

# STRESZCZENIE

**WSTĘP:** Przełyk jest miejscem występowania wielu schorzeń, które można wykrywać i oceniać za pomocą wielowarstwowej tomografii komputerowej (MDCT). Szczególnym wskazaniem do stosowania tej metody obrazowania są nowotwory złośliwe, wśród których rak płaskonabłonkowy i gruczolakorak stanowią ponad 90%. Ich rozwój przez dłuższy czas przebiega bezobjawowo. Dolegliwości, do których należą dysfagia, zmniejszenie masy ciała i odynofagia, pojawiają się w zaawansowanym stadium klinicznym nowotworu, co skutkuje złym rokowaniem dla pacjentów.

Kluczowe dla wyboru właściwego leczenia raka przełyku jest precyzyjne określenie stadium zaawansowania klinicznego nowotworu. Tomografia komputerowa jest wymieniana jako jedno z podstawowych narzędzi służących do przedoperacyjnej oceny raka przełyku w wytycznych ESMO oraz AJCC/UICC. Znajduje zastosowanie także w badaniach kontrolnych po leczeniu neoadiuwantowym i chirurgicznym. Wielokrotne powtarzanie badania stwarza potrzebę obniżania dawek promieniowania (low-dose CT) w celu ograniczenia niepożądanych skutków promieniowania jonizującego. Utrzymanie wysokiej jakości obrazów przy wykonywaniu niskodawkowych badań jest możliwe przy wykorzystaniu iteracyjnych algorytmów rekonstrukcji obrazów (Sinogram Affirmed Iterative Reconstruction - SAFIRE). Dokładniejsze uwidocznienie ścian przełyku i połączenia przełykowo-żołądkowego otrzymuje się stosując protokół hydro-TK, w którym doustnie podana woda stanowi negatywny środek kontrastowy.

**CEL:** Celem pracy była ocena przydatności niskodawkowej hydrografii TK z zastosowaniem SAFIRE w rozpoznawaniu chorób przełyku. Jako cele szczegółowe wyznaczono:

1. Badanie dokładności diagnostycznej hydro-TK klatki piersiowej z zastosowaniem protokołów niskodawkowych i iteracyjnych w rozpoznawaniu schorzeń przełyku w porównaniu do wyników gastrokopii i badania histopatologicznego pobranych wycinków.
2. Badanie poziomu zgodności dwóch niezależnych radiologów w ocenie stopnia zaawansowania raka przełyku w klasyfikacji TNM na podstawie badania hydro-TK klatki piersiowej z zastosowaniem obniżonych dawek promieniowania i iteracyjnych algorytmów obróbki danych surowych (SAFIRE).
3. Analiza obrazu radiologicznego nowotworów przełyku w badaniu hydro-TK.

#### 4. Analiza dawek promieniowania w badaniach hydro-TK z zastosowaniem niskodawkowego protokołu CARE Dose 4D.

**MATERIAŁ I METODY:** Badaną grupę stanowiło 65 pacjentów (44 mężczyzn i 21 kobiet) w wieku od 40 do 91 lat. Średni wiek pacjentów wyniósł 64,3 lata. U wszystkich badanych przeprowadzono badanie tomografii komputerowej 64-rzędowym aparatem SOMATOM Definition AS + (Siemens Healthcare, Niemcy) w zakresie od górnego otworu klatki piersiowej do poziomu talerzy biodrowych. Zastosowano zmodyfikowany protokół hydrografii TK z użyciem niskich dawek promieniowania (low-dose CT) oraz wykorzystano iteracyjne algorytmy rekonstrukcji obrazów SAFIRE do obróbki danych surowych. Otrzymane obrazy zostały poddane retrospektywnej ocenie przez dwóch niezależnych radiologów, a uzyskane wyniki porównano z wynikami gastroskopii i badania histopatologicznego wycinków, które w pracy potraktowano jako metodę referencyjną.

Przeprowadzono analizę statystyczną zebranego materiału badawczego. W celu zbadania dokładności diagnostycznej hydro-TK klatki piersiowej w rozpoznawaniu chorób przełyku obliczono czułość, swoistość, dokładność rozpoznania, błąd klasyfikacji, predykcję dodatnią i ujemną oraz ujemny iloraz wiarygodności. Badanie poziomu zgodności dwóch radiologów w ocenie stopnia zaawansowania nowotworów przełyku w klasyfikacji TNM wykonano obliczając wartość współczynnika Kappa Cohena ( $\kappa$ ) z wagami kwadratowymi i błędami standardowymi dla Kappa. Wykonano również testy niezależności (dokładny test Fischera – dwustronny i test chi-kwadrat Pearsona).

**WYNIKI I WNIOSKI:** Na podstawie przeprowadzonych badań statystycznych otrzymano wyniki świadczące o dużej wiarygodności hydrografii TK z użyciem niskich dawek promieniowania oraz protokołów iteracyjnych w rozpoznawaniu chorób przełyku.

Wyniki analizy poziomu zgodności dwóch radiologów w ocenie stopnia zaawansowania raka przełyku przemawiają za dużą wartością badanej metody w jednoznacznej i kompletnej ocenie nowotworu w klasyfikacji TNM. Wykorzystanie hydro-TK w ocenie stopnia zaawansowania raka przełyku może mieć wpływ na wybór odpowiedniego postępowania terapeutycznego.

U pacjentów z przeciwwskazaniami do przeprowadzenia gastroskopii lub biopsji technika ta może być rozważana jako metoda z wyboru w rozpoznawaniu i ocenie zaawansowania raka przełyku.

