

Wskazania do wykonywania badań obrazowych w zakażeniach SARS-CoV-2 - zalecenia Polskiego Lekarskiego Towarzystwa Radiologicznego

Andrzej Cieszanowski, Elżbieta Czekańska, Mariusz Furmanek, Barbara Giżycka, Katarzyna Gruszczyńska, Agnieszka Oronowicz-Jaškowiak, Joanna Podgórska, Zbigniew Serafin, Edyta Szurowska, Jerzy Walecki

Department of Radiology I, Maria Skłodowska-Curie National Research Institute of Oncology, Warsaw, Poland

Department of Radiology, Medical University of Lublin, Lublin, Poland

Department of Diagnostic Imaging, Centre of Postgraduate Medical Education, Warsaw, Poland

Department of Diagnostic Imaging, Multispeciality Hospital Megrez Sp. z o.o., Tychy, Poland

Department of Radiology and Nuclear Medicine, Faculty of Medical Science in Katowice, Medical University of Silesia

Department of Radiology and Diagnostic Imaging, Nicolaus Copernicus University, Collegium Medicum, Bydgoszcz, Poland

2nd Department of Radiology, Medical University of Gdansk

Wersja 10.12.2021

1. Wstęp

Pierwsze przypadki choroby COVID-19, spowodowane wirusem SARS-CoV-2, miały miejsce w mieście Wuhan, stolicy prowincji Hubei w środkowych Chinach w listopadzie 2019 roku. Pierwszy przypadek w Europie potwierdzono 24 stycznia 2020 roku; 11 marca 2020 roku Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) ogłosiła pandemię COVID-19, a 13 marca za centrum pandemii uznała Europę (1). W Polsce pierwszy przypadek odnotowano 4 marca 2020 roku. Ponad roczne światowe doświadczenia w prewencji, diagnostyce oraz leczeniu choroby, a także wiele publikacji naukowych poświęconych COVID-19, które ukazały się w tej dziedzinie, skłoniły autorów do uaktualnienia zaleceń Polskiego Towarzystwa Radiologicznego.

Jednocześnie mimo niespotykanych wcześniej postępów, jakie dokonały się w wielu dziedzinach medycyny, takich jak epidemiologia, wakcynologia czy radiologia, pandemia wciąż stanowi poważne wyzwanie dla ludzkości, w szczególności ze względu na nowe, bardziej zjadliwe szczepy wirusa, pojawiające się obecnie w takich krajach, jak Belgia, Wielka Brytania, czy Brazylia (2).

Obecne kryteria rozpoznania COVID-19 opierają się na objawach klinicznych, wywiadzie epidemiologicznym (do momentu udokumentowania transmisji lokalnej na danym obszarze) oraz badaniach laboratoryjnych. Ostatecznym potwierdzeniem COVID-19 jest pozytywny wynik testu molekularnego wykonanego techniką RT-PCR (3, 4). Choć kryteria rozpoznania COVID-19 nie uwzględniają badań obrazowych (5), takich jak radiogram (RTG), czy tomografia komputerowa (TK) klatki piersiowej, powstaje coraz więcej skal i narzędzi dla radiologów mających ułatwić rozpoznanie i ocenę zaawansowania choroby (6).

Rozważając wykonanie badania obrazowego należy pamiętać, że obrazy RTG i TK u chorych z COVID-19 są nieswoiste i nie pozwalają na odróżnienie tej choroby od innych zapaleń płuc (7). Z tego względu nie powinny być wykonywane w celu potwierdzenia, czy wykluczenia tego schorzenia. Służą one natomiast do wyjściowej oceny radiologicznej chorego i monitorowania postępu choroby. Badania obrazowe powinny być zlecane tylko w przypadkach, w których ich wynik może mieć wpływ na leczenie chorego. Równocześnie należy ograniczyć do minimum narażenie innych pacjentów i personelu.

