

Długofalowe skutki pandemii COVID-19

Z PUNKTU WIDZENIA INŻYNIERA KLINICZNEGO

Aby prawidłowo oszacować zapotrzebowanie ochrony zdrowia, niezbędne jest rozumienie procesów prowadzących do powstania choroby, poznania obrazu klinicznego oraz późnych powikłań zakażenia. Zrozumienie tych aspektów pociąga za sobą możliwość oszacowania sytuacji i tego, w którą stronę należy podążać, aby zabezpieczyć potrzeby zdrowotne społeczeństwa.

Światowy zasięg koronawirusa SARS-CoV-2 i wywołana przez niego jednostka chorobowa COVID-19 doprowadziły do zmian w praktycznie każdym aspekcie życia. W połowie czerwca w populacji ogólnej na świecie całkowita liczba osób po przebytej infekcji wirusem SARS-CoV-2 wynosiła ponad

160 milionów [1]. Bardzo szybkie tempo rozprzestrzeniania się koronawirusa i przygotowanie ochrony zdrowia do walki z epidemią wymusiło błyskawiczne reakcje rządów kilkuset państw. Obecnie podawane są szczepienia, które mają na celu wygaszenie pandemii. Tempo rozprzestrzeniania się wirusa opiera się

MGR INŻ. AGNIESZKA SOPEL
Inżynier kliniczny
Warszawski Uniwersytet Medyczny,
Szpital Uniwersytecki w Krakowie

The long-term impact of the COVID-19 pandemic from the point of view of a clinical engineer

Streszczenie

Po ponad rocznym okresie od ogłoszenia przez Światową Organizację Zdrowia (WHO – World Health Organization) stanu pandemii stajemy w obliczu walki z jej skutkami zdrowotnymi, gospodarczymi i społecznymi. Według najnowszych danych WHO liczba potwierdzonych przypadków COVID-19 przekroczyła 175 milionów, a zmarło ponad 3,8 miliona osób [1]. Dane dotyczące długoterminowych skutków zdrowotnych budzą obawy. Artykuł przedstawia aktualny na dzień dzisiejszy

obraz kliniczny działania koronawirusa, jego skutki w ochronie zdrowia oraz teoretyczne rozważania na temat powstawania ośrodków zdrowia i ich funkcjonowania w przyszłości.

