



Wrocław
University
of Science
and Technology

Implementacja algorytmu do analizy morfologicznej fali tętniczopochodnej ciśnienia wewnętrzczaszkowego

Implementation of an algorithm for morphological
analysis of intracranial pressure pulse waveform



autor: Hanna Jaworska

opiekun: dr inż. Agnieszka Kazimierska



Cel pracy

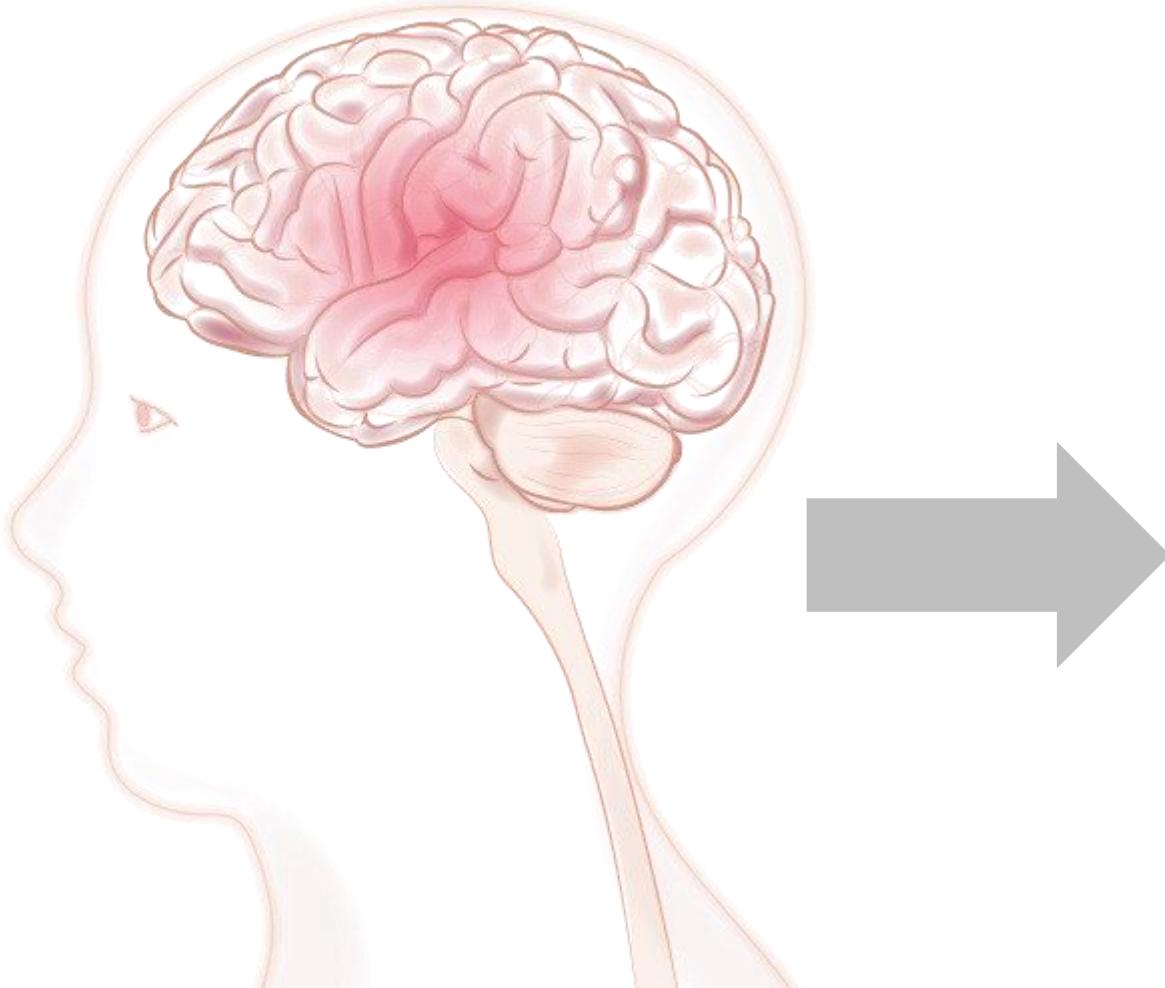
Opracowanie i implementacja algorytmu umożliwiającego automatyczne wykrywanie punktów charakterystycznych (maksimów lokalnych: P1, P2, P3) w przebiegu fali tętniczopochodnej sygnału ciśnienia śródczaszkowego oraz ocenę ich parametrów w kontekście zgodności mózgowej i rezerwy kompensacyjnej pacjentów z urazowym uszkodzeniem mózgu oraz wodogłowiem, w tym przeprowadzenie analizy statystycznej.

