

Urazowe uszkodzenie mózgu (TBI, z ang. *traumatic brain injury*) jest najczęstszą przyczyną zgonów i niepełnosprawności na całym świecie. Szacuje się, iż rocznie TBI ulega około 10 milionów ludzi, w większości młodych mężczyzn przed 30. rokiem życia. Przyczyny TBI są wielorakie: wypadki samochodowe, wypadki w pracy, upadki, alkohol. TBI wiąże się z wysokimi kosztami leczenia i rehabilitacji, jak również wysokimi kosztami społecznymi. Często w wyniku niepełnosprawności chorzy są niezdolni do pracy zawodowej, wymagają wieloletniej rehabilitacji oraz wsparcia opiekuna w życiu codziennym, przez co ich aktywność społeczna ulega znacznemu zahamowaniu. Stosowane obecnie metody leczenia pacjentów z TBI są złożone, wymagają interdyscyplinarnego podejścia oraz specjalistycznej wiedzy. Dlatego badania podejmowane w celu poszerzenia stanu wiedzy o procesach zachodzących w mózgu po urazie oraz rozwoju metod wspomagających decyzje lekarza o podjęciu wczesnej interwencji zapobiegającej opóźnionym skutkom urazu mają istotne znaczenie społeczno-ekonomiczne.

Ciśnienie wewnątrzczaszkowe (ICP, z ang. *intracranial pressure*) jest rutynowo monitorowane na oddziałach intensywnej terapii u pacjentów z TBI. Jedną z zagrażających życiu komplikacji występujących po urazie jest wzrost ICP powstający w wyniku narastania dodatkowej patologicznej objętości wewnątrzczaszkowej, co może prowadzić do wtórnego uszkodzenia mózgu. Lekarz podejmuje decyzje o sposobie leczenia na podstawie, między innymi, obserwacji zmian średniej wartości ICP wyświetlanej na ekranie monitora przyłóżkowego. Interwencja medyczna podejmowana jest zazwyczaj zbyt późno, gdy doszło już do wzrostu ICP i niekorzystnych zmian w mózgu. Dlatego dostatecznie wczesne przewidywanie wzrostów ICP może umożliwić leczenie w sposób prewencyjny, przed wystąpieniem sytuacji zagrażającej życiu. Pomiar ICP bez wiedzy o tym, w jakim stopniu przestrzeń czaszkowo-rdzeniowa może buforować zmiany objętości, jest jednak niewystarczający do pełnego scharakteryzowania stanu pacjenta i jego efektywnego leczenia. Parametr, który określa zdolność układu czaszkowo-rdzeniowego do kompensowania wzrostów objętości, nazywa się „podatnością mózgową”. Jednym ze sposobów oceny podatności mózgowej jest analiza zmian kształtu fali tętniczopochodnej ICP, która powstaje w wyniku naturalnie występującego przyrostu objętości krwi mózgowej podczas każdego uderzenia serca. Kształt fali tętniczopochodnej ICP zmienia się w miarę wyczerpywania się mechanizmów kompensujących zmiany objętości mózgowej z fali o 3 wyraźnych maksimach lokalnych w falę kształtem przypominającą sinusoidę. Obecnie ze względu na brak dostatecznie dokładnych algorytmów obliczeniowych pozwalających na obserwację zmian kształtu fali tętniczopochodnej w czasie rzeczywistym i automatyczną klasyfikację tychże kształtów metoda ta nie jest jednak stosowana w praktyce klinicznej.

Celem projektu jest rozwój metod monitorowania podatności mózgowej na podstawie analizy kształtu fali tętniczopochodnej ICP u pacjentów z TBI. Zakładamy, iż zmiany w podatności mózgowej mogą występować wcześniej niż wzrosty średniego ICP, dlatego analiza kształtu fali tętniczopochodnej ICP może być przydatna w identyfikacji pacjentów zagrożonych nadciśnieniem wewnątrzczaszkowym. Za pomocą metod sztucznej inteligencji planujemy dokonać klasyfikacji charakterystycznych kształtów fali tętniczopochodnej oraz analizować ich zmiany przed i w trakcie wzrostów ICP. Znaczenie i interpretacja poszczególnych kształtów będą intensywnie badane podczas sytuacji klinicznych o znanym wpływie na podatność mózgową. Na podstawie zdobytej wiedzy planujemy zbudować modele predykcyjne, które pozwolą na przewidywanie wzrostów ICP dostatecznie wcześnie, aby umożliwić lekarzowi skuteczną interwencję medyczną zanim dojdzie do wtórnego uszkodzenia mózgu. Ponadto planujemy zbadać związek między występowaniem poszczególnych kształtów fali tętniczopochodnej ICP a stanem zdrowia pacjenta i zbudować model pozwalający na wczesną predykcję wyników leczenia. Modele te stanowią istotne spodziewane efekty wnioskowanego projektu. Mimo iż analiza kształtu fal ICP nie stanowi dodatkowego ryzyka dla pacjenta, inwazyjność pomiaru ICP jest ograniczeniem proponowanej metody badania podatności mózgowej. Alternatywę stanowi pomiar przemieszczenia błony bębenkowej (TMD, z ang. *tympanic membrane displacement*), które, jak donoszą wyniki badań, jest skorelowane ze wzrostem ICP i podatnością mózgową. Niemniej jednak pomiar TMD za pomocą dostępnego komercyjnego rozwiązania jest stosunkowo drogi i wymaga specjalistycznego czujnika zakładanego do ucha pacjenta. Dlatego w ramach wnioskowanego projektu proponujemy również nową, bezdotykową, tanią, a przede wszystkim nieinwazyjną metodę pomiaru podatności mózgowej polegającą na zarejestrowaniu TMD za pomocą kamery i analizie przemieszczeń za pomocą nowoczesnych technik przetwarzania zapisów video.