układu oddechowego, a mój promotor wykorzystywał tę metodę do badań serca i układu krążenia. Później nastąpił rozwój metody, którą się zajmowałem pod kątem sprzętowym, rozwój możliwości wykorzystania różnych nowych metod analitycznych, które poprawiały jakość tej metody.

Gdzie rozwijał Pan metodę?

Promotor umożliwił mi przeprowadzenie pomiarów w Polskiej Akademii Nauk i zsięciował z Centralnym Ośrodkiem Medycyny Sportowej, gdzie przeprowadzaliśmy pomiary przed Igrzyskami Olimpijskimi w Rio de Janeiro.

Jak można określić to, czym zajmuje się Pan naukowo?

Najprościej mówiąc, zajmuję się badaniem oddechu. Dodałbym, że są to badania nieinwazyjne – to w pewnym sensie cecha mojego rozwiązania. To nie jest do końca poprawne stwierdzenie, ale ja lubię go używać, badania krążeniowo-oddechowe, czyli łączące zarówno spojrzenie na pracę serca, jak i na oddech jednocześnie.

Nad jakim rozwiązaniem Pan pracuje?

Pracuję nad urządzeniem, które nie jest w użyciu komercyjnym i na razie nie jest planowane, żeby w nim było. Jest to Pneumonitor – nieinwazyjne

i przenośne urządzenie do pomiaru aktywności oddechowej. Ważny szczegół, który odróżnia Pneumonitor chociażby od spirometrii, czyli od konieczności zakładania maski albo dmuchania do rurki, to jest to, że pomiar może być przeprowadzony w sposób ciągły i bez zaburzania przestrzeni oddechowej. Jako przykład można podać sportowców, którzy przechodzą testy wydolnościowe. Obecnie przyklejane są im elektrody EKG do monitorowania pracy serca oraz wykorzystywana jest maska, do której się oddycha i rurka odprowadzająca, która mierzy przepływy objętości i gazy oddechowe. Co jakiś czas wykonywany jest pomiar ponadmleczanów, pokazujący czy już przeszliśmy do fazy beztlenowej, czy jeszcze jesteśmy w fazie tlenowej. Pneumonitor wykorzystuje te same elektrody, którymi wykonuje się EKG, ale może zmierzyć zarówno parametry czasowe, jak i amplitudowe oddechu. Możemy widzieć, jak oddech zmienia się, np. jaka jest długość fazy wdechu i długość fazy wydechu, jak to wygląda na przestrzeni całego badania czy całej nocy. I co bardzo ważne, nie ma konieczności stosowania maski.

Jaka jest zasada działania tego urządzenia?

Zasada działania polega na tym, że przyklejane są elektrody – najlepiej pod pachami i na rękach, bo wtedy najlepiej obejmujemy płuca. Można takie elektrody umieścić w ramach patcha przyklejonego na klatkę pier-

siową, więc to nie musi być coś odseparowanego od urządzenia. Metoda to pneumografia impedancyjna. Nazwa jest średnio przystępna, ale trudno to powiedzieć inaczej. Chodzi o to, że mierzymy zmiany impedancji elektrycznej klatki piersiowej, czyli obserwujemy zmiany w zakresie tego, jak klatka piersiowa może przewodzić prąd. Jeśli powietrza w płucach jest więcej, czyli jesteście po wdechu, to wtedy impedancja jest większa - opór elektryczny jest większy, natomiast jeśli powietrza jest mniej, to opór jest mniejszy. Opór elektryczny zmienia się wraz z akcją oddechową. Im jest więcej powietrza, tym jest więcej przestrzeni, która nie przewodzi prądu, czyli opór się zwiększa, a jeśli jest mniej powietrza w płucach, to jest mniej oporu elektrycznego. Widzimy falowanie krzywej zmian impedancji elektrycznej klatki piersiowej.

Czy można określić kondycję badanego, zestawiając jego wynik z normami?

Tak, ale jest to dość skomplikowana sprawa. Ścisłe normy są określone dla badania spirometrycznego, które polega na tym, że dmuchamy do rurki i robimy maksymalny wdech, a potem jak najszybciej przez 6 sekund chcemy wyrzucić całe powietrze. Każdy element tego pomiaru jest standaryzowany, normy są przygotowane. Natomiast to jest coś, czego my nie chcemy, bo to jest pomiar punktowy. Jest jeden pomiar, który pozwala powiedzieć, czy ktoś jest zdrowy albo ma obturację płuc, albo charaktery-

styka jednego wydechu sugeruje, że ma astmę. My skupiamy się na pomiarze ciągłym, gdzie tych norm jest mniej, ale jest większe pole do analiz czy do nowych pomysłów. Analizujemy przebieg i patrzymy, jak on się zmienia, jaka jest jego chaotyczność, jaka jest jego zmienność w zależności od zmieniających się warunków.

Na czym polega przewaga Pneumonitora nad spirometrią i EKG?

Jest bardzo mało badań, które pokazują jednocześnie pracę serca i oddech. Tymczasem analiza oddechu też jest wartościowa, np. może pomóc określić, na ile problematyczna jest zmiana warunków (np. zmiana obciążenia na rowerze stacjonarnym podczas badania) dla osób chorych albo jak dużą pojemność oddechową ma sportowiec.

Do kogo jest adresowane Pana rozwiązanie?

Najszerzej grupę odbiorców można określić jako osoby chore. Ale są to specyficzni odbiorcy, ponieważ dla osoby chorej nie ma znaczenia, jakim urządzeniem zostanie przeprowadzone badanie. Chory nawet może nie mieć świadomości, że potrzebuje takiego badania. Dlatego rozwiązanie jest adresowane do lekarzy, a odbiorcą ostatecznym jest chory. Lekarzowi rozwiązanie dostarcza wartości diagnostycznej. Grupę chorych można podzielić

na osoby starsze, które mają obturacyjną chorobę płuc czy problemy kardiologiczne oraz osoby młodsze z alergiami oddechowymi. Tak można podział zarysować.

Odbiorcami są także sportowcy. W przypadku sportowca, który ma cykl treningowy i wie, że regularne wykonywanie pomiarów jest elementem przygotowania do startów w zawodach, Pneumonitor niesie wysoką wartość poznawczą.

Pneumonitor mógłby też pozwalać na wykrywanie spłyceń oddechowych i wynikających z tego bezdechów, natomiast nie pozwala na detekcję chrapania.

Jakie są mocne strony tej metody?

Zupełnie podstawową zaletą tej metody jest to, że ona jest nieinwazyjna. Elektrody przyklejane są tak, że nie wpływają na swobodę poruszania się. To jest pierwsza cecha. Druga cecha odnosi się do sposobu pomiaru – nie robimy pomiaru punktowego, czyli jednego wydechu, ale możemy zmierzyć 24 godziny na dobę, tak jak badanie holterowskie. A nie ma badania holterowskiego oddechu, tylko ciśnienie albo EKG, a tutaj możemy zmierzyć wszystko naraz. Trzecią cechą jest to, że nie ma maski oddechowej. Czyli jest wygodne dla badanego i wiarygodne dla badającego. Wiarygodne dlatego, że maska zbiera cały przepływ, którym oddychamy czy którym mówimy, ale

„My skupiamy się na pomiarze ciągłym, gdzie na razie takich norm populacyjnych nie ma, ale jest większe pole do analiz czy do nowych pomysłów, a przez to do wykorzystywania, np. w medycynie sportowej”.

wprowadza pewien opór oddechowy. To znaczy trudniej jest oddychać przez maskę niż bez niej.

Mamy trzy aspekty, które decydują o przewadze tego rozwiązania nad innymi.

Można dodać jeszcze jedną kwestię. Jeśli robimy spirometrię, to robimy tylko spirometrię, nie bierzemy EKG. Jeżeli bierzemy EKG, to nie mierzymy spirometrii, a tutaj mamy jedno i drugie naraz.

Czyli dwa w jednym.

Powiedziałbym, że to jest innowacja procesowa. To nie jest zupełnie nowa metoda i nie jest tak, że nikt o niej nie słyszał.

Jak widzi Pan przyszłość tego rozwiązania?

Jeżeli chodzi o przyszłość, to wygląda dobrze, według tego jak została zdefiniowana we wniosku grantowym, który złożyłem do NCN. Na obecną chwilę pierwszym wymaganiem jest przygotowanie wersji produkcyjnej. Mam na myśli urządzenie, które funkcjonuje, które jest bezpieczne –

choćby dlatego, że nie jest podłączane do zasilania, tylko jest zasilane z baterii. Ale jest to urządzenie bez oznaczenia CE. Oznaczenie CE jest możliwe do uzyskania w przypadku produktów medycznych dopiero w momencie, w którym jest ocena kliniczna po wszystkich badaniach klinicznych. W tej chwili podstawowym planem jest to, żeby przygotować to urządzenie w wersji produkcyjnej, czyli urządzenie w wersji, która jeszcze nie będzie miała CE, ale będzie produkowana. Chodzi o to, żeby pewne procesy zautomatyzować. Mam na myśli przystosowanie urządzenia w taki sposób, żeby można było dać je lekarzom czy sportowcom bez konieczności trenowania użycia. Podam przykład: żeby nie było tak, że dane zapisują się na karcie SD w urządzeniu i trzeba ją wyciągnąć i zgrać dane, ale żeby dla tego urządzenia była dedykowana aplikacja, która się z nim łączy i pozwala na przesłanie danych na serwer.

Co się udało zrealizować w ramach grantu?

W związku ze współpracą z Centralnym Ośrodkiem Medycyny Sportowej skoncentrowaliśmy się na sportowcach, a nie na osobach chorych. Chcieliśmy, żeby sportowcy mieli dużo pomiarów. Celem tego grantu było to, żeby określić możliwość wykorzystania obiektywnych analiz kardiologiczno-oddechowych do tego, żeby oceniać przystosowanie do wysiłku i adaptację oddechowo-kръżeniową na podstawie pomiaru

z wykorzystaniem Pneumonitora bez stosowania technik subiektywnych, np. ankiet z pytaniami o samopoczucie. Chcieliśmy bazować na czymś, na co sportowiec bezpośrednio nie ma wpływu, a co lekarzowi pokazuje jego stan i pozwala podejmować decyzje, np. o tym, żeby zwiększyć objętość treningową, bo jego wydolność na to pozwala.

