mgr Sławomir Butkiewicz

Analiza czynników ryzyka ciężkiego przebiegu choroby i śmiertelności wewnątrzszpitalnej w grupie pacjentów z COVID-19

Analysis of risk factors for severe disease and in-hospital mortality in a group of patients with COVID-19

Rozprawa doktorska na stopień doktora
w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu
w dyscyplinie nauki o zdrowiu
przedkładana Radzie Dyscypliny Nauk o Zdrowiu
Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

Promotor: dr hab. n. med. i n. o zdr. Patryk Rzońca
Promotor pomocniczy: dr n. o zdr. Marcin Podgórski



Warszawa, 2024

Słowa kluczowe: SARS-CoV-2, COVID-19, śmiertelność, czynniki ryzyka, szpital tymczasowy, szpitalny oddział ratunkowy, wyniki intensywnej opieki, wartość prognostyczna, wskaźniki wczesnego ostrzegania,

Key words: SARS-CoV-2, COVID-19, mortality, risk factors, temporary hospital, emergency department, critical care outcomes, prognostic value, early warning scores,

SPIS TREŚCI

WYKAZ PUBLIKACJI STANOWIĄCYCH ROZPRAWĘ DOKTORSKĄ 4

WYKAZ SKRÓTÓW 5

STRESZCZENIE W JĘZYKU POLSKIM 6

STRESZCZENIE W JĘZYKU ANGIELSKIM 11

1. WSTĘP 15

2. CEL PRACY 18

2.1. CEL GŁÓWNY CYKLU PUBLIKACJI 18

2.2. PROBLEMY BADAWCZE 18

2.3. HIPOTEZY BADAWCZE 18

3. MATERIAŁ I METODY 20

4. PODSUMOWANIE WYNIKÓW I WNIOSKÓW 22

5. PODSUMOWANIE CYKLU PUBLIKACJI 28

6. KOPIA OPUBLIKOWANYCH PRAC 30

BIBLIOGRAFIA 80

OPINIA KOMISJI BIOETYCZNEJ 85

OŚWIADCZENIA WSPÓŁAUTORÓW PUBLIKACJI 87

WYKAZ PUBLIKACJI STANOWIĄCYCH ROZPRAWĘ DOKTORSKĄ

Rozprawę doktorską stanowi cykl czterech spójnych tematycznie oryginalnych publikacji naukowych:

1. **Butkiewicz S**, Zaczyński A, Hampel M, Pańkowski I, Gałązkowski R, Rzońca P. Analysis of Risk Factors for In-Hospital Death Due to COVID-19 in Patients Hospitalised at the Temporary Hospital Located at the National Stadium in Warsaw: A Retrospective Analysis. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(7):3932. doi: 10.3390/ijerph19073932.

   (Punktacja MEiN: 140; Impact Factor: 0)

2. **Butkiewicz S**, Zaczyński A, Pańkowski I, Tomaka P, Rzońca E, Ślęzak D, Podgórski M, Gałązkowski R, Hiczkiewicz J, Rzońca P. Retrospective Study to Identify Risk Factors for Severe Disease and Mortality Using the Modified Early Warning Score in 5127 Patients with COVID-19 Admitted to an Emergency Department in Poland Between March 2020 and April 2021. Medical Science Monitor. 2022;28:e938647. doi: 10.12659/MSM.938647.

   (Punktacja MEiN: 140; Impact Factor: 3,1)

3. **Butkiewicz S**, Dobosz P, Tuka A, Gałązkowski R, Rzońca P. Prognostic value of early warning scores in predicting in hospital mortality among COVID-19 patients in an Emergency Department. Emergency Medical Service (Ratownictwo Medyczne) 2023;1:5-13.doi:10.36740/EmeMS202301101.

   (Punktacja MEiN: 70; Impact Factor: 0)

4. Rzońca P, **Butkiewicz S**, Dobosz P, Zaczyński A, Podgórski M, Gałązkowski R, Wierzba W, Życińska K. Predicting Mortality for COVID-19 Patients Admitted to an Emergency Department Using Early Warning Scores in Poland. Healthcare (Basel). 2024;12(6):687. doi: 10.3390/healthcare12060687.

