

## STRESZCZENIE:

Zwężenie zastawki aortalnej – stenoza aortalna – jest najbardziej powszechną wadą zastawkową w krajach rozwiniętych. 81,9% zwężeń zastawki aortalnej ma postać degeneracyjno-zwapnieniową. W związku z wydłużaniem się średniej czasu trwania życia oraz starzeniem się społeczeństw częstość występowania zwężenia zastawki aortalnej będzie wzrastać, jednocześnie narastać będzie rozpowszechnienie ciężkiej postaci stenozы aortalnej. Leczeniem z wyboru u chorych z ciężką stenozą aortalną jest wszczepienie protezy zastawki w pozycję aortalną. Dla dużej grupy osób starszych, obciążonych licznymi schorzeniami towarzyszącymi, ryzyko klasycznego zabiegu kardiochirurgicznego wymiany zastawki aortalnej jest zbyt duże. Dla tej grupy chorych rozwiązaniem jest przezskórne (przezcewnikowe) wszczepienie zastawki aortalnej (ang. *Transcatheter Aortic Valve Implantation*, TAVI).

W procedurze kwalifikacji do zabiegów TAVI rutynowo wykonuje się badania obrazowe, które mają na celu określenie wymiarów zastawki aortalnej i opuszki aorty oraz możliwości wykorzystania poszczególnych dostępów tętniczych. „Złotym standardem” jest obecnie wykonywanie w tym celu badań tomografii komputerowej (TK) serca i dużych naczyń.

Pamiętać należy, że badania tomografii komputerowej wiążą się z narażeniem pacjenta na promieniowanie jonizujące. Najpoważniejszym źródłem narażenia na promieniowanie jonizujące we współczesnym świecie są właśnie ekspozycje medyczne, a rozpowszechnienie badań TK powoduje, że metoda ta zajmuje tutaj znaczące miejsce. Zgodnie z zasadą ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) podczas wykonywania procedur z wykorzystaniem promieniowania jonizującego należy poszukiwać sposobów redukcji jego dawki, optymalnie przy zachowaniu odpowiedniej jakości uzyskanych obrazów diagnostycznych, a czasem nawet kosztem nieistotnego obniżenia jakości takich obrazów.

**Celem niniejszej pracy było poszukiwanie możliwości optymalizacji dawki promieniowania jonizującego w badaniach tomografii komputerowej w procedurze kwalifikacji do zabiegu TAVI.**

Rozprawę doktorską stanowi cykl trzech artykułów naukowych składający się z jednej pracy przeglądowej oraz dwóch prac oryginalnych.

W pracy przeglądowej na podstawie dostępnego piśmiennictwa omówiono współczesne poglądy na temat wpływu promieniowania jonizującego na organizmy żywe, zagadnienie dawek promieniowania w badaniach oraz dokonano przeglądu doniesień z dużych analiz dotyczących dawek promieniowania w badaniach układu sercowo-naczyniowego, w tym badaniach przed zabiegami TAVI z ostatnich 10 lat. Przedstawiono wielkości dawek promieniowania przy zastosowaniu różnych protokołów badań. Dokonano również analizy sposobów obniżenia dawki promieniowania w badaniach TK.

W pierwszej pracy oryginalnej dokonano oceny zależności między dawką promieniowania jonizującego a powtarzalnością pomiarów aorty w badaniach TK serca i dużych naczyń w ramach standardowej kwalifikacji do zabiegów TAVI. Na podstawie analizy statystycznej wykazano, że wielkość dawki promieniowania w rutynowych badaniach TK w kwalifikacji do TAVI zasadniczo nie wpływa na powtarzalność pomiarów zastawki aortalnej i opuszki aorty, co uzasadnia próby wykonywania tych badań z zastosowaniem niższych dawek promieniowania. Jednakże ze względu na pojedyncze, istotne statystycznie zależności pomiędzy dawką promieniowania a stopniem powtarzalności wymiarowania zastawki aortalnej i opuszki aorty proponuje się, aby po badaniach z niższymi dawkami promieniowania następowała kontrola stopnia powtarzalności tych pomiarów.