2. Zalecenia ogólne dotyczące diagnostyki obrazowej u chorych z podejrzeniem lub z potwierdzonym COVID-19

1. Na podstawie badań obrazowych nie można rozpoznać zakażenia SARS-CoV-2, a jedynie uwidocznic zmiany w płucach (7).
2. Badania obrazowe należy zlecać jedynie, gdy ich wynik może zmienić sposób postępowania i leczenia chorych.
3. Dedykowane pracownie diagnostyki obrazowej dla badań pacjentów z COVID-19 znajdują się w szpitalach zakaźnych lub dedykowanych szpitalach jednoimiennych wg rozporządzenia MZ (8).
4. W szpitalach wielospecjalistycznych, w których znajdują się oddziały dla pacjentów zakażonych SARS-CoV-2, w przypadku badań planowych w pracowniach diagnostycznych wyznacza się okno czasowe, w którym badani są pacjenci z COVID-19, po którym dokonuje się dekontaminacji pomieszczeń, w których przebywali chorzy. W sytuacjach wymagających pilnej diagnostyki, tj. poza godzinami planowej pracy pracowni, pacjenci badani są w kolejności dyktowanej pilnością przypadku, a każdorazowo po badaniu wykonywanym u pacjentów z COVID-19 dokonuje się dekontaminacji.
5. Przed transportem pacjenta do pracowni diagnostyki obrazowej konieczne jest wykonanie diagnostyki w kierunku zakażenia SARS-CoV-2. Choć test PCR pozostaje podstawą do ostatecznego rozpoznania zakażenia (3), w wielu przypadkach, ze względu na krótszy czas oczekiwania, wstępną diagnostykę wykonuje się za pomocą testu antygenowego.
6. Na skierowaniu musi być zawarta wyraźna informacja na temat podejrzenia / stwierdzenia COVID-19. Pozwoli to na zabezpieczenie pracowników zakładu radiologii oraz pacjentów. W przypadku pacjentów hospitalizowanych wskazane jest podanie wartości CRP i poziomu limfocytów (dla COVID-19 charakterystyczny jest wysoki poziom CRP i limfopenia) (9).
7. W każdym przypadku podejrzenia zakażenia COVID-19 personel radiologiczny musi mieć zapewnione pełne środki ochrony indywidualnej (ŚOI) (wg zaleceń PLTR).

3. Środki ochrony indywidualnej (ŚOI) dla personelu mającego bezpośredni kontakt z pacjentem z podejrzeniem lub potwierdzonym COVID-19

Personel bezpośrednio kontaktujący się z pacjentem z podejrzeniem lub z potwierdzonym COVID-19 (zazwyczaj technik, lekarz wykonujący USG, pielęgniarka, ratownik medyczny, sanitariuszka/salowa) powinien mieć na sobie ŚOI (tabela 1). Podczas badania pacjent powinien mieć założoną maskę chirurgiczną.

Tabela 1. ŚOI do kontaktu z pacjentem z podejrzeniem lub z potwierdzonym COVID-19 (10-12).

Strój optymalny	Strój dopuszczalny (przy braku stroju optymalnego)	Strój do kontaktu z chorym zaintubowanym
<ul style="list-style-type: none"> • Kombinezon dedykowany z tkaniny wodoodpornej /nieprzemakalnej • Gogle • Maski z filtrem FFP2/3 • 2 pary rękawiczek 	<ul style="list-style-type: none"> • Okrycie głowy (czepek fizelinowy) • Fartuch fizelinowy + fartuch foliowy (na wierzch) • Przyłbica • Maski z filtrem FFP2/3 • 2 pary rękawiczek 	<ul style="list-style-type: none"> • Okrycie głowy (czepek fizelinowy) • Fartuch fizelinowy • Przyłbica • Maski chirurgiczne • 2 pary rękawiczek

Personel powinien być przeszkolony w zakresie prawidłowego stosowania ŚOI (do zakażeń może dochodzić zwłaszcza podczas niewłaściwego zdejmowania ŚOI) (13).

4. Badania obrazowe

RTG klatki piersiowej

Przy małym nasileniu zmian w płucach, RTG klatki piersiowej może dać wynik fałszywie ujemny (14).

Wskazania:

1. Nie zaleca się stosowania RTG klatki piersiowej jako badania przesiewowego w kierunku zakażenia SARS-CoV-2. Czulość i swoistość RTG klatki piersiowej w wykrywaniu infekcji u pacjentów bezobjawowych jest niska (15). W przypadku dużej liczby zakażeń w regionie zaleca się, aby w przypadku badań wykonywanych z innych powodów uwzględnić zakażenie SARS-CoV-2 w diagnostyce różnicowej incydentalnych znalezisk w klatce piersiowej.
2. W postaci bezobjawowej lub z łagodnymi objawami ze strony górnych dróg oddechowych (gorączka, kaszel, niewielka duszność) badania obrazowe nie są konieczne.
3. Jeżeli są wskazania kliniczne do oceny płuc (utrzymujący się kaszel i/lub objawy sugerujące zajęcie płuc) można wykonać RTG klatki piersiowej jako badanie pierwszego rzutu. Pomimo nieswoistego obrazu RTG, badanie to - wraz z kompleksową oceną kliniczną - może być pomocne w postawieniu wstępnego rozpoznania COVID-19. Ostateczne rozpoznanie wymaga pozytywnego wyniku testu RT-PCR, który pozostaje złotym standardem (3, 4). Zgodnie z zaleceniami WHO (16), można rozważyć uzupełnienie testu RT-PCR o badania obrazowe w celu diagnostyki COVID-19 w przypadku uzyskania negatywnego wyniku testu przy silnym klinicznym podejrzeniu infekcji SARS-CoV-2. Należy zwrócić uwagę, że czulość RTG w rozpoznawaniu SARS-CoV-2 wynosi 64%, swoistość – 82% (16). Należy więc wziąć pod uwagę możliwość wystąpienia wyników fałszywie ujemnych na początku choroby.
4. Pojawiły się doniesienia dotyczące mutacji wirusa uniemożliwiającej wykrycie go w komercyjnie dostępnymi testami RT-PCR (17). Sugeruje się, by w przypadku podejrzenia

- klinicznego COVID-19 oraz negatywnego wyniku testu wykonać RTG klatki piersiowej ze względu na wysoką swoistość metody (16).
5. Kontrolne radiogramy klatki piersiowej, zarówno w postaci stabilnej, jak i niestabilnej klinicznie i ciężkiej, powinny być ograniczone do minimum i wykonywane jedynie w przypadkach wymagających oceny postępu choroby, w których wynik badania może mieć wpływ na leczenie pacjenta (14, 18).
 6. U chorych w stanie krytycznym z zespołem ostrej niewydolności oddechowej (*acute respiratory distress syndrome*; ARDS), u których są wskazania do oceny płuc, RTG (wykonane przy użyciu aparatu jezdnego) jest preferowaną metodą obrazową, zwłaszcza u pacjentów wentylowanych mechanicznie (19).

Technika badania:

Metodą zalecaną jest RTG klatki piersiowej wykonane przy użyciu aparatu jezdnego - w znacznej większości przypadków jest ono wystarczające do oceny płuc i pozwala uniknąć transportu pacjenta w obrębie szpitala (20). Najlepiej, jeżeli aparat jezdny znajduje się na oddziale, na którym przebywają chorzy z COVID-19 (11).

Technik wykonujący badanie zakłada ŚOI przed wejściem na salę w której przebywa pacjent. Technik wykonuje badanie RTG, a następnie - po zdjęciu jednej pary rękawiczek - odkaża aparat chusteczkami dezynfekującymi. Wyprowadza aparat poza salę i odkaża aparat po raz drugi. Szczegółowe zasady postępowania są ujęte w osobnym dokumencie: <https://pltr.pl/wp-content/uploads/2020/03/COVID-19-zasady-post%C4%99powania-zalecenia-PLTR-i-KK.pdf>

TK klatki piersiowej

W początkowym okresie od zakażenia COVID-19, badanie TK może nie wykazać zmian. TK cechuje się wysoką czułością w wykrywaniu zmian w płucach, jednak swoistość tego badania jest bardzo niska (16) - obraz taki sam lub podobny jak w COVID-19 dają inne zapalenia płuc: m.in. zapalenia płuc wywołane przez inne wirusy, pneumocystoza (wywoływana przez *Pneumocystis jiroveci*, *P. carinii*), COP (*cryptogenic organizing pneumonia*), ostre uszkodzenie płuc spowodowane toksycznym działaniem leków, nadwrażliwością lub chorobami autoimmunologicznymi (21).

Wskazania:

1. Nie zaleca się stosowania TK klatki piersiowej jako badania przesiewowego w kierunku zakażenia SARS-CoV-2. Czułość i swoistość TK w wykrywaniu infekcji u pacjentów bezobjawowych są niskie (22). W przypadku dużej liczby zakażeń w regionie zaleca się, aby w przypadku badań wykonywanych z innych powodów uwzględnić zakażenie SARS-CoV-2 w diagnostyce różnicowej incydentalnych znalezisk w klatce piersiowej.
2. Badanie TK u chorego z rozpoznaniem COVID-19 należy zlecać jedynie, gdy jego wynik może zmienić sposób postępowania i leczenia, w szczególności w celu oceny stopnia zajęcia płuc lub powikłań zakrzepowo-zatorowych (14, 18). Przed podjęciem decyzji o skierowaniu pacjenta z COVID-19 na badanie TK należy rozważyć zarówno korzyści, jak i ryzyka wynikające z tego badania (m.in. transport pacjenta przez szpital, konieczność

