

- [29] Kim K. Fully iterative scatter corrected digital breast tomosynthesis using GPU-based fast Monte Carlo simulation and composition ratio update. / K. Kim, T. Lee, Y. Seong, J. Lee, K. E. Jang, J. Choi, Y. W. Choi, H. H. Kim, H. J. Shin, J. H. Cha, S. Cho, J. C. Ye // *Med. Phys.* – 2015. – 42(9). – P. 5342-5355. <https://doi.org/10.1118/1.4928139>
- [30] Jassam K. REMOVAL OF RANDOM NOISE FROM CONVENTIONAL DIGITAL X-RAY IMAGES. / K. Jassam // *Int. Soc. Photogrammetry Remote Sens.* – 1992. – 29. – P. 113-118.
- [31] Wei Z. A patient-specific scatter artifacts correction method. / Z. Wei, B. Stephen, N. Kai, S. Sebastian, R. Kevin, C. Guang-Hong // *Proc. SPIE 9033, Medical Imaging 2014: Physics of Medical Imaging*. – 2014. – 9033. – P. 10-17.
- [32] Danyk A.Y. Optimization of grid-less scattering compensation in X-ray imaging: Simulation study. / A.Y. Danyk, S. Radchenko, O.O. Sudakov // *2017 IEEE 37th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO)*. – 2017. – P. 316-320.
- [29] KIM, K. et al. (2015) Fully iterative scatter corrected digital breast tomosynthesis using GPU-based fast Monte Carlo simulation and composition ratio update. *Med. Phys.* 42(9). p. 5342-5355. <https://doi.org/10.1118/1.4928139>
- [30] JASSAM, K. (1992) REMOVAL OF RANDOM NOISE FROM CONVENTIONAL DIGITAL X-RAY IMAGES. *Int. Soc. Photogrammetry Remote Sens.* 29. p.113-118.
- [31] WEI, Z. et al. (2014) A patient-specific scatter artifacts correction method. In *Proc. SPIE 9033, Medical Imaging 2014: Physics of Medical Imaging*. San Diego, California, United States, 19 March 2014. SPIE 9033: pp. 10-17 <https://doi.org/10.1117/12.2043923>
- [32] DANYK, A.Y., RADCHENKO, S. & SUDAKOV, O.O. (2017) Optimization of grid-less scattering compensation in X-ray imaging: Simulation study. In *2017 IEEE 37th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO)*. Kiev, Ukraine, 18-20 April 2017. IEEE: pp.316-320. <https://doi.org/10.1109/ELNANO.2017.7939770>
- [33] JOSCHA, M. et al. (2018) Deep scatter estimation (DSE): feasibility of using a deep convolutional neural network for real-time x-ray scatter prediction in cone-beam CT. In *Proc. SPIE 10573, Medical Imaging 2018: Physics of Medical Imaging*. Houston, Texas, United States, 9 March 2018. SPIE 10573: pp.1-6 <https://doi.org/10.1117/12.2292919>

Надійшла до редколегії 20.11.2018

СУЧАСНА ФІЗИКА

УДК 532.511 : 532.59 : 612.12-008.331 : 612.15:615.849

Б.В. Бацак¹, асп.,
Ю.Ф. Забашта², д.ф.-м.н., проф.,
О.С. Свечнікова³, к.ф.-м.н., с.н.с.

B.V. Batsak¹, Ph stud.,
Yu.F. Zabashta², Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.,
O.S. Svechnikova, PhD, Sen. Sci. Res.

Відбиті хвилі та кровоток у судинах

Reflected waves and blood flow in vessels

^{1,2,3}Київський національний університет імені
Тараса Шевченка, 01601, м. Київ, вул.
Володимирська 64/13,
e-mail: ¹dr.batsak@gmail.com,
²zabashta@univ.kiev.ua,
³oksana.svechnikova@gmail.com.

^{1,2,3}Taras Shevchenko National University of Kyiv,
01601, Kyiv, Volodymyrska st. 64/13,
e-mail: ¹dr.batsak@gmail.com,
²zabashta@univ.kiev.ua,
³oksana.svechnikova@gmail.com.

За допомогою MPT - методу вивчається поведінка пульсової хвилі в аорті. Встановлено, що швидкість кровотоку пропорційна зміні площі поперечного перерізу судини. Показано, що цей факт є свідченням відсутності впливу відбитих хвиль на форму пульсової хвилі.

Ключові слова: пульсова хвиля, MPT – метод, відбиті хвилі.

Currently, the majority of hemodynamic parameters, such as blood flow velocity, pulse wave velocity, blood pressure parameters, and the biomechanical properties of the arterial wall, are studied in detail both in normal conditions and in pathology. However, in real hemodynamics (in vivo) there is a combination of these factors. The problem of their interaction of a pulse wave with obstacles (stenosis, bifurcation, and so on) remains poorly understood. The aim of our work was to study the behavior of the pulse wave in the aorta as an integral indicator of the interaction of the main parameters of hemodynamics using the MRI method. The method of studying the behavior of the pulse wave in the aorta is based on the hydrodynamic theory of blood movement in the vessels. Using this theory, a formula was obtained that relates the change in the cross-sectional area of a vessel during pulse wave propagation and blood flow velocity. Experimental determination of blood flow parameters and the state of the vascular wall of the thoracic aorta was carried out using magnetic resonance imaging. Computer processing of phase-contrast images was carried out using the Q Flow software package and the dependences of the blood flow velocity and the cross-sectional area of the vessels on time were obtained. As a result, it was found that the blood flow velocity is proportional to the change in the cross-sectional area of the vessel. It is shown that this fact indicates the absence of the influence of the reflected waves on the pulse wave shape.

Key Words: pulse wave, MRI - method, reflected waves.

Статтю представив академік НАН України, д.ф.-м.н., проф. Булавін Л.А.

Вступ

Як відомо (напр. [1, 2, 3] та ін.), кров у судинній системі переноситься пульсовою хвилею. Поширюючись у судинах, ця хвиля натрапляє на перешкоди, до яких відносяться стенози – різкі зміни форми та розміру поперечного перерізу судини, біфуркації – розгалуження судин тощо.

Перешкоди є джерелом появи відбитих хвиль. Загальноприйнятою (напр., [2, 1, 3] та ін.) є теза про суттєвий вплив відбитих хвиль на процеси кровотоку в судинах.

Метою даної статті є експериментальна перевірка згаданої тези.

Залежність між швидкістю кровотоку та площею поперечного перерізу судини

Для того, щоб відповісти на запитання, який експеримент слід виконати у даному випадку, розглянемо задачу про поширення пульсової хвилі у судині нескінченної довжини.