Słowa kluczowe

długoterminowe skutki COVID-19, SARS-CoV-2

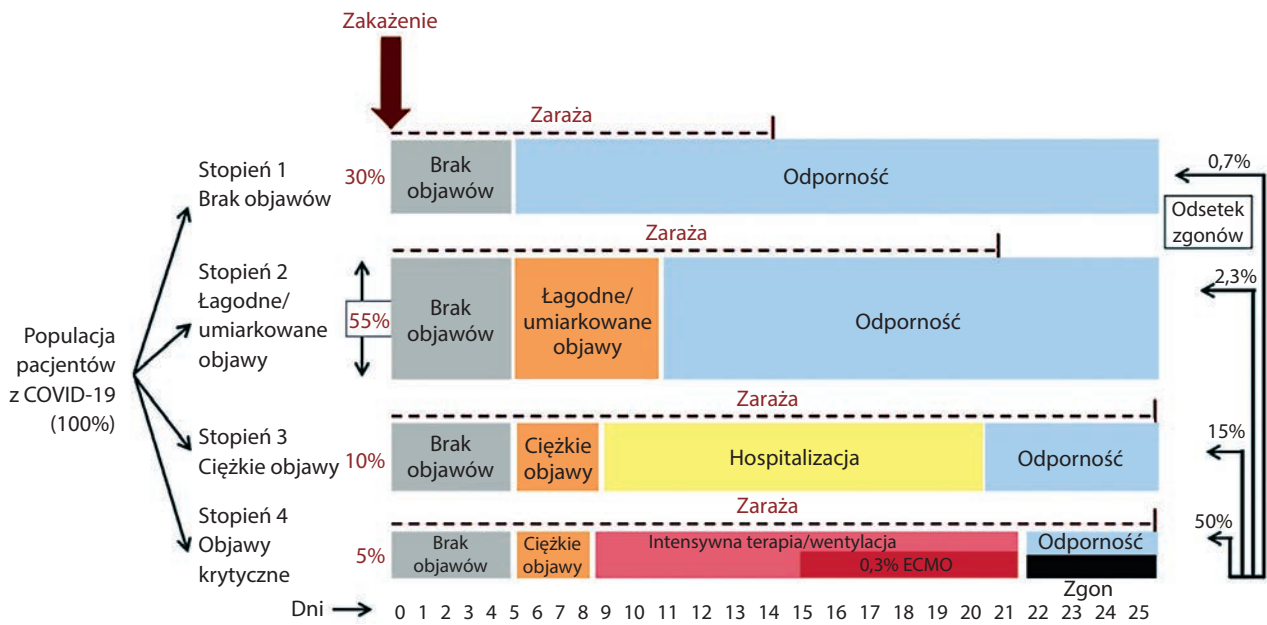
Summary

More than a year after the declaration of a pandemic by the World Health Organization (WHO), we are facing a fight against its health, economic and social

consequences. According to the latest WHO data, the number of confirmed COVID-19 cases has exceeded 175 million, and more than 3.8 million people have died [1]. The data on the long-term health effects cause concern. The article presents the current clinical picture of the coronavirus, its effects on healthcare as well as theoretical reflections upon the development of healthcare facilities and their functioning in the future.

Keywords

long-term effects of COVID-19, SARS-CoV-2



Rys. 1. Poglądowy schemat przebiegu COVID-19 w zależności od stopnia nasilenia objawów. Źródło: zalecenia COVID-19 [6]

► na przenoszeniu go drogą kropelkową od osoby nie-mającej objawów klinicznych, tj. człowieka uznawanego dotychczas za zdrowego – tzw. transmisja bezobjawowa [2]. Pomimo dużej ilości publikowanych badań i analiz wciąż nie wiadomo, dlaczego obraz kliniczny COVID-19 jest tak bardzo zróżnicowany. Nie wiadomo również, jaki będzie przebieg choroby u konkretnych osób. Nie można przewidywać także, czy będzie potrzeba wspomagania oddechu pacjenta, czy też będzie należało intubować i podłączyć pacjenta do respiratora. Artykuł przedstawia wczesne i odległe skutki pandemii COVID-19 z punktu widzenia inżyniera klinicznego. Zwrócono uwagę na powikłania, a także skutki tych powikłań dla ochrony zdrowia w przyszłości.

Zróżnicowany obraz kliniczny COVID-19

Które narządy są predysponowane do zakażenia SARS-CoV-2? Na pierwszym miejscu plasuje się układ oddechowy, następnie układ pokarmowy, nerwowy, krążenia i pozostałe. Manifestacja choroby jest różnorodna. Niektórzy zakażeni mają objawy zapalenia w postaci wysokiej gorączki, ogólnego osłabienia organizmu, inni tracą jedynie węch i smak, a jeszcze inni mają objawy biegunki i wymiotów. Obecnie nauka nie jest w stanie wyjaśnić, dlaczego ludzie tak różnie reagują na jeden patogen. Jak wskazuje badaczka z Uniwersytetu Columbia, Angela Rasmussen: „Myślę, że zrozumienie mechaniki oraz biologicznej podstawy, dlaczego niektórzy ludzie chorują bardziej niż inni, zajmie naprawdę bardzo dużo czasu” [3]. Wiemy natomiast, że są schorzenia stanowiące czynniki ryzyka cięższego przebiegu COVID-19. Nauka wskazuje, że pacjenci są częściej hospitalizowani z następującymi jednostkami chorobowymi bądź czynnikami: nowotwór, nadciśnienie tętnicze, choroba naczyń

mózgowych, przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP), cukrzyca typu 1 i 2, choroby serca (tj. niewydolność serca, choroba wieńcowa lub kardiomiopatie), palenie tytoniu (obecne oraz w przeszłości), otyłość (BMI > 30), wiek > 65 lat (zgon u chorych > 70 lat – ok. 8%, u zakażonych > 80 lat – ok. 14,8%), choroby nerek, krwi (leczenie przeciwkrzepliwie), wątroby, metaboliczne, neurologiczne, stany niewydolności odporności (np. stosowanie leków immunosupresyjnych, przeciwzapalnych, zakażenie wirusem HIV, chorzy po przeszczepach narządów). Badania wskazują również, że fizjologia, jaką jest ciąża, jest również czynnikiem ryzyka cięższego przebiegu COVID-19 [4]. Jeszcze rok temu doniesienia naukowe nie wskazywały na zagrożenie ciężkim przebiegiem zakażenia w przypadku ciężarnych. Obecnie Towarzystwa Położniczo-Ginekologiczne zdecydowanie zalecają przeprowadzenie szczepień u ciężarnych.

Wiadomo także, że obecne warianty wirusa SARS-CoV-2 atakują coraz to młodszych ludzi. Osoby te nie są obciążone innymi dolegliwościami, przewlekłymi chorobami czy też niewydolnością układu odpornościowego. Należy mieć na uwadze, że COVID-19 jest chorobą wieloukładową, atakującą różne narządy. Uznaje się, że o ciężkości przebiegu decyduje reakcja układu immunologicznego, która może wywoływać tzw. burzę cytokinową, czyli nadmierną odpowiedź organizmu na wirusa. Można to porównać do nadmiernej reakcji względem zagrożenia, czyli tak, jakbyśmy chcieli zabić komara bombą atomową. Owa reakcja prowadzi do nadmiernego uszkodzenia płuc oraz śródbłonna wyściełającego naczynia, a tym samym objawów zaburzeń krzepnięcia. Dochodzi wtedy do blokowania przepływu krwi przez zakrzepy, co prowadzi w następstwie do mikrozatorowości płucnej [5]. Przy powstaniu

blokady napływu i wypływu krwi tkanki nie dostają wystarczającej ilości tlenu, czego efektem jest niedotlenienie, a długoczasowo niewydolność narządowa. Zaburzenia układu krzepnięcia nasilają się wraz z ciężkością przebiegu COVID-19. Monitorowanie u pacjenta zaburzeń tego układu u hospitalizowanych chorych polega na oznaczaniu parametrów laboratoryjnych, m.in.: stężenia D-dimerów, czasów krzepnięcia krwi, liczby płytek krwi oraz stężenia fibrynogenu. Co więcej, COVID-19 jest związany ze zwiększonym ryzykiem powikłań tzw. zakrzepowo-zatorowych. Jest to szczególnie widoczne u pacjentów z ciężkim przebiegiem i hospitalizowanych na Oddziałach Intensywnej Terapii. Ma to implikacje medyczne, które to charakteryzują się większą możliwością wystąpienia udarów niedokrwiniennych. Zaopiekowanie się pacjentem po udarze wymaga infrastruktury – specjalistycznych ośrodków „udarowych”, a w późniejszym okresie sprawnej rehabilitacji.

Dlaczego poruszany jest temat przebiegu klinicznego choroby? Otóż, aby prawidłowo oszacować zapotrzebowanie ochrony zdrowia, niezbędne jest rozumienie procesów prowadzących do powstania choroby, poznania obrazu klinicznego oraz późnych powikłań zakażenia. Zrozumienie tych aspektów pociąga za sobą możliwość oszacowania sytuacji, i to, w którą stronę należy podążać, aby zabezpieczyć potrzeby zdrowotne społeczeństwa. I tak na przykład, wiedząc, że największa liczba pacjentów ma problemy ze strony układu oddechowego, należałoby przygotować ośrodki prowadzące rehabilitację pulmonologiczną.

Więc jak się ma przebieg kliniczny? Poglądowy schemat przebiegu COVID-19 w zależności od stopnia nasilenia objawów przedstawiono na rys. 1. Bezobjawowy lub łagodny (brak lub łagodne zapalenie płuc) przebieg występuje w około 80% przypadków. Hospitalizacja dotyczy ciężko chorujących, tj. około 15% zakażonych. W stanie krytycznym jest około 5% pacjentów, którzy wymagają specjalistycznej opieki na Oddziałach Intensywnej Terapii. Ciężkie przebiegi kliniczne COVID-19, zagrożone zgonem, obserwuje się bardzo często u otyłych, palących mężczyzn w wieku 50-60 lat. Odsetek zgonów utrzymuje się na poziomie około 3%.