- zabezpieczenia drogi transportu, dekontaminację aparatu TK, utrudnienie innym chorym dostępu do TK) (14).
3. TK klatki piersiowej może być wykonana w celu wstępnej/wyjściowej oceny miąższu płuc u chorych hospitalizowanych z powodu COVID-19, w przypadkach, w których może to ułatwić monitorowanie postępu choroby. Istnieje kilka skal diagnostycznych, takich jak skala CO-RADS, opracowana przez Holenderskie Towarzystwo Radiologiczne (23), które oceniają prawdopodobieństwo infekcji SARS-CoV-2. Zaleca się stosowanie ustrukturyzowanych opisów, uwzględniających oszacowanie procentowego zajęcia miąższu płucnego – zarówno ogólnie, jak i z procentowym podziałem na obraz mlecznej szyby i zagęszczenia miąższowe (konsolidacje). W ośrodkach, które mają dostęp do algorytmów sztucznej inteligencji wskazana jest ich walidacja i zastosowanie do oceny zajęcia płuc, z uwzględnieniem objętości powietrznego miąższu płucnego.
 4. W wyjątkowych przypadkach (np. bardzo długi okres oczekiwania na wynik testu PCR przy braku dostępności testów antygenowych, podejrzenie fałszywie ujemnego wyniku RT-PCR, występowanie objawów klinicznych sugerujących COVID-19 - tzw. przypadek prawdopodobny) klinicysta, wspólnie z radiologiem, może rozważyć wykonanie TK, o ile będzie miało to wpływ na postępowanie z pacjentem (14). Obraz TK, pomimo braku swoistości, może być wraz z kompleksową oceną kliniczną pomocny w postawieniu wstępnego rozpoznania COVID-19 (14). Ostateczne rozpoznanie wymaga potwierdzenia w teście PCR (18, 24). Należy przy tym zwrócić uwagę na skuteczność TK w rozpoznawaniu SARS-CoV-2 – w porównaniu z RT-PCR czułość TK wynosi 87%, swoistość – 46%, a wartość predykcyjna dodatnia – 89% (25). Należy wziąć pod uwagę możliwość wystąpienia wyników fałszywie ujemnych na początku choroby (14).
 5. W postaci stabilnej (objawy ze strony układu oddechowego i/lub ogólnoustrojowe; klasyfikacja *Modified Early Warning Score* - MEWS: punktacja <3) oraz w postaci klinicznie niestabilnej (niewydolność oddechowa; klasyfikacja MEWS: punktacja 3-4) TK cechuje się wysoką czułością w wykrywaniu zmian śródmiąższowych i pęcherzykowych oraz ocenie ich dynamiki (14, 24, 26). Ponadto, TK, wraz z oceną równowagi kwasowo-zasadowej, ma wartość prognostyczną (26, 27).
 6. U chorych w stanie krytycznym z zespołem ostrej niewydolności oddechowej (ARDS), upośledzeniem innych funkcji życiowych (hypotensja, wstrząs, niewydolność wielonarządowa; klasyfikacja MEWS: punktacja >4), wentylowanych mechanicznie, preferowaną metodą obrazowania płuc jest RTG przyłóżkowe (18, 19). W wyjątkowych przypadkach, wymagających diagnostyki TK, należy zapewnić wentylację chorego za pomocą respiratora transportowego, tak aby ograniczyć do minimum ryzyko zakażenia pracowni TK (18).
 7. Badanie TK jest wskazane u chorych z COVID-19, u których podejrzewa się powikłania w postaci ropniaka opłucnej lub ropnia płuc, albo współistnienie innych schorzeń, takich jak zatorowość płucna (14, 18).
 8. Nie zaleca się rutynowych kontrolnych badań obrazowych klatki piersiowej u rekonwalescentów. W szczególnych okolicznościach badania kontrolne mogą być przydatne u pacjentów, którzy przebyli ciężką formę COVID-19 lub ze współistniejącymi

przewlekłymi chorobami płuc. Ponowne wykonanie badania może ułatwić identyfikację chorych, u których po ciężkiej formie COVID-19 doszło do włóknienia płuc (28).

Technika badania:

1. Standardowo TK klatki piersiowej u chorych z podejrzeniem lub z potwierdzonym COVID-19 wykonuje się bez dożylnego podania środka kontrastującego (14).
2. Technika badania jest zależna od posiadanego aparatu i protokołów stosowanych w danym ośrodku.
3. Zalecaną techniką jest badanie TK wysokiej rozdzielczości (HRCT) (29).
4. Badanie TK wzmocnione środkiem kontrastującym wykonuje się jedynie w przypadku podejrzenia współistnienia innych schorzeń, takich jak, zatorowość płucna (14, 18).
5. Szczegółowe zasady postępowania są ujęte w dokumencie: <https://pltr.pl/wp-content/uploads/2020/03/COVID-19-zasady-post%C4%99powania-zalecenia-PLTR-i-KK.pdf>

USG klatki piersiowej

Badanie USG płuc i interpretacja uzyskanych obrazów wymagają dużego doświadczenia, jak również bliskiego i długiego (nawet do 30 min.) kontaktu lekarza z pacjentem, co sprzyja transmisji zakażenia z pacjenta na lekarza. Nie zaleca się wykonywania USG płuc przez lekarzy bez dostatecznego doświadczenia w tym zakresie. Okres epidemii nie jest również czasem na szkolenie lekarzy w tym zakresie, gdyż niepotrzebnie naraża ich na zakażenie.

