

## Streszczenie

Położenie i struktura nerek pozwalają na klarowną ocenę tych narządów w badaniach obrazowych. Bardzo dobra ocena miększu nerek, ich wielkości i zaopatrujących je naczyń krwionośnych możliwa jest w badaniu tomografii komputerowej; wraz z ultrasonografią oraz badaniem rezonansu magnetycznego należy do podstawowych metod oceny nerek. Tomografia komputerowa jamy brzusznej i miednicy jest często zlecanym badaniem obrazowym w diagnostyce klinicznej, umożliwiającym diagnostykę chorób dróg moczowych zarówno w badaniach bez, jak i z dożylnym podaniem środka kontrastowego.

Znajomość anatomii nerek i stosunkowa łatwość pomiarów umożliwiły szereg badań wykazujących związek ich morfologii z płcią, budową ciała i z czynnością narządu. Za najczulsze parametry morfologiczne korelujące z funkcją nerek uznaje się ich objętość, długość (wymiar dwubiegunowy), grubość oraz objętość kory nerkowej. Poza budową nerek analizowane jest również ich unaczynienie i jego wpływ na czynność nerek.

Przewlekła choroba nerek (PChN) zaliczana jest do chorób cywilizacyjnych XXI wieku a jej rozpowszechnienie na świecie szacowane jest na około 10% populacji. W codziennej praktyce klinicznej funkcję nerek określa się oszacowanym wskaźnikiem filtracji kłębuszkowej (eGFR) otrzymanym na podstawie formuł matematycznych, uwzględniających wiek, płeć, masę ciała i poziom kreatyniny w surowicy krwi Pacjentów. PChN diagnozowana jest przy wartości eGFR poniżej 60 ml/min./1,73m<sup>2</sup> bez względu na obecność lub brak innych wykładników ich uszkodzenia lub powyżej 60 ml/min./1,73m<sup>2</sup> przy stwierdzanych innych wskaźnikach uszkodzenia narządu. Za najczęstsze schorzenia, w przebiegu których rozwinać się może PChN uznaje się cukrzycę, nadciśnienie tętnicze, choroby układu sercowo-naczyniowego i uogólnioną miażdżycę.

Celem pracy było określenie związku wybranych parametrów budowy i unaczynienia nerek z ich czynnością na podstawie możliwych do wykonania w codziennej praktyce pomiarów. Oceniano objętość i długość nerek, grubość ich warstwy korowej, morfologię tętnic nerkowych ze stopniem ich uwapnienia i zwężenia oraz ukrwienie nerki. Objętość nerek określano na podstawie formuły na objętość elipsoidy. Grubość kory nerkowej mierzono w środkowej części nerki i następnie zweryfikowano o grubość całego miększu. Ukrwienie nerek określano na podstawie stworzonego na potrzeby analizy badawczej

wskaźnika wzmocnienia kory, który pozwalał na ocenę „pseudopofuzji” mięszu. Na podstawie otrzymanych wyników uwapnienia tętnic nerkowych, analogicznie do stosowanego w diagnostyce kardiologicznej wskaźnika określającego obciążenie zwapnieniami tętnic wieńcowych - CAC score (Coronary Artery Calcium score), podjęto próbę określenia takiego wskaźnika dla tętnic nerkowych, nazywając go na potrzeby badania – RAC-score (Renal artery calcium score).

Badania wykonywano w okresie 20.07.2018-15.02.2020r. w grupie 129 Pacjentów kierowanych na badanie TK jamy brzusznej lub TK jamy brzusznej i miednicy (bez związku z projektem badawczym) do Zakładu Radiologii i Diagnostyki Obrazowej w 4. Wojskowym Szpitalu Klinicznym z Polikliniką SP ZOZ we Wrocławiu. Wykluczeni z oceny byli Pacjenci kierowani na badania z powodu chorób układu moczowego i po zabiegach operacyjnych nerek, w tym nefrektomii. Na podstawie wywiadu i dostępnej dokumentacji medycznej dokonano oceny Pacjentów pod kątem współchorobowości (zaburzeń gospodarki węglowodanowej i lipidowej, nadciśnienia tętniczego, chorób sercowo-naczyniowych). Na przeprowadzenie badania uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej UM we Wrocławiu (zgoda nr KB- 395/2018).

Badania wykonano na 258 nerkach, według znormalizowanego protokołu, z dostosowaną do masy ciała Pacjentów objętością środka kontrastowego. Dzięki zastosowanej technice wyzwalania skanowania na podstawie zdefiniowanego obszaru zainteresowania (ROI), w którym mierzono wzmocnienie kontrastowe, zminimalizowano czynniki wpływające na zaburzenie wzmocnienia nerek takich jak masa ciała Pacjenta czy niewydolność krążenia.

W badaniu wykazano istotne zależności między budową nerek, ich unaczynieniem i funkcją narządu. eGFR silnie korelował z objętością i długością nerek oraz wykazywał silny związek z ukrwieniem nerki na poziomie kory. Mniejsze wymiary nerek wiązały się z niższym eGFR, natomiast wyższe wartości eGFR stwierdzano przy wyższym wskaźniku wzmocnienia kory. Dobrą miarą objętości okazał się Renal Volume Index, który również silnie korelował z czynnością nerek i ich ukrwieniem. Stopień uwapnienia tętnic nerkowych silnie wpływał zarówno na czynność nerek, jak i ich ukrwienie, w obydwu przypadkach wpływając na obniżenie, odpowiednio, eGFR i wskaźnika wzmocnienia kory. Postępujące zmniejszanie się wymiarów nerek, pogarszanie ich funkcji oraz ukrwienia było silnie związane z wiekiem.

Przeprowadzona analiza pozwoliła na wysunięcie wniosków, iż na podstawie pomiarów wykonanych w rutynowych badaniach TK jamy brzusznej możliwe są do określenia parametry morfologiczne i czynnościowe silnie korelujące z funkcją nerek. Istotne okazało się stwierdzenie zwapnień w tętnicach nerkowych, które w codziennej praktyce powinno być raportowane. Stwierdzenie dużych rozmiarów nerek (które wiązało się z obecnością nadliczbowych tętnic) nakazuje z kolei wnikliwą diagnostykę, szczególnie przed planowymi zabiegami chirurgicznymi (w tym transplantologicznymi). Badanie pokazało również możliwość oceny ukrwienia nerek bez konieczności stosowania dedykowanego oprogramowania.

## Abstract

The location and structure of the kidneys enables a clear assessment of these organs in imaging tests. Computed tomography enables a good assessment of the kidney parenchyma, their size and supplying blood vessels. Along with ultrasound and magnetic resonance imaging, it is one of the primary methods of kidney evaluation. Computed tomography of the abdomen and pelvis is a frequently ordered imaging test in clinical diagnostics, enabling the diagnosis of urinary tract diseases in tests performed either with or without the intravenous administration of the contrast agent.

Knowledge of the kidney anatomy and the overall ease of measurement enabled a series of studies showing the relationship of their morphology with gender, body structure, and organ function. The most sensitive morphological parameters correlating with kidney function include their volume, length (bipolar dimension), thickness, and renal cortex volume. Apart from the kidneys' structure, their vascularization and its influence on kidney function has also been analysed.

Chronic kidney disease (CKD) is classified as a civilization-related disease, and its prevalence in the world is estimated at about 10% of the population. In everyday clinical practice, renal function is determined by the estimated glomerular filtration rate (eGFR) obtained from mathematical formulas considering age, sex, body weight, and serum creatinine level. CKD is diagnosed when the eGFR value is below  $60 \text{ ml/min./1.73 m}^2$ , regardless of the presence or absence of other indicators of their damage or above  $60 \text{ ml/min./1.73 m}^2$  with other indicators of the organ damage. Diabetes, hypertension, cardiovascular diseases, and generalized atherosclerosis are considered the most common diseases associated with CKD development.

The aim of this study was to determine the relationship between selected parameters of the structure and vascularization of the kidneys and their function based on measurements performed in everyday radiological practice. The assessed parameters included volume and length of the kidneys, the thickness of the cortex, morphology of renal arteries with the degree of their calcification, lumen narrowing, and renal blood supply. Kidney volume was determined by the ellipsoid volume formula. The thickness of renal cortex was measured in the middle part of the kidney and then verified for the thickness of the entire parenchyma. The blood supply was determined based on the cortical enhancement

index created for the purpose of the research analysis, which enabled the assessment of the "pseudo-perfusion" of the parenchyma. Based on the obtained results of renal arteries calcification, similarly to the CAC score (Coronary Artery Calcium score) used in cardiological diagnostics, an attempt was made to determine such an indicator for renal arteries, calling it for the purpose of this study - RAC-score (Renal artery calcium score).

Radiological examinations were performed between July 20, 2018, to February 15, 2020. in a group of 129 patients referred for a CT of the abdomen or abdomen and pelvis (not related to the research project) to the Department of Radiology and Imaging Diagnostics at the 4th Military Clinical Hospital with the Polyclinic SP ZOZ in Wrocław. The exclusion criteria were diseases of the urinary system and condition after kidney surgery, including nephrectomy. Based on the interview and available medical documentation, the Patients were assessed for comorbidity (carbohydrate and lipid metabolism disorders, hypertension, cardiovascular diseases).

Radiographic examinations were performed on 258 kidneys according to a standardized protocol, with the volume of the contrast medium adjusted to the patient's body weight. Thanks to the technique of scan triggering based on the defined region of interest (ROI), the factors influencing the impairment of kidney enhancement, such as the patient's body weight or circulatory failure, were minimized.

The study showed significant dependences between the structure of the kidneys, their vascularity and organ function. There was a strong correlation between eGFR and the volume and length of the kidneys as well as the renal perfusion at the cortex level. Smaller kidney dimensions were associated with lower eGFR, while higher eGFR values were found with a higher cortical enhancement index. The Renal Volume Index turned out to be a good measure of volume, which also strongly correlated with kidney function and blood supply. The degree of renal arteries calcification strongly influenced both the renal function and its blood supply, in both cases, affecting the lowering of the eGFR and the cortical enhancement index, respectively. Progressive reduction in the size of the kidneys, deterioration of their function and blood supply were strongly related to age.

The analysis showed that based on measurements performed in routine abdominal CT examinations, it is possible to determine morphological and functional parameters strongly correlating with kidney function. Renal arteries calcification turned out to be essential to report in everyday practice. The detection of large kidneys (which was associated with supernumerary arteries) requires a thorough diagnosis, especially before

planned surgical procedures (including transplantation). The study also showed the possibility of assessing kidney blood supply without the need for dedicated software.