Ciężki przebieg może zwiastować wystąpienie takich objawów jak: trudności w oddychaniu lub duszności, ból lub ucisk w klatce piersiowej, utrata mowy lub zdolności ruchowych. COVID-19, w trakcie którego może dochodzić do zajęcia kilku układów, to opisanie:

- układu oddechowego w przebiegu ostrego zapalenia płuc, w ciężkich przypadkach występuje zespół ostrej niewydolności oddechowej (ARDS),
- układu nerwowego – występują objawy neurologiczne, w tym utrata węchu i smaku, bóle głowy, nudności, uczucie splątania, zaburzenia świadomości, w ciężkich przypadkach choroba zajmuje naczynia w obrębie mózgowia,

- układu pokarmowego, przy czym pojawiają się biegunka i wymioty,
- układu moczowego, włącznie z ostrym uszkodzeniem nerek, w niektórych wypadkach wymagających natychmiastowego dializowania pacjentów,
- układu krążenia, przy czym mogą wystąpić: zatorowość, ostra niewydolność serca, zapalenie mięśnia sercowego.

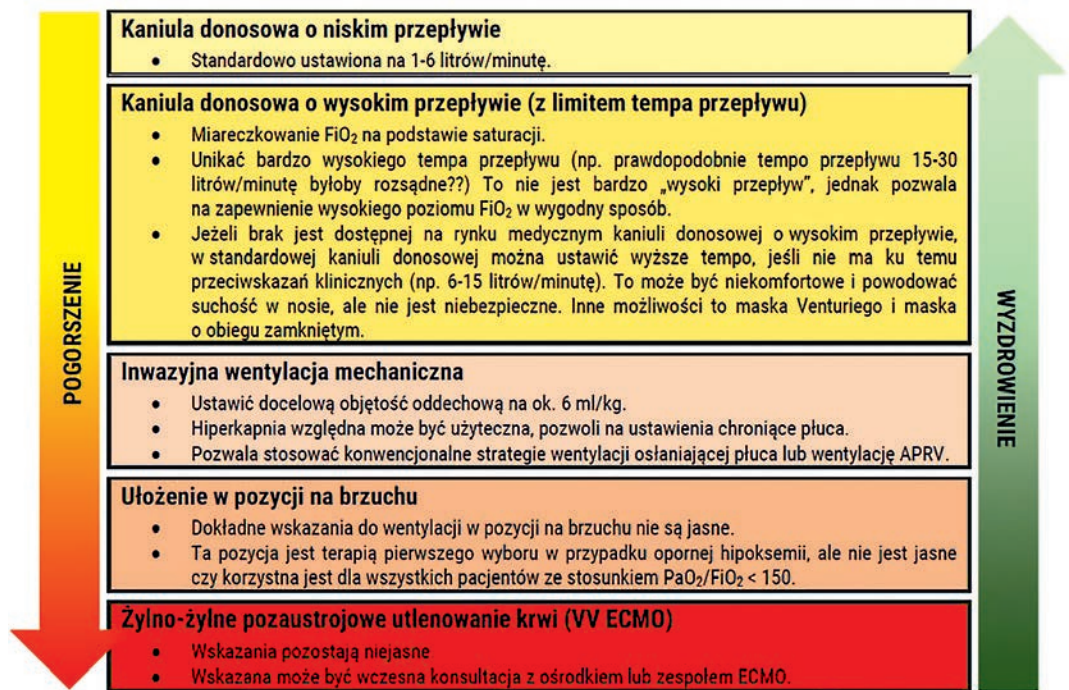
Infrastruktura szpitalna w dobie pandemii

Ze względu na różnorodny przebieg kliniczny do walki z wirusem SARS-CoV-2 jest niezbędny rozmaity sprzęt medyczny. Urządzenia plasujące się jako najpotrzebniejsze to te, które wspomagają pracę układu oddechowego, a w cięższych przypadkach także krążenia. Jednostki ochrony zdrowia powinny posiadać niezbędną liczbę i odpowiednie rodzaje urządzeń medycznych. Określając zapotrzebowanie na sprzęt medyczny, należy mieć na uwadze szacowaną liczbę hospitalizacji. Schemat przedstawiony na rys. 2 dotyczy typów leczenia pacjentów w zależności od ich stanu.