Badanie USG płuc nie jest uwzględnione w szkoleniu specjalizacyjnym w Polsce i dotychczas było stosowane rzadko (głównie u dzieci w ośrodkach wysokospecjalistycznych w celu zminimalizowania narażenia na promieniowanie jonizujące) - ogromna większość radiologów nie ma doświadczenia w jego wykonywaniu. Ponadto, liczba doniesień na temat skuteczności USG w diagnostyce COVID-19 jest ograniczona (30).

Badania jam opłucnowych w celu uwidocznienia obecności płynu nie należy utożsamiać z USG płuc. Rozpoznanie wysięku w jamach opłucnej (objaw rzadko spotykany u pacjentów z COVID-19, zwłaszcza w pierwszych fazach choroby (31)) jest łatwe i wymaga od badającego jedynie podstawowego doświadczenia w zakresie diagnostyki USG (32).

USG nie służy do rozpoznawania COVID-19. W badaniu tym można jedynie uwidocznić zmiany w obwodowych częściach płuc. W szczególnych sytuacjach (chory z niewydolnością oddechową) USG może być wykorzystane do monitorowania przebiegu choroby.

Wskazania:

- Monitorowanie obwodowych zmian w płucach u chorych z niewydolnością oddechową – wyłącznie przez zespół doświadczony w wykonywaniu i interpretacji USG płuc.

Technika badania:

- Badanie obejmuje całą dostępną powierzchnią klatki piersiowej.
- Badanie wykonuje się w punktach określonych w wytycznych dotyczących badania płuc i opłucnej.
- U chorych w stanie krytycznym, poddanych wentylacji mechanicznej, badanie jest najczęściej ograniczone do dostępu przedniego i bocznego.
- U chorych leżących na brzuchu badanie obejmuje tylną i boczną powierzchnię klatki piersiowej.
- W pierwszej kolejności badanie wykonuje się głowicę typu Convex.
- Możliwe jest również badanie głowicą liniową, służącą do oceny linii opłucnej i wykrywania obszarów konsolidacji.
- Głowica przykładana jest prostopadłe do linii żeber, tak, aby uwidocznic co najmniej dwa sąsiadujące żebra i linię opłucnej między nimi.

Echokardiografia

Echokardiografia jest wskazana w przypadkach podejrzenia ostrej niewydolności serca w przebiegu niewydolności oddechowej u chorych z COVID-19 (33).

Rezonans magnetyczny (MR)

Wskazania

1. Choć badanie MR nie odgrywa istotnej roli w diagnostyce stopnia zajęcia płuc u chorych z COVID-19, coraz częściej jest stosowane w diagnostyce powikłań COVID-19. American College of Radiology zaleca ograniczenie stosowanie MR jedynie do koniecznych przypadków i odsunięcie w czasie wszystkich badań planowych (34).
2. Powikłania neurologiczne - do najczęstszych należą udar krwotoczny i niedokrwieny, zakrzepica zatok żylnych, silne wzmocnienie opon mózgowych, zapalenie mózgu i rdzenia kręgowego oraz rozlane, hiperintensywne obszary w istocie białej, które mogą być związane z powtarzającymi się mikrokrwotokami (35). W większości przypadków nie jest możliwe ustalenie, czy znaleziska związane są z zakażeniem SARS-CoV-2, czy są wynikiem chorób współistniejących.
3. Częstość występowania powikłań sercowo-naczyniowych u pacjentów z COVID-19 nie została jeszcze dokładnie zbadana. Potencjalnie w trakcie choroby może dojść do wieloczynnikowego uszkodzenia serca, między innymi na skutek zapalenia. Wg badania z pierwszych miesięcy pandemii, uszkodzenie miokardium, objawiające się podwyższonymi wartościami troponin w surowicy występowało u 36% pacjentów z infekcją SARS-COV-2. (40) Niektóre doniesienia szacują, że do 7% zgonów pacjentów z COVID-19 spowodowanych jest zapaleniem mięśnia sercowego (36), jednak nie są one oparte na stwierdzeniu materiału genetycznego wirusa w kardiomiocytach, ani na badaniach autopsyjnych. Badania obrazowe nie wystarczają do rozpoznania zapalenia miokardium, a biopsja miokardium obecnie nie jest zalecana u pacjentów z SARS-COV-2.(41, 42) Podstawowym badaniem obrazowym serca pozostaje echokardiografia.