Na podstawie cech obrazu guza przełyku w badaniu hydro-TK nie można określić jego typu histopatologicznego.

Zastosowanie protokołu CARE Dose 4D wraz z iteracyjnymi algorytmami obróbki obrazów znacznie zmniejszyło narażenie pacjentów na promieniowanie i w opinii badaczy nie wpłynęło negatywnie na postawione rozpoznania.

Podsumowując, hydrografia TK z zastosowaniem niskich dawek promieniowania i protokołów iteracyjnych jest wartościową metodą w rozpoznawaniu schorzeń przełyku oraz w ocenie stopnia zaawansowania raka przełyku. W celu rozszerzenia wskazań do jej stosowania należy przeprowadzić szerszej zakrojone badania i rozważyć obniżenie dawek używanych w rutynowej praktyce, zwłaszcza u pacjentów poddawanych wielokrotnym badaniom lub leczeniu z zastosowaniem promieniowania rentgenowskiego.

# ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Many medical conditions of the esophagus can be detected and assessed by multidetector computed tomography (MDCT). Malignant neoplasms (among which squamous cell carcinoma and adenocarcinoma account for over 90% of all cases) are a particular indication for the use of this method of imaging. The development of the aforementioned neoplasms is asymptomatic for a long time, and symptoms including dysphagia, weight loss and odynophagia occur in the advanced clinical stage of the tumor, which results in poor prognosis for patients.

Precise diagnosis of the clinical stage of esophageal cancer is particularly important for the selection of the appropriate treatment. Computed tomography is one of the primary tools for pre-operative evaluation of esophageal cancer in the ESMO, AJCC, and UICC guidelines. It is also used in follow-up after neoadjuvant and surgical treatment. Multiple repetition of the examination results in the need to reduce the radiation doses (low-dose CT) in order to minimize the undesirable effects of ionizing radiation. The use of iterative image reconstruction algorithms (Sinogram Affirmed Iterative Reconstruction – SAFIRE) ensures the maintenance of high-quality images while performing low-dose examinations. A more accurate visualization of the esophageal walls and the esophagogastric junction is obtained using the hydro-CT protocol in which orally administered water is a negative contrast agent.

**OBJECTIVE:** The aim of the study was to evaluate the utility of low-dose CT hydrograph (using SAFIRE) in the diagnosis of oesophageal diseases. The specific objectives are as follows:

1. Examination of the diagnostic accuracy of chest hydro-CT with the use of low-dose and iterative protocols in the diagnosis of esophageal diseases compared to the results of gastroscopy and histopathological examination of the collected specimens.
2. Study of the inter-rater reliability in the assessment of esophageal cancer staging in the TNM classification done by two independent radiologists based on chest hydro-CT with reduced radiation doses and iterative raw data processing algorithms (SAFIRE).
3. Analysis of the radiological image of the esophageal cancer in hydro-CT examination.
4. Analysis of radiation doses in hydro-CT studies using the low dose CARE Dose 4D protocol.

**MATERIAL AND METHODS:** The study group consisted of 65 patients (44 men and 21 women) aged 40 to 91 years. The mean age of the patients was 64.3 years. All patients underwent computed tomography examination from the clavicles to the iliac plates with the SOMATOM Definition AS + 64-row device (Siemens Healthcare, Germany). A modified low-dose CT hydrography protocol was used and iterative SAFIRE image reconstruction algorithms were applied to process raw data. The images obtained were subjected to retrospective evaluation by two independent radiologists, and the results were compared with the results of gastroscopy and histopathological examination of the specimens, which were treated as a reference method in the study.

A statistical analysis of the collected research material was carried out. In order to test the diagnostic accuracy of thoracic hydro-CT in the diagnosis of oesophageal diseases, the sensitivity, specificity, accuracy of diagnosis, classification error, positive and negative prediction and negative likelihood ratio were calculated. The examination of the inter-rater reliability level of two radiologists in the assessment of the esophageal cancer stage in the TNM classification was performed by calculating the Cohen's Kappa coefficient ( $\kappa$ ) with square weights and standard errors for Kappa. Independence tests were also performed (Fisher's exact test - two-tailed and Pearson's chi-square test).

**RESULTS AND CONCLUSIONS:** Based on the statistical studies performed, the results obtained prove the high reliability of CT hydrography with the use of low radiation doses and iterative protocols in the diagnosis of esophageal diseases.

The results of the analysis of the inter-rater reliability level of two radiologists in the assessment of the esophageal cancer advancement indicate that the tested method is of great value for unambiguous and complete tumor assessment in the TNM classification. The use of hydro-CT in the esophageal cancer stage assessment may influence the selection of an appropriate therapeutic procedure.

In patients with contraindications for gastroscopy or biopsy, this technique may be considered as the method of choice in the diagnosis and staging of esophageal cancer.

The histopathological type of the tumor cannot be determined on the basis of the image features of the esophageal tumor in the hydro-CT examination.

The use of the CARE Dose 4D protocol with iterative image processing algorithms significantly reduced the radiation exposure of patients and, in the opinion of the researchers, did not adversely affect the evaluation of the studies.

In conclusion, CT hydrography using low-dose radiation and iterative protocols is a valuable method in the diagnosis of esophageal diseases and in esophageal cancer staging. In order to increase the indications for its use, more extensive research should be carried out and reduction of doses used in routine practice should be considered, especially in patients undergoing multiple examinations or X-ray treatments.