Lżejsze przypadki wymagają jedynie podawania tlenu poprzez kaniule donosowe, a co za tym idzie – posiadania dostępu stanowiska pacjenta do tlenu medycznego. Stan zakażonego jest obserwowany przy pomocy monitoringu parametrów życiowych. Monitorowanie pacjenta, czyli podgląd jego parametrów życiowych, jest niezbędnym elementem w procesie leczenia. Najprostszym urządzeniem monitorującym jakość natlenowania organizmu jest realizowany przez pomiar saturacji pulsoksymetr. Jednak w szpitalach pomiar saturacji jest najczęściej wykonywany poprzez kardiomonitor. Urządzenia te dodatkowo wykonują badanie ciśnienia tętniczego, tętna, aktywności elektrycznej serca (EKG). Monitorowane parametry w zależności od wartości pozwalają na odpowiednie przydzielenie pacjenta do grupy wg objawów: łagodne/umiarkowane, ciężkie, krytyczne. W przypadku pacjentów z objawami ciężkimi i krytycznymi w Oddziałach Intensywnej Terapii urządzenia monitorujące muszą być wyposażone w: kapnometrię (pomiaru stężenia dwutlenku węgla w powietrzu wydychanym), inwazyjny pomiar ciśnienia tętniczego.

Podczas hospitalizacji pacjentów, ich stan kliniczny może ulegać stopniowemu pogorszeniu. Wtedy nie wystarczą już same kaniule donosowe. Aby prawidłowo leczyć pacjenta i zwiększyć jego szanse na przeżycie, podaje się tlen w zwiększonym przepływie. Do tego służą urządzenia wykorzystujące kaniule donosowe o wysokim przepływie (HFNC). Pomimo kontrowersji, eksperci na podstawie wstępnych wniosków zalecają użycie HFNC w stosunku do innych nieinwazyjnych metod, ponieważ są one dobrze tolerowane przez pacjenta i produkują mniej aerozolu [8].

W kolejnym etapie pogarszania się stanu pacjenta jest potrzeba wentylacji inwazyjnej (respiratorów) i pobytu na Oddziale Intensywnej Terapii (OIT). Priorytet w przebiegu zakażenia SARS-CoV-2 stanowi leczenie ciężkiej ►



Rys. 2. Schemat ogólny dotyczący wspomaganego oddychania dla pacjentów z COVID-19. Źródło: Wytyczne Amerykańskiego Departamentu Obrony, zalecenia COVID-19 [7]

► niewydolności oddechowej związanej ze śródmiąższowym zapaleniem płuc i ciężką ostrą infekcją dróg oddechowych, dlatego zapotrzebowanie na usługi oddziału intensywnej terapii jest w obecnych czasach niespotykane wysokie. Doniesienia wskazują, że podłączenie pacjenta do respiratora jest ostatecznością i niestety wiąże się jedynie z maksymalną 30-proc. skutecznością wyleczenia. SARS-CoV-2 w tych najcięższych przypadkach doprowadza do zapalenia płuc, a następnie do zespołu ostrej niewydolności oddechowej (ARDS – ang. *acute respiratory distress syndrome*), czyli stanu, w którym brak jest możliwości odpowiedniego i wystarczającego doprowadzenia tlenu do wszystkich komórek ciała, zaburzona jest wymiana gazów oddechowych (tlenu, dwutlenku węgla). Respiratory wspomagają czynność oddechową pacjenta, dając możliwość wentylacji i doprowadzenia nawet 100-proc. tlenu do organizmu. Aby zweryfikować efekty leczenia, wykorzystuje się promieniowanie RTG w aparatach przyłóżkowych. Stosuje się je na oddziałach u chorych w ciężkim stanie, z zespołem ostrej niewydolności oddechowej (ARDS), u których są wskazania do oceny płuc. W takich przypadkach RTG przyłóżkowe jest metodą zalecaną, zwłaszcza u pacjentów wentylowanych mechanicznie, czyli podłączonych do respiratora.