W przypadku wystąpienia objawów klinicznych zapalenia mięśnia sercowego należy kierować się aktualnymi wytycznymi, wśród których jest miejsce na MR serca.(43)

Technika badania

1. Uważa się, że stosowanie maseczek u pacjentów z COVID-19 badanych w MR zapewnia pewien stopień ochrony dla innych pacjentów oraz personelu (38). Zaleca się zapewnienie maseczek bezpiecznych do stosowania w polu elektromagnetycznym, ponieważ pojawiły się doniesienia o oparzeniach twarzy u pacjentów badanych na aparatach 3T (39). Wymiany maseczki bądź respiratora na bezpieczne do stosowania w polu elektromagnetycznym należy dokonać przez przyjazd pacjenta do pracowni MR. Jeśli takie maseczki nie są dostępne, należy usunąć metalowe elementy maseczki lub respiratora przez przyjazd pacjenta do pracowni MR, ewentualnie dokonując uszczelnienia maseczki za pomocą taśmy. Należy przy tym zwrócić uwagę, czy stosowana maseczka, poza metalowym paskiem ułatwiającym dopasowanie do twarzy, nie zawiera wplecionych włókien czy nanocząsteczek metalu, które mają zwiększać właściwości przeciwdrobnoustrojowe produktów.
2. Należy upewnić się, że ŚOI dostępne dla personelu są bezpieczne do stosowania w polu elektromagnetycznym.
3. Protokoły dekontaminacji aparatów MR wykazują duże różnice między ośrodkami. Ogólne zalecenia obejmują dekontaminację wszystkich widocznych powierzchni, poczynając od powierzchni położonych wyżej do tych niższych (34).

Podsumowanie

1. Badania obrazowe nie służą do rozpoznawania COVID-19, a jedynie pozwalają na uwidocznienie zmiany w płucach. Rozpoznanie COVID-19 stawia się na podstawie pozytywnego wyniku testu PCR.
2. TK ma wysoką czułość, ale niską swoistość w rozpoznawaniu COVID-19.
3. Badania obrazowe (RTG, TK) należy zlecać jedynie, gdy ich wynik może zmienić sposób postępowania i leczenia chorych.
4. Zaleca się wykonywanie badań RTG aparatem jezdnym, przy łóżku pacjenta.
5. Rutynowo badanie TK wykonuje się bez podania środka kontrastowego techniką wysokiej rozdzielczości (HRCT).
6. TK klatki piersiowej może być wykonana w celu wstępnej/wyjściowej oceny miąższu płuc u chorych z COVID-19, w przypadkach, w których może to ułatwić monitorowanie postępu choroby.
7. Badanie TK z podaniem środka kontrastowego wykonuje się w przypadku podejrzenia współistnienia innych schorzeń, takich jak, np. zatorowość płucna.
8. Na skierowaniu konieczna jest wyraźna informacja na temat podejrzenia / stwierdzenia COVID-19. Pozwoli to na zabezpieczenie pracowników zakładu radiologii oraz pacjentów.
9. W przypadku badania chorych z podejrzeniem lub z potwierdzonym COVID-19 personel radiologiczny kontaktujący się z pacjentem musi mieć zapewnione środki ochrony indywidualnej (wg zaleceń PLTR).
10. USG płuc jest badaniem specjalistycznym, nie służącym do rozpoznawania COVID-19. Nie zaleca się wykonywania go przez lekarzy bez dużego doświadczenia w tym zakresie.
11. MR jest stosowany w diagnostyce powikłań COVID-19 (neurologicznych, sercowo-naczyniowych).

5. Piśmiennictwo:

1. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet*. 15 February 2020;395(10223):497–506.
2. John G, Sahajpal NS, Mondal AK, et al. John, Goldin, et al. Next-Generation Sequencing (NGS) in COVID-19: A Tool for SARS-CoV-2 Diagnosis, Monitoring New Strains and Phylodynamic Modeling in Molecular Epidemiology. *Current issues in molecular biology* 2021;43.2: 845-867.
3. World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): situation report, 51. 2020;
4. Zu ZY, Jiang MD, Xu PP, Chen W, Ni QQ, Lu GM, et al. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Perspective from China. *Radiology*. 21 February 2020;200490.
5. BSTI. COVID-19: BSTI Statement and Guidelines. [Internet]. [cited 27 March 2020]. Accessible at: https://www.bsti.org.uk/media/resources/files/BSTI_COVID-19_Radiology_Guidance_version_2_16.03.20.pdf
6. Wasilewski P, Mruk B, Mazur S, Póltorak-Szymczak G, Sklinda K, Walecki J. COVID-19 severity scoring systems in radiological imaging—a review. *Polish Journal of Radiology* 2020; 85, e361.
7. Kanne JP, Little BP, Chung JH, Elicker BM, Ketai LH. Essentials for Radiologists on COVID-19: An Update—Radiology Scientific Expert Panel. *Radiology*. 27 February 2020;200527.
8. Koronawirus: informacje i zalecenia. [Internet]. [cited 10th Nov 2021]. Accessible at: <https://www.gov.pl/web/koronawirus/lista-szpitali>
9. Ferrari D, Motta A, Strollo M, Banfi G, Locatelli M. Routine blood tests as a potential diagnostic tool for COVID-19. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* 2020; 58(7);1095-1099.
10. Huang Z, Zhao S, Li Z, Chen W, Zhao L, Deng L, et al. The Battle Against Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Emergency Management and Infection Control in a Radiology Department [Internet]. [cited 27 March 2020]. Accessible at: [https://www.unboundmedicine.com/medline/citation/32208140/The_Battle_Against_Coronavirus_Disease_2019_\(COVID-19\):_Emergency_Management_and_Infection_Control_in_a_Radiology_Department.](https://www.unboundmedicine.com/medline/citation/32208140/The_Battle_Against_Coronavirus_Disease_2019_(COVID-19):_Emergency_Management_and_Infection_Control_in_a_Radiology_Department.)
11. World Health Organization. Infection prevention and control during health care when COVID-19 is suspected. Interim guidance [Internet]. 2020. Accessible at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331495/WHO-2019-nCoV-IPC-2020.3-eng.pdf>
12. Lee S-A, Grinshpun SA, Reponen T. Respiratory Performance Offered by N95 Respirators and Surgical Masks: Human Subject Evaluation with NaCl Aerosol Representing Bacterial and Viral Particle Size Range. *Ann Occup Hyg*. 1 April

- 2008;52(3):177–85.
13. Mitchell R, Roth V, Gravel D, Astrakianakis G, Bryce E, Forgie S, et al. Are health care workers protected? An observational study of selection and removal of personal protective equipment in Canadian acute care hospitals. *Am J Infect Control*. 1 March 2013;41(3):240–4.
 14. Mossa-Basha M, Meltzer CC, Kim DC, Tuite MJ, Kolli KP, Tan BS. Radiology Department Preparedness for COVID-19: Radiology Scientific Expert Panel. *Radiology*. 16 March 2020;200988.
 15. Weinstock MB, Echenique ANA, Russel JW, et al. Chest x-ray findings in 636 ambulatory patients with COVID-19 presenting to an urgent care center: a normal chest x-ray is no guarantee. *J Urgent Care Med* 2020; 14.7:13-18.
 16. W Akl, Elie A., et al. Use of chest imaging in the diagnosis and management of COVID-19: a WHO rapid advice guide. *Radiology* 2021; 298.2: E63-E69.
 17. Jindal H, Jain S, Suvvari TK et al. False-negative RT-PCR findings and double mutant variant as factors of an overwhelming second wave of COVID-19 in India: an emerging global health disaster. *SN Comprehensive Clinical Medicine* 2021: 1-6.
 18. ACR Recommendations for the use of Chest Radiography and Computed Tomography (CT) for Suspected COVID-19 Infection [Internet]. [cytowane 2 kwiecień 2020]. Accessible at: <https://www.acr.org/Advocacy-and-Economics/ACR-Position-Statements/Recommendations-for-Chest-Radiography-and-CT-for-Suspected-COVID19-Infection>
 19. Jin Y-H, Cai L, Cheng Z-S, Cheng H, Deng T, Fan Y-P, et al. A rapid advice guideline for the diagnosis and treatment of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) infected pneumonia (standard version). *Mil Med Res*. 6 February 2020;7(1):4.
 20. Blažić I, Brkljačić B, Frija G. The use of imaging in COVID-19—results of a global survey by the International Society of Radiology. *European Radiology* 2021; 31.3: 1185-1193.
 21. Hani C, Trieu NH, Saab I et al. COVID-19 pneumonia: a review of typical CT findings and differential diagnosis. *Diagnostic and interventional imaging* 2020; 101.5: 263-268.
 22. Zeng Y, Fu J, Xu X et al. Should computed tomography (CT) be used as a screening or follow-up tool for asymptomatic patients with SARS-CoV-2 infection? *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery* 2020; 10.5: 1150.
 23. Prokop M, Van Everdingen W, van Rees Veliinga T et al. CO-RADS: a categorical CT assessment scheme for patients suspected of having COVID-19—definition and evaluation. *Radiology*, 2020; 296.2: E97-E104.
 24. Fang Y, Zhang H, Xie J, Lin M, Ying L, Pang P, et al. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. *Radiology*. 19 February 2020;200432.
 25. Khatami F, Saatchi M, Zadeh SST et al. A meta-analysis of accuracy and sensitivity of chest CT and RT-PCR in COVID-19 diagnosis. *Scientific reports* 2020; 10.1: 1-12.
 26. Song F, Shi N, Shan F, Zhang Z, Shen J, Lu H, et al. Emerging 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia. *Radiology*. 6 February 2020;295(1):210–7.
 27. Salehi S, Abedi A, Balakrishnan S, Gholamrezanezhad A. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Systematic Review of Imaging Findings in 919 Patients. *Am J*