   (Punktacja MNiSW: 40; Impact Factor: 2,8)

Sumaryczny Impact Factor: 5,9

Suma punktów MEiN: 390

WYKAZ SKRÓTÓW

APTT – czas częściowej tromboplastyny po aktywacji (*ang. activated partial thromboplastin time*)

COVID-19 – choroba koronawirusowa 2019 (*ang. causes coronavirus disease 2019*)

CRP – białka C-reaktywnego (*ang. C-reactive protein*)

CSK MSWiA – Centralny Szpital Kliniczny Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Warszawie (obecnie Państwowy Instytut Medyczny MSWiA w Warszawie)

EWS – skale wczesnego ostrzegania (*ang. early warning scores*)

GGO – zacienienia typu matowej szyby (*ang. ground glass opacities*)

HEWS – skala wczesnego ostrzegania Hamiltona (*ang. Hamilton Early Warning Score*)

HRCT – tomografii komputerowej o wysokiej rozdzielczości (*ang. high resolution computer tomography*)

HTC – hematokryt (*ang. hematocrit*)

LDH – dehydrogenazy mleczanowej (*ang. lactate dehydrogenase*)

LY – limfocyty (*ang. lymphocyte*)

MERS – bliskowschodni zespół niewydolności oddechowej (*ang. Midle East Respiratory Syndrome*)

MEWS – zmodyfikowana skala wczesnego ostrzegania (*ang. Modified Early Warning Score*)

NEWS – narodowa skala wczesnego ostrzegania (*ang. National Early Warning Score*)

NEWS2 – narodowa skala wczesnego ostrzegania 2 (*ang. National Early Warning Score 2*)

OIT – Oddział Intensywnej Terapii (*ang. Intensive Care Unit*)

POCHP – przewlekła obturacyjna choroba płuc (*ang. chronic obstructive pulmonary disease*)

PT – czas protrombinowy (*ang. prothrombin time*)

qSOFA – uproszczona skala niewydolności narządów (*ang. Sequential Organ Failure Assessment Score (Quick)*)

RBC – erytrocyty/ krwinki czerwone (*ang. red blond cells*)

SARS-CoV-2 – drugi koronawirus ciężkiego ostrego zespołu oddechowego (*ang. severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*)

SEWS – standaryzowana skala wczesnego ostrzegania (*ang. Standardized Early Warning Score*)

SOR – Szpitalny Oddział Ratunkowy (*ang. emergency department*)

WHO – Światowa Organizacja Zdrowia (*ang. World Health Organization*)

STRESZCZENIE W JĘZYKU POLSKIM

Wstęp

Postępujący w ostatnich dekadach proces wymiany międzynarodowej i powszechne przemieszczanie się ludności spowodowały, obok wielu skutków pozytywnych, znaczący wzrost globalnego ryzyka niektórych rodzajów zagrożeń, w tym – na czołowym miejscu – zagrożeń sanitarno-epidemicznych związanych z coraz łatwiejszym rozprzestrzenianiem się patogenów pomiędzy krajami i kontynentami. Przykładem tego zjawiska jest pojawienie się wirusa SARS-CoV-2 i wybuch światowej pandemii COVID-19, która wpłynęła na wszystkie aspekty życia, wywołała strach i izolację społeczną oraz wymusiła wiele zmian w systemach opieki zdrowotnej. Globalne zagrożenie zdrowia publicznego związane z COVID-19 spowodowało, że istotne miejsce wśród opracowań naukowych zajmują badania dotyczące charakterystyki pacjentów zakażonych nowym patogenem, czynników ryzyka występowania choroby, a także jej rozwoju i rokowania.

Cel

Celem badań była identyfikacja czynników ryzyka ciężkiego przebiegu COVID-19, skutkującego koniecznością leczenia w oddziale intensywnej terapii, oraz czynników związanych z ryzykiem zgonu wewnątrzszpitalnego, a także analiza wartości prognostycznej wybranych skal wczesnego ostrzegania, stosowanych do przewidywania ciężkiego przebiegu choroby i śmiertelności w grupie pacjentów przyjętych do szpitalnego oddziału ratunkowego z potwierdzonym zakażeniem wirusem SARS-CoV-2.