Urządzenie dające bardzo dobre efekty diagnostyczne i umożliwiające monitorowanie stanu pacjenta to aparat ultrasonograficzny (USG). Urządzenia USG są rekomendowane przez wytyczne lekarskie w zakresie triage’u (segregacji pacjentów w zależności od nasilenia objawów) oraz monitorowania przebiegu i leczenia pacjenta zakażonego. Aparat USG musi być wyposażony w jedną z podstawowych głowic: konweksową, liniową, sektorową. Najbardziej użyteczną

głowicą jest głowica konweksowa, która umożliwia przeprowadzenie pełnego badania płuc [9].

Urządzenia ECMO (*extracorporeal membrane oxygenation* – technika pozaustrojowego utlenowania krwi) stanowią ostateczną formę ratowania życia pacjenta. Są uznawane za ostatnią deskę ratunku. Urządzenia przejmują funkcje układu oddechowego i krążenia, aby rzeczywiste układy pacjenta miały czas na regenerację. Jednakowoż organizacja Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) nie rekomenduje otwierania nowych ośrodków ECMO wyłącznie w celu leczenia pacjentów z COVID-19 ze względu na intensywne wykorzystanie zasobów szpitalnych, potrzebę dogłębnego przeszkolenia personelu i zapotrzebowanie na wielospecjalistyczne zaplecze związane z rozpoczęciem programu ECMO. Uważa się, że dla niedoświadczonych ośrodków ECMO nie jest terapią, która ma zostać skierowana na linię frontu, gdy wszystkie zasoby zostaną rozproszone podczas pandemii. Zaleca się przekazywanie pacjentów wymagających ECMO do ośrodków wymienionych w zaleceniach COVID-19 (cztery ośrodki w Polsce), po wcześniejszym uzgodnieniu miejsca [6].

Wszystkie powyższe urządzenia i forma leczenia pacjentów mają implikację w funkcjonowaniu jednostek ochrony zdrowia. Tym samym, aby zapewnić społeczeństwu wystarczającą liczbę łóżek, sprzętu czy też najważniejszego, czyli personelu, należy posiadać odpowiednią infrastrukturę szpitalną. Zgodnie z aktami prawnymi, całościowa liczba łóżek Intensywnej Terapii w stosunku do całej bazy szpitalnej to minimum 2%. Niestety, niewystarczająca liczba personelu uniemożliwia powstawanie i funkcjonowanie stanowisk intensywnej terapii.

Walka z pandemią w Polsce

Z niewydolnym systemem ochrony zdrowia w Polsce mamy do czynienia od wielu lat, m.in. kolejki do specjalistów, badań diagnostycznych, możliwości leczenia szpitalnego. Na stan niewydolności nałożyła się pandemia, trzecia fala powoli mija. 2 marca 2020 r. zatwierdzono ustawę o szczególnych rozwiązaniach związanych z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19 (ustawa COVID-19), innych chorób zakaźnych oraz wywołanych nimi sytuacji kryzysowych. Powołano także szpitale tzw. jednoimienne, czyli takie, które w całości przeznaczone były do walki z przypadkami osób zakażonych przez koronawirusa. Dotychczas te szpitale funkcjonowały jako jednostki szeroko pojętej ochrony zdrowia, obecnie – jako szpitale leczące COVID-19. W związku z tym należało je dostosować do istniejącej sytuacji epidemiologicznej. W obecnym stanie, po trzeciej fali wirusa, szpitale powoli wracają do wykonywania świadczeń sprzed pandemii. Znaczące braki w świadczeniach zdrowotnych można zauważyć w przypadku chorych onkologicznych. Coraz więcej pacjentów zgłasza się z nowotworami w takim stadium, w którym aktualna medycyna nie może już pomóc. Są to przypadki, w których zbyt późna diagnostyka nie daje już szans na wyleczenie.