słowa kluczowe: ciśnienie wewnętrzczaszkwowe, fala tętniczopochodna, podatność mózgowa, urazowe uszkodzenie mózgu, rezerwa kompensacyjna, analiza sygnału biomedycznego

keywords: intracranial pressure, pulse waveform, cerebrospinal compliance, traumatic brain injury, compensatory reserve, biomedical signal analysis



Przestrzeń wewnętrzczaszkowa



mózgowie

krew

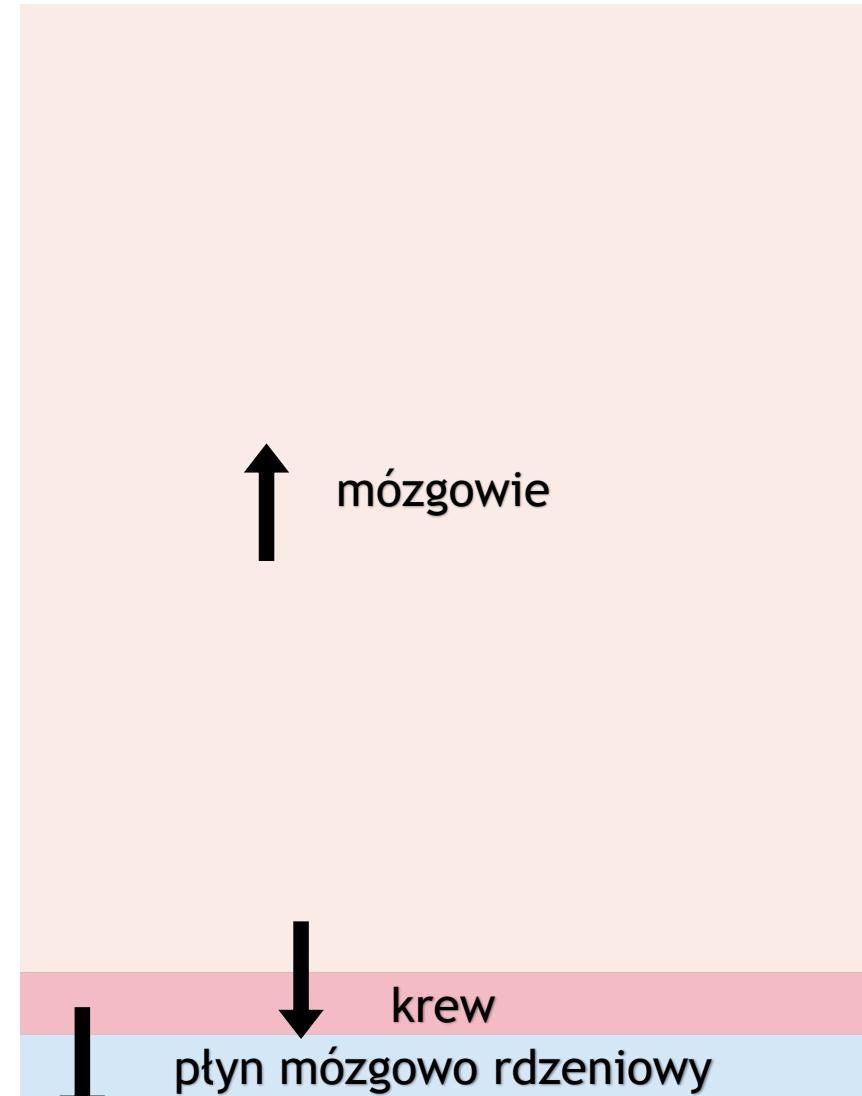
płyn mózgowo rdzeniowy



Przestrzeń wewnętrzczaszkowa

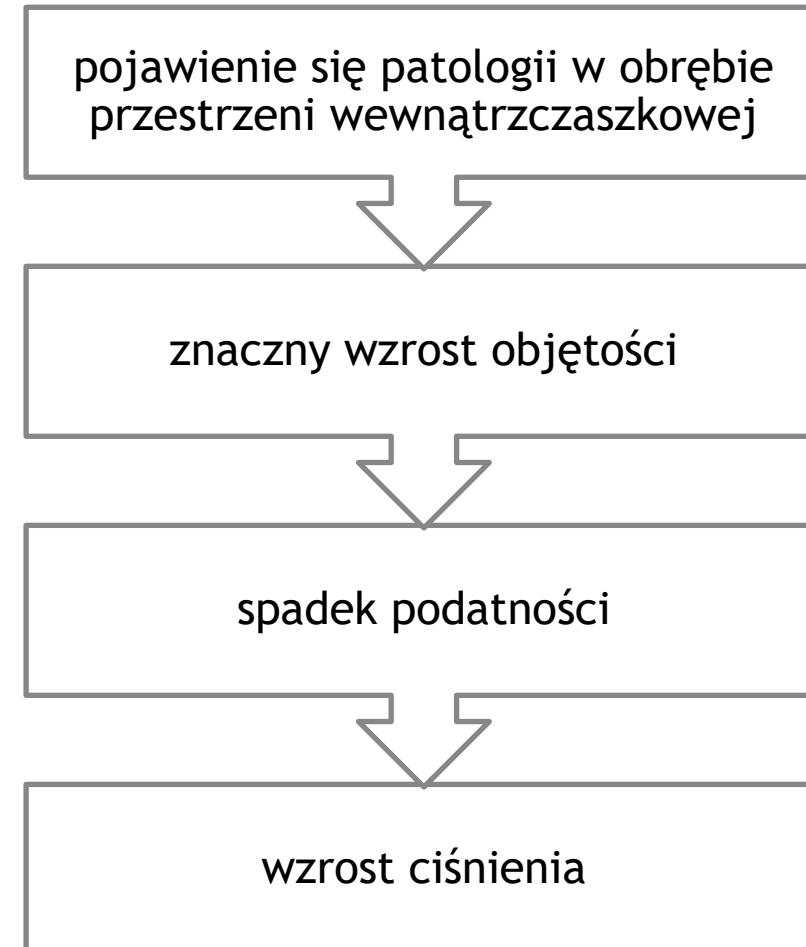


sumaryczna objętość jest
wartością stałą



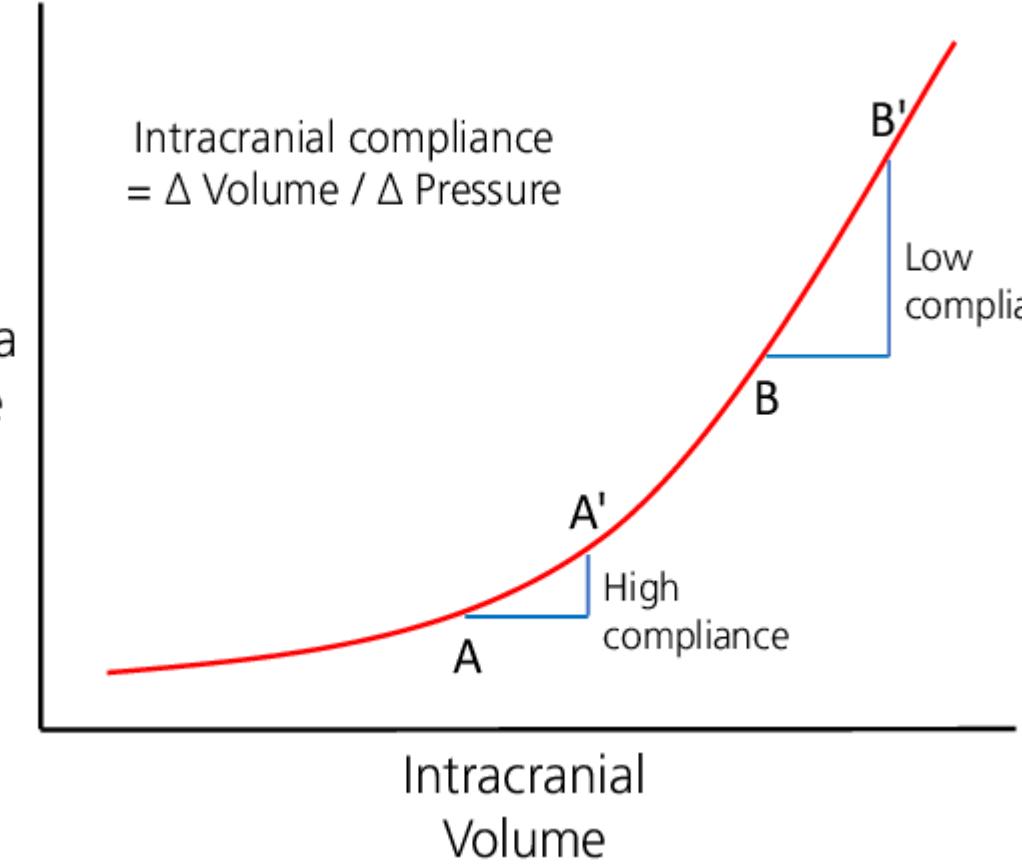


Podatność



Intracrania
l Pressure

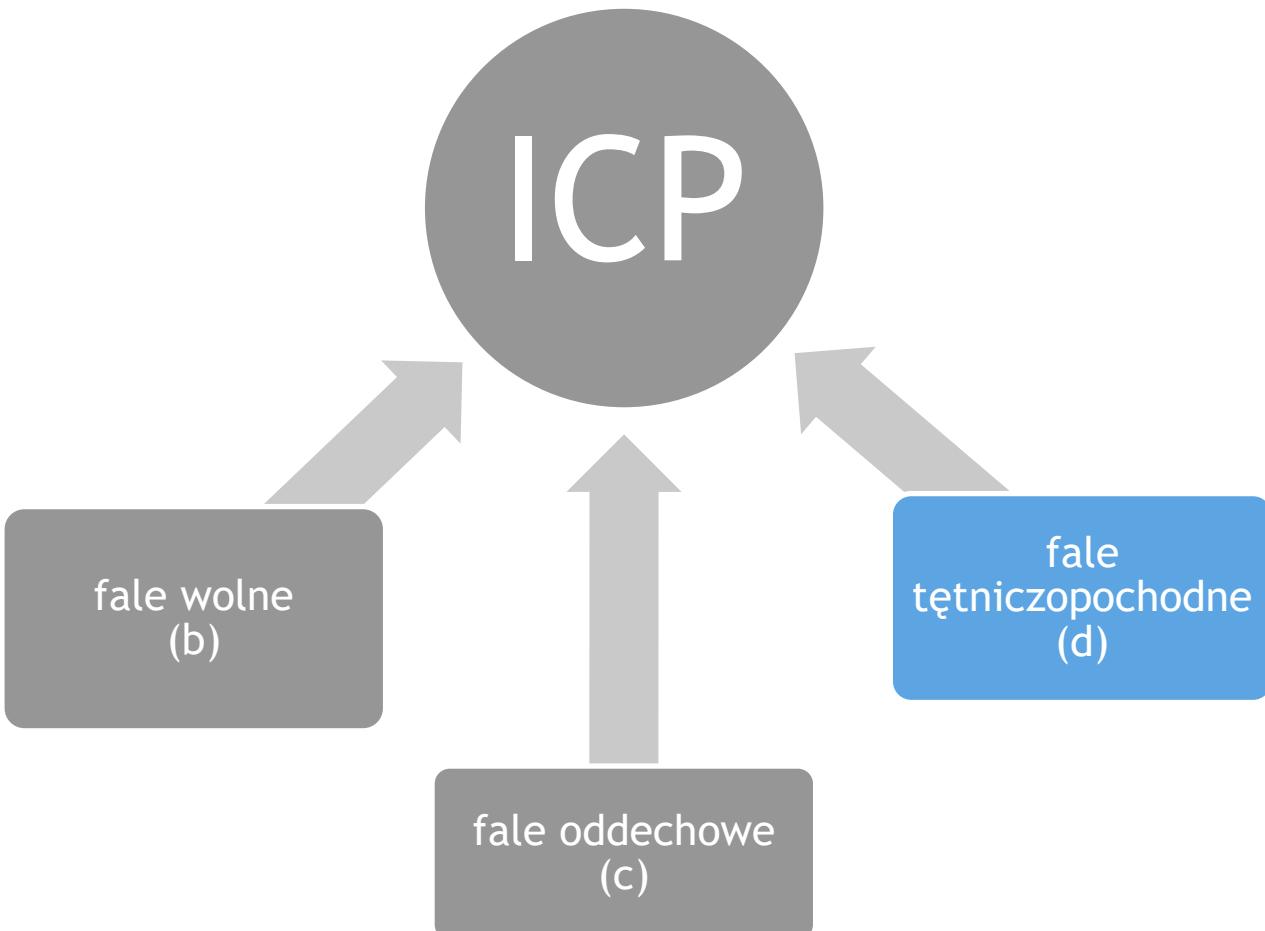
$$\text{Intracranial compliance} = \Delta \text{ Volume} / \Delta \text{ Pressure}$$



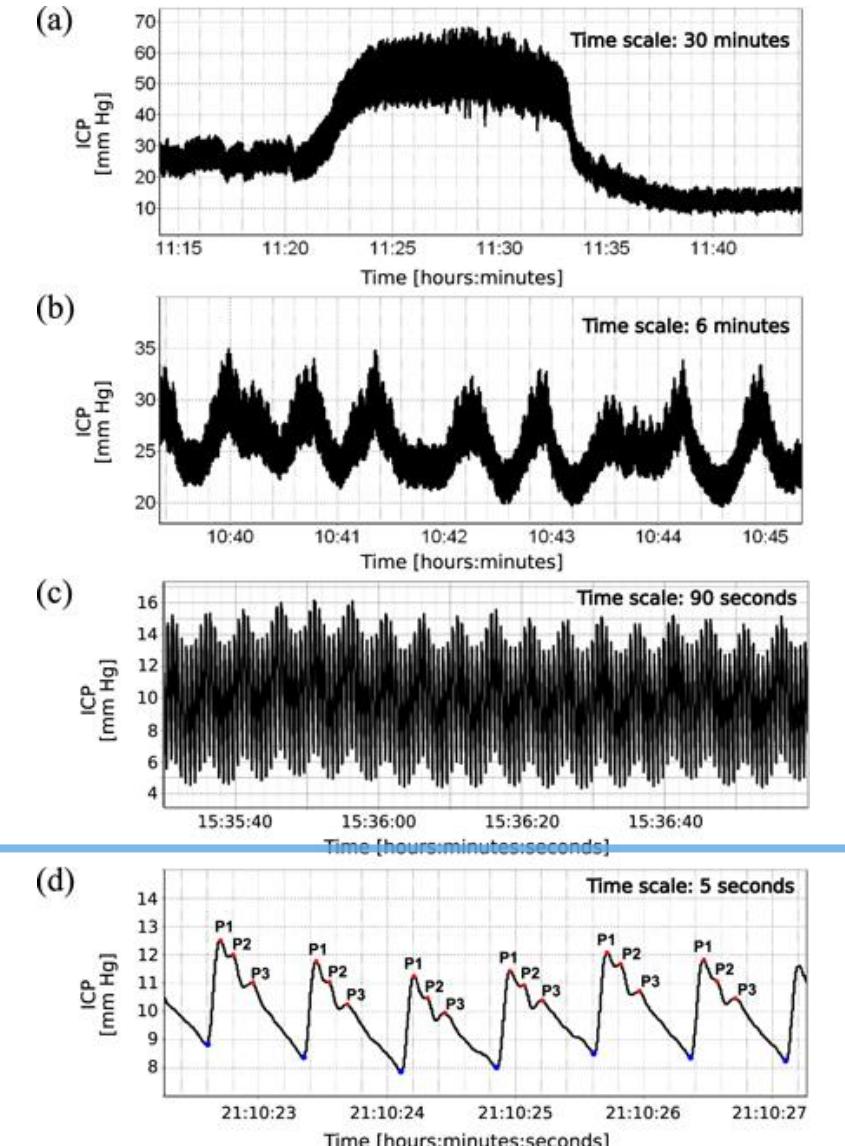
<https://www.researchgate.net/publication/311525405/figure/fig1/AS:752006645948417@1556303764554/intracranial-Pressure-Volume-curve-Note-the-small-increase-in-intracranial-pressure-with.png>



Ciśnienie wewnętrzczaszkowe ICP

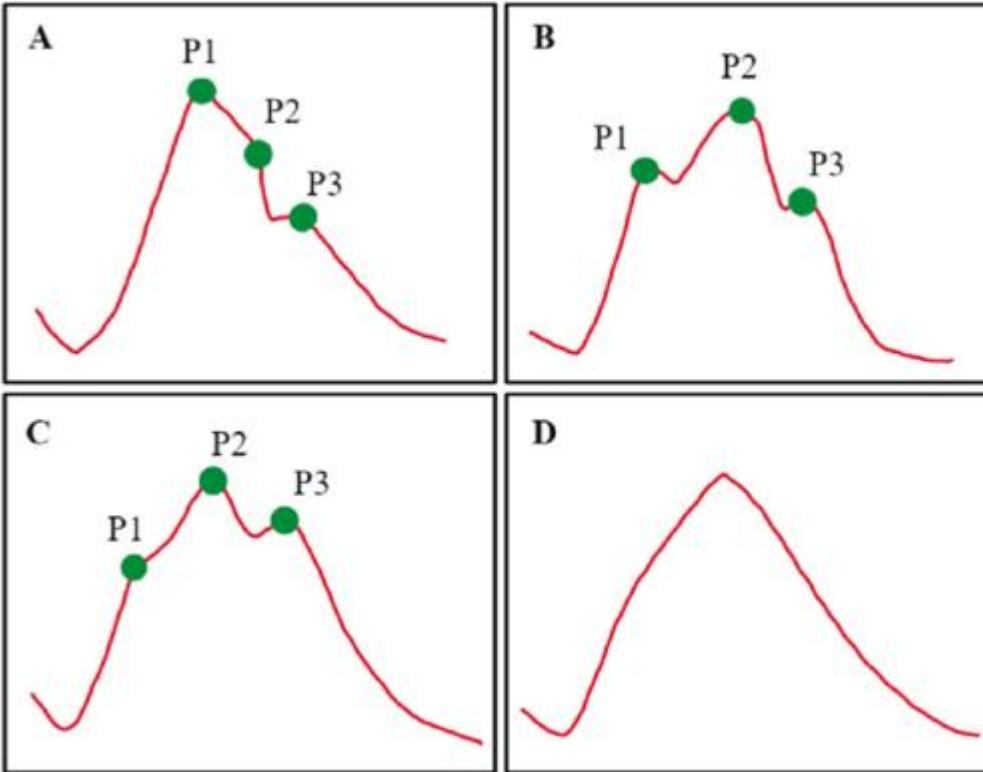


https://content.cld.iop.org/journals/0967-3334/44/10/10TR01/revision2/pmeaad0020f2_lr.jpg