Co sportowiec zyska dzięki temu rozwiązaniu?

To jest informacja dla trenera czy dla sztabu medycznego. Chodzi o to, żeby ocenić, czy aktualna objętość treningowa daje pozytywny trend w trakcie zgrupowania, a docelowo wykorzystać dotychczasowy trend do tego, żeby przewidywać, co będzie w przyszłości. Można to zrobić na podstawie badań, które można przeprowadzić relatywnie szybko i nieinwazyjnie, bez konieczności proszenia sportowca o to, żeby codziennie robił próbę wysiłkową do wyczerpania.

Na podstawie danych historycznych możliwe jest przewidywanie piku formy?

Tak, ale patrzymy nie na samą docelową imprezę, a na okres przerwy. Założmy, że mamy trzytygodniowe okresy zgrupowań kadry, np. co kwartał. Mamy bardzo dużo pomiarów z trzech tygodni, które dają nam trend. Widzimy, że na podstawie jakiejś objętości treningowej uzyskaliśmy konkretne wy-

niki. Czyli założmy: trzy tygodnie teraz, trzy tygodnie za trzy miesiące i kolejne, a to de facto pokazuje długoterminowy trend, który można by było rozszerzyć o imprezę sportową, żeby forma wówczas była jak najwyższa.

Czy sportowiec przez trzy tygodnie zgrupowania musi chodzić z przyczepionymi elektrodami?

Cały czas nie musi. W tym konkretnym projekcie były pomiary pięciominutowe, bo chcieliśmy pokazać, że to nie musi być cały czas. Natomiast w pewnym sensie kontekst holterowski też jest możliwy. Tylko jeżeli byśmy mówili o kontekście holterowskim, to raczej nie o elektrodach, które kabelkiem są połączone z jakimś urządzeniem, czyli tak jak to jest teraz, a o wersji produkcyjnej, która pozwala przykleić patch na klatkę piersiową, wewnątrz którego są elektrody, czyli przyklejam jedną rzecz i wykonują się pomiary.

Gdzie jeszcze można zastosować Pneumonitor? Może zidentyfikował Pan obszar inny niż to klasyczne użycie?

Swego czasu mieliśmy współpracę w ramach Modular Analog Research System, skrót - MARS. Był to wieloosrodkowy, wielopartytowy projekt naukowy, który polegał na tym, że na byłym lotnisku pod Piłą w Polsce

„Założmy, że mamy trzytygodniowe okresy zgrupowań kadry, np. co kwartał. Mamy bardzo dużo pomiarów z trzech tygodni, które pozwalają nam wyznaczyć trend. Widzimy, że na podstawie jakiejś objętości treningowej, jakiegoś planu treningowego, uzyskaliśmy konkretne wyniki”.

w hangarze był budowany habitat kosmiczny, który miał symulować - w tym przypadku akurat - warunki na Księżycu. Ale on też mógł być zaadaptowany do tego, żeby imitować warunki na Marsie. Był plan na czternastodniową misję na Księżyc. Byli tam astronauty, którzy oczywiście nie lecieli na Księżyc, ale mieli wykonywać czynności związane z misją - byli ubrani w skafandry tak, jakby byli na Księżycu. Były badane różne aspekty: neurologiczne, psychologiczne, socjologiczne, ale też w ramach dwóch czternastodniowych sesji ci astronauty - których nazywa się astronautami analogowymi - mieli wyjścia, czyli aktywności poza bazą, np. pobranie próbek albo rozłupanie kamienia. Oni wówczas ubierali się w skafander i zakładali też Pneumonitor. Celem było pokazanie, kto jest bardziej przystosowany pod względem fizjologicznym do tego, żeby funkcjonować z skafandrze.

Czyli kto jest lepszy wydolnościowo, tak?

Funkcjonowanie w skafandrze stanowi pewien problem, nawet ze wzglę-

du na to, że tam jest pocenie szybsze. Ktoś w danej pozycji gorzej sobie radzi. Na przykład trzeba na plecach naprawić samochód od spodu. Jednemu to lepiej wychodzi, nie męczy się, przez co nie podwyższa mu się EKG czy oddech nie przyspiesza, a ktoś inny wypada gorzej. Więc to jako pilotaż polegało na tym, że był ciągły pomiar i można było ocenić, kto jest lepiej przystosowany do poszczególnych aktywności.

Czy bierze Pan pod uwagę taką przyszłość Pneumonitora?

Jest pewne ograniczenie. Aby przekazać to Europejskiej Agencji Kosmicznej czy innemu podobnemu podmiotowi, to urządzenie musi być certyfikowane. Mogliśmy zrobić pilotaż, ale nie mogliśmy zrobić czegoś w rodzaju odsprzedania technologii Agencji Kosmicznej. Jeszcze.

Rozmowę przeprowadziła:

Magda Matysiak
(DBA CZliTT PW)