W drugiej pracy oryginalnej dokonano oceny możliwości obniżenia dawki promieniowania jonizującego w badaniach TK przed zabiegami TAVI na podstawie oszacowania wskaźnika uwapnienia zastawki aortalnej z obrazów fazy angiograficznej, zamiast dedykowanej do tego osobnej, natywnej serii badania. Wskaźnik ten wykorzystywany jest jako dodatkowy parametr w kwalifikacji do zabiegów TAVI u pacjentów z niskogradentowym zwężeniem zastawki aortalnej i zachowaną frakcją wyrzutową lewej komory. W pracy wykazano, że w oparciu o obrazy fazy angiograficznej badania TK można ocenić stopień uwapnienia zastawki aortalnej, co – ze względu na pominięcie natywnej fazy badania – skutkuje mniejszą dawką promieniowania jonizującego. Wielkość osiągniętej w ten sposób potencjalnej redukcji dawki promieniowania jonizującego określona parametrem DLP w niniejszej pracy wyniosła średnio  $30,50 \pm 26,85$  mGy\*cm, co stanowi  $4,45 \pm 1,54\%$  całkowitej dawki promieniowania zastosowanej w badaniu TK serca i dużych naczyń przed TAVI.

## SUMMARY

Aortic valve stenosis - aortic stenosis - is the most common valvular defect in developed countries. 81.9% of aortic valve stenosis is degenerative and calcified. With increasing life expectancy and an aging population, the incidence of aortic valve stenosis will increase, at the same time, the prevalence of severe aortic stenosis will increase. The treatment of choice for patients with severe aortic stenosis is implantation of a valve prosthesis in the aortic position. For a large group of elderly patients, burdened by numerous comorbidities, the risk of classical cardiac surgery for aortic valve replacement is too high. For this group of patients, the solution is percutaneous (transcatheter) aortic valve implantation (TAVI).

In the qualification procedure for TAVI, imaging studies are routinely performed to determine the dimensions of the aortic valve and aortic leaflet, as well as the feasibility of using particular arterial accesses. "The gold standard" nowadays is to perform computed tomography (CT) scans of the heart and great vessels for this purpose.

It should be remembered that CT scans involve patient exposure to ionizing radiation. The most serious source of exposure to ionizing radiation in the modern world is just medical exposures, and the prevalence of CT examinations makes this method occupy a significant place here. According to the ALARA (As Low As Reasonably Achievable) principle, when performing procedures with ionizing radiation, one should look for ways to reduce its dose, optimally while maintaining the quality of the obtained diagnostic images, and sometimes even at the expense of a negligible reduction in the quality of such images.

**The purpose of this dissertation was to seek ways to optimize the dose of ionizing radiation in CT scans in the qualification procedure for TAVI.**

The dissertation is a series of three scientific articles consisting of one review paper and two original papers.

The review paper, on the basis of the available literature, discusses contemporary views on the effects of ionizing radiation on living organisms, the issue of radiation doses in examinations, and reviews reports of large studies on radiation doses in cardiovascular examinations, including examinations before TAVI procedures from the last 10 years. The magnitudes of radiation doses using different study protocols are presented. Ways to reduce radiation dose in CT examinations were also analyzed.

In the first original study, the relationship between the dose of ionizing radiation and the repeatability of aortic dimension measurements using cardiac and large vessel CT as part of the standard qualification for TAVI procedures was evaluated. Based on statistical analysis, it was shown that the amount of radiation dose in routine CT examinations in TAVI qualification generally does not affect the repeatability of aortic valve measurements, justifying attempts to perform these examinations with lower radiation doses. However, because of the single statistically significant relationship between radiation dose and the degree of reproducibility of aortic valve sizing, it is proposed that examinations with lower radiation doses should be followed by a check of the degree of reproducibility of aortic valve sizing.

The second original paper evaluates the possibility of lowering the radiation dose in CT examinations before TAVI procedures based on the estimation of the aortic valve calcification index from angiographic phase images, instead of a dedicated separate native examination series. This index is used as an additional parameter in the qualification for TAVI procedures in patients with low-grade aortic valve stenosis and preserved left ventricular ejection fraction. The study shows that based on the angiographic phase images of the CT scan, it is possible to assess the degree of calcification of the aortic valve, which, due to the omission of the native phase of the scan, results in a lower dose of ionizing radiation. The magnitude of the potential reduction in ionizing radiation dose thus achieved, as determined by the DLP parameter in the present study, averaged  $30.50 \pm 26.85$  mGy\*cm, or  $4.45 \pm 1.54\%$  of the total radiation dose applied to CT examination of the heart and great vessels before TAVI.