Fala tętniczopochodna



A – wysoka podatność, duży zapas rezerwy kompensacyjnej

D – niska podatność, wyczerpana rezerwa kompensacyjna

Zmiana kształtu fali sygnalizuje pogorszenie kompensacji zanim nastąpi wzrost średniego ICP

<https://www.researchgate.net/publication/373704983/figure/fi g1/AS:11431281186807130@1694023118989/Pulse-waveform-analysis-of-ICP-Type-A-indicates-normal-ICP-there-is-a-stepwise.png>



Analiza kształtu fali

Główne problemy

- artefakty ruchowe
- szумy
- duża zmienność osobnicza
- częściowa lub niejednoznaczna prezentacja szczytów P1, P2 i P3

Zalety

- zapewnia ciągły monitoring w czasie rzeczywistym
- nie wymaga przeprowadzania dodatkowych inwazyjnych testów
- pozwala przewidywać pogorszenie stanu pacjenta
- umożliwia ocenę dynamiki kompensacji w odpowiedzi na interwencje terapeutyczne



Bibliografia

- M. C. Dewan, A. Rattani, S. Gupta, R. E. Baticulon, Y. C. Hung, M. Punchak, A. Agrawal, A. O. Adeleye, M. G. Shrime, A. M. Rubiano, J. V. Rosenfeld, K. B. Park, Estimating the global incidence of traumatic brain injury, *Journal of Neurosurgery*, 2019, 130(4), 1080–1097
- L. A. Calviello, Clinical Applications of Neuromonitoring Following Acute Brain Injury, PhD Dissertation, University of Cambridge, 2019
- J. Sahuquillo, M. A. Poca, M. Arribas, A. Garnacho, E. Rubio. Interhemispheric supra-tentorial intracranial pressure gradients in head-injured patients: are they clinically important?, *Journal of Neurosurgery*, 1999, 90, 16–26
- F. Gjerris, J. Brennum, O. B. Paulson, P. S. Sørensen The cerebrospinal fluid, intracranial pressure and herniation of the brain, *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 2004, 179–196
- S. L. Bratton, R. M. Chesnut, J. Ghajar, Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. VIII. Intracranial pressure thresholds, *Journal of Neurotrauma*, 2007, 24 (supplement 1), 55–58
- H. Dai, X. Jia, L. Pahren, J. Lee, B. Foreman, Intracranial Pressure Monitoring Signals After Traumatic Brain Injury: A Narrative Overview and Conceptual Data Science Framework, *Frontiers in Neurology*, 2020, 11, 959
- M. Czosnyka, P. Smielewski, I. Timofeev, Intracranial pressure: more than a number, *Neurosurgical Focus*, 2007, 22(5), E10
- T. Ellis, J. McNames, M. Aboy, Pulse morphology visualization and analysis with applications in cardiovascular pressure signals, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 2007, 54(9), 1552–1559
- J. Y. Fan, C. Kirkness, P. Vicini, R. Burr, P. Mitchell, Intracranial pressure waveform morphology and intracranial adaptive capacity, *American Journal of Critical Care*, 2008, 17(6), 545–554
- D. Legé, L. Gergelé, M. Prud'homme, J. C. Lapayre, Y. Launey, J. Henriet, A Deep Learning-Based Automated Framework for Subpeak Designation on Intracranial Pressure Signals, *Sensors (Basel)*, 2023, 23(18), 7834