Zgodnie z danymi podanymi przez dyrektora Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) na Europę, Hansa Kluge, dotychczas tylko 30% Europejczyków otrzymało co najmniej jedną dawkę szczepionki przeciw COVID-19. Taki poziom wyszczepienia nie wystarczy, aby zapobiec kolejnej fali zakażeń koronawirusem. Wg danych w ostatnich miesiącach liczba nowych zakażeń koronawirusem, zgonów i hospitalizacji spadła, co pociągnęło za sobą łagodzenie obostrzeń w wielu państwach Europy. Jednocześnie kończy się sezon wakacyjny, który może być powtórką nawrotu fali zakażeń po zeszłorocznym sezonie letnim. Obecnie Europa ma do czynienia z tzw. wariantem indyjskim koronawirusa (nazywanym Delta). Odpowiada on m.in. za ponad 90% nowych zakażeń w Wielkiej Brytanii. Jak się szacuje, jest on o ok. 40-60% bardziej zakaźny niż dotychczas

dominujący wariant brytyjski (Alfa). Informacje nie napawają optymizmem, dlatego ochrona zdrowia musi być gotowa i powinny trwać przygotowania do kolejnych fal. Z pewnością istotnym problemem w szpitalach jest izolacja. W czasie pandemii mieliśmy do czynienia z niewystarczającymi zasobami do leczenia w warunkach sal pojedynczych. Warto zastanowić się nad posiadaniem przez szpital odpowiedniej przestrzeni do izolacji pacjentów zakaźnych.



W przyszłości niezbędne może okazać się rozbudowanie bazy ośrodków rehabilitacyjnych w zakresie rehabilitacji pulmonologicznej, kardiologicznej, neurologicznej i tych wszystkich układów, które zostały nadwyżężone w walce z koronawirusem

Podsumowanie

W obliczu obecnej sytuacji epidemiologicznej mamy do czynienia z różnym obrazem klinicznym pacjentów, a co z tym idzie, wieloma technikami zabezpieczenia pacjenta przed długofalowymi skutkami zakażenia. Lecząc pacjenta, należy zwracać uwagę na aktualne doniesienia naukowe i wraz z pogarszaniem się stanu zdrowia pacjenta zapewnić optymalną infrastrukturę. Sprzętami niezbędnymi do walki z koronawirusem w zakresie diagnostyki są aparaty RTG przyłóżkowe dla Oddziałów Anestezjologii i Intensywnej Terapii oraz aparaty ultrasonograficzne. W przyszłości może okazać się niezbędne rozbudowanie bazy ośrodków rehabilitacyjnych w zakresie rehabilitacji pulmonologicznej, kardiologicznej, neurologicznej i tych wszystkich układów, które zostały nadwyżężone w walce z koronawirusem. Odległe skutki pandemii, w stanie obecnym, nie są do przewidzenia. □

Piśmiennictwo

1. <https://www.worldometers.info/coronavirus/> [dostęp: 13.06.2021 r.]
2. Cui J., Li F., Shi ZL.: *Origin and evolution of pathogenic coronaviruses.* „Nat Rev Microbiol”, 2019, 17, 181-192. doi: 10.1038/s41579-018-0118-9.
3. <https://www.the-scientist.com/news-opinion/why-some-covid-19-cases-are-worse-than-others-67160> [dostęp: 10.06.2021 r.]
4. Agencja Oceny Technologii Medycznych i Taryfikacji: *Diagnostyka COVID-19. Aktualizacja Zaleceń.* Wersja 2.1. Data ukończenia – 27.05.2021 r.
5. Jaroszewicz J., Gąsior M. (red.): *Kompleksowa opieka nad chorym z zespołem Post-COVID-19 (PC19). Opinie ekspertów.* 2021, I-Medica.

6. Agencja Oceny Technologii Medycznych i Taryfikacji: *Zalecenia COVID-19. Polskie zalecenia diagnostyczno-terapeutyczne oraz organizacyjne w zakresie opieki nad osobami zakażonymi lub narażonymi na zakażenie SARS-CoV-2.* Wersja 1.1 – 25.04.2020 r.
7. Podlasin A. (red.): *Wytyczne Amerykańskiego Departamentu Obrony (DoD) dotyczące praktycznego postępowania w przypadku COVID-19. Postępowanie kliniczne w przypadku COVID-19.* 2020.
8. https://emcrit.org/ibcc/COVID-19/#high_flow_nasal_cannula.
9. Konsensus Grupy Roboczej ds. Zastosowania Ultrasonografii Płuc w Trybie Point-of-Care w Oddziałach Intensywnej Terapii u Pacjentów z COVID-19 z dnia 20.04.2020 r.