Materiał i metody

Podstawą niniejszej rozprawy doktorskiej jest cykl czterech, spójnych tematycznie i oryginalnych publikacji naukowych, których łączna punktacja Ministerstwa Edukacji i Nauki wynosi 390 punktów, a łączna punktacja Impact Factor – 5,9.

Badania w cyklu publikacji, będących podstawą osiągnięcia naukowego, przeprowadzone zostały metodą analizy retrospektywnej dokumentacji medycznej pacjentów zakażonych wirusem SARS-CoV-2. Analizowane przypadki stanowili pacjenci, którzy zostali przyjęci do SOR CSK MSWiA, obecnie Państwowy Instytut Medyczny MSWiA, w Warszawie (Publikacja 2, Publikacja 3, Publikacja 4) oraz pacjenci hospitalizowani w Tymczasowym Szpitalu Narodowym w Warszawie (Publikacja 1). W Publikacji 1, 2 i 3 badaniem objęto okres od marca 2020 roku do kwietnia 2021 roku, zaś w Publikacji 4 analizą objęto okres od marca

2020 roku do kwietnia 2022 roku. W procesie analizy dokumentacji medycznej pozyskiwane były dane dotyczące charakterystyki pacjentów, hospitalizacji, podstawowych parametrów życiowych, wyników badań laboratoryjnych, zastosowanych procedur medycznych, objawów klinicznych, chorób współistniejących oraz wyniku hospitalizacji.

Wyniki

Publikacja 1: Z analizy badań własnych wynika, że zaawansowany wiek pacjentów wiązał się z większą śmiertelnością na skutek COVID-19. Przeprowadzona analiza regresji wykazała, że wyniki laboratoryjne RBC, HTC, LY przy przyjęciu pacjenta są istotnymi czynnikami mającymi wpływ na przeżycie pacjentów z COVID-19. Występowanie chorób współistniejących takich jak cukrzyca, udar, niewydolność nerek oraz POCHP miały wpływ na wyższą śmiertelność pacjentów hospitalizowanych w Tymczasowym Szpitalu Narodowym. Ponadto występowanie płytkiego oddechu oraz duszności u pacjentów były powiązane ze zwiększoną śmiertelnością, podczas gdy stwierdzana gorączka i bóle mięśniowe wiązały się z większą szansą przeżycia badanych osób. Wykazano również, że wyższa wartość ciśnienia skurczowego krwi, ciśnienia rozkurczowego krwi i saturacji wpływały istotnie na pozytywne zakończenie hospitalizacji. Natomiast wyższe wartości średniego ciśnienia tętniczego, tętna oraz wyższa częstość oddechu wskazywały na większe ryzyko zgonu hospitalizowanych chorych.

Publikacja 2: Z przeprowadzonych badań własnych wynika, że większość pacjentów przyjętych do SOR i hospitalizowanych z powodu COVID-19 stanowili mężczyźni w wieku powyżej 45 lat. Wskaźnik śmiertelności wewnątrzszpitalnej z powodu COVID-19 w badanym okresie wyniósł 12,76%. Czynnikami wpływającymi na ryzyko zgonu wewnątrzszpitalnego związanego z COVID-19 były wiek, płeć, występowanie objawów, takich jak gorączka, płytki oddech i duszność, a także występowanie chorób współistniejących, takich jak cukrzyca, niewydolność nerek, niewydolność serca, POCHP oraz przebyty udar mózgu i aktywna choroba nowotworowa. Ponad 5% wszystkich pacjentów hospitalizowanych z powodu COVID-19 zostało przyjętych na OIT. Czynnikami wpływającymi na ryzyko przeniesienia pacjenta na OIT były płeć, występowanie duszności, liczba zgłaszanych objawów infekcji, występowanie cukrzycy, POCHP i nikotynizmu.

Publikacja 3: Z analizy badań własnych wynika, że wśród badanych dominowali mężczyźni, a mediana wieku pacjentów wyniosła 53 lata. Mediana czasu hospitalizacji wyniosła 4 dni, a 56 pacjentów wymagało wdrożenia wentylacji mechanicznej. Najczęściej występującą chorobą współistniejącą było nadciśnienie tętnicze, a wszystkie choroby współistniejące były istotnie związane z większą śmiertelnością. Przeprowadzona analiza

wykazała, że skala NEWS przy przyjęciu do SOR uzyskała najwyższą wartość mocy dyskryