

Urazowe uszkodzenie mózgu (TBI, z ang. traumatic brain injury) stanowi jedną z głównych przyczyn śmierci i niepełnosprawności na całym świecie, dotyczącą zarówno ludzi młodych (głównie w wyniku wypadków drogowych i przemocy), jak i starszych (głównie w wyniku upadków). TBI wiąże się z kosztowną hospitalizacją, a także znacznymi kosztami społeczno-ekonomicznymi, ponieważ pacjenci często wymagają długotrwałej rehabilitacji i wsparcia w codziennych aktywnościach oraz nie są w stanie powrócić do pracy. Ze względu na złożoną naturę TBI, obejmującą pierwotny uraz mózgu oraz szereg wtórnych komplikacji, opieka nad pacjentami jest bardzo skomplikowana i pozostaje przedmiotem ciągłych badań. Liczni naukowcy oraz lekarze próbowali przez lata poprawić nasze zrozumienie czynników wpływających na stan pacjenta oraz zaproponować nowe narzędzia diagnostyczne i terapeutyczne, które mogłyby zapobiegać jego pogorszeniu, obniżyć śmiertelność i ograniczyć negatywne skutki urazu w życiu pacjenta po hospitalizacji. Ciśnienie wewnątrzczaszkowe (ICP, z ang. intracranial pressure) jest jednym z najważniejszych sygnałów monitorowanych u pacjentów z TBI na współczesnych oddziałach intensywnej opieki medycznej. Podwyższone ICP jest uznawane za zagrażającą życiu komplikację, która może skutkować wtórnym uszkodzeniem mózgu i zwiększyć ryzyko śmierci. Obecne protokoły kliniczne opierają się jednak głównie na obserwowaniu wartości średniej ICP, a terapia jest zwykle rozpoczynana już po wystąpieniu jej wzrostu, co oznacza, że zastosowane środki mogą nie być wystarczające, by zapobiec wtórnemu urazowi. Już wiele lat temu zaproponowano, że istniejące sposoby opieki nad pacjentami mogą zostać udoskonalone poprzez ocenę zdolności przestrzeni wewnątrzczaszkowej do kompensowania zmian objętości bez potencjalnie niebezpiecznych wzrostów ciśnienia, co pozwoliłoby na identyfikację pacjentów zagrożonych nadciśnieniem wewnątrzczaszkowym zanim widoczne staną się jego objawy. Zademonstrowano, że fala tętniczopochodna ICP, czyli zmiany w sygnale ICP zachodzące podczas jednego cyklu pracy serca, podlega modyfikacji kształtu wraz z obniżeniem zdolności kompensacji objętościowej. W warunkach normalnych fala ta przypomina piłę z trzema wyraźnie zarysowanymi maksimami lokalnymi. W miarę spadku rezerwy kompensacyjnej ulega natomiast zaokrągleniu, tak że widoczne pozostaje tylko jedno maksimum. Niedawne badania naszego zespołu pokazały, że różne kształty fal tętniczopochodnych ICP mogą zostać automatycznie sklasyfikowane na skali od normalnych do patologicznych za pomocą metod sztucznej inteligencji, a patologicznie zmienione pulsacje występują częściej u pacjentów, którzy zmarli po TBI, co wskazuje na potencjał zastosowania tej metody w celu poprawy sposobów ich leczenia.

Fala tętniczopochodna ICP jest jednak zależna także od czynników innych niż stan rezerwy kompensacyjnej. Uważa się, że jej źródło leży w pulsacjach tętniczych przenoszonych do przestrzeni wewnątrzczaszkowej przez naczynia krwionośne. Jako że TBI może być związane z poważnymi zaburzeniami pracy układu krwionośnego, zakładamy, że analiza fali tętniczopochodnej ICP może odzwierciedlać także czynniki naczyniowe, które definiują kształt pulsacji ciśnienia tętniczego (ABP, z ang. arterial blood pressure), a dokładny opis stanu pacjenta wymaga równoległej oceny obu sygnałów. W tym projekcie planujemy rozszerzyć nasze wcześniejsze badania o analizę pulsacji ABP i przeprowadzić klasyfikację charakterystycznych kształtów fal tętniczopochodnych ICP i ABP obserwowanych u pacjentów z TBI za pomocą metod sztucznej inteligencji. Modele, które stworzymy, będą stanowiły nowe narzędzia pozwalające na analizę zmian w sygnałach fizjologicznych monitorowanych po urazie u pacjentów z TBI. Planujemy przeanalizować kształt fali tętniczopochodnej ICP w odniesieniu do sygnału ABP, aby ocenić wpływ czynników naczyniowych na zależności ciśnieniowo-objętościowe w przestrzeni wewnątrzczaszkowej. Ponadto planujemy zbadać powiązanie pomiędzy występowaniem różnych typów pulsacji ICP i ABP a stanem i rokowaniami pacjentów z TBI. Analiza ta umożliwi poprawę naszego zrozumienia procesów zachodzących w przestrzeni wewnątrzczaszkowej po urazie mózgu i dokładniejsze scharakteryzowanie stanu pacjenta. To z kolei pozwoli na uzyskanie nowych informacji na temat znaczenia zmian obserwowanych w kształtach pulsacji ICP i ABP dla przewidywania rokowań pacjentów z TBI.