- Roentgenol. 14 March 2020;1–7.
28. Han X, Fan Y, Alwalid O et al. Six-month follow-up chest CT findings after severe COVID-19 pneumonia. *Radiology*, 2021; 299.1: E177-E186.
29. Diao K, Han P, Pang T et al. HRCT imaging features in representative imported cases of 2019 novel coronavirus pneumonia. *Precision Clinical Medicine*, 2020; 3.1: 9-13.
30. Ultrasonografia płuc u pacjentów z COVID-19 – praktyczny przewodnik dla lekarzy https://criticalusg.org/2020/03/17/ultrasonografia-pluc-u-pacjentow-z-covid-19-praktyczny-przewodnik-dla-lekarzy/?fbclid=IwAR3mMGmWDsefSusUKIIH08Jkfr327HI9HJyr_Ha6ZHaQ2K3v mTRLcvmzRlo
31. Shi H, Han X, Jiang N, Cao Y, Alwalid O, Gu J, et al. Radiological findings from 81 patients with COVID-19 pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet Infect Dis*. 1 April 2020;20(4):425–34.
32. Buonsenso D, Pata D, Chiaretti A. COVID-19 outbreak: less stethoscope, more ultrasound. *Lancet Respir Med* [Internet]. 20 marzec 2020 [cited 2 April 2020];0(0). Accessible at: [https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600\(20\)30120-X/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600(20)30120-X/abstract)
33. Dweck M, Bularga A, Hahn RT et al. Global evaluation of echocardiography in patients with COVID-19. *European Heart Journal-Cardiovascular Imaging*, 2020; 21.9: 949-958.
34. ACR guidance on COVID-19 and MR use. <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Radiology-Safety/MR-Safety/COVID-19-and-MR-Use>
35. Sheraton M, Deo N, Kashyap R et al. A review of neurological complications of COVID-19. *Cureus*, 2020; 12.5.
36. Ruan Q, Yang K, Wang W, Jiang L, Song J. Clinical Predictors of mortality due to COVID-19 based on an analysis of data of 150 patients from Wuhan, China. *Intensive Care Med* 2020; 46: 846-848.
37. Puntmann VO et al. Outcomes of cardiovascular magnetic resonance imaging in patients recently recovered from coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA cardiology* 2020; 5.11: 1265-1273.
38. Lee S-A, Grinshpun SA, Reponen T. Respiratory Performance Offered by N95 Respirators and Surgical Masks: Human Subject Evaluation with NaCl Aerosol Representing Bacterial and Viral Particle Size Range. *Ann Occup Hyg*. 1 April 2008;52(3):177–85.
39. Yee KM. FDA issues face mask warning for MRI exams. <https://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=ser&sub=def&pag=dis&ItemID=131064>
40. Lala a et al.: Prevalence and Impact of Myocardial Injury in Patients Hospitalized With COVID-19 Infection. *J Am Coll Cardiol* 2020 4;76(5):533-546. doi: 10.1016/j.jacc.2020.06.007. Epub 2020 Jun 8. PMID: 32517963 PMCID: PMC7279721 DOI: 10.1016/j.jacc.2020.06.007
41. Ozierański K et al.: Clinically Suspected Myocarditis in the Course of Severe Acute Respiratory Syndrome Novel Coronavirus-2 Infection: Fact or Fiction? *J Card Fail*.

2021 27(1):92-96. doi: 10.1016/j.cardfail. 2020.11.002. Epub 2020 Nov 6. PMID: 33166657

42. Ferrer-Gómez A et al.: Late Cardiac Pathology in Severe Covid-19. A Postmortem Series of 30 Patients. *Front Cardiovasc Med.* 2021;8:748396. doi: 10.3389/fcvm.2021.748396. eCollection 2021.DOI: 10.3389/fcvm.2021.748396
43. Ferreira VM, Schulz-Menger J, Holmvang G, et al. Cardiovascular magnetic resonance in nonischemic myocardial inflammation: expert recommendations. *J Am Coll Cardiol* 2018;72(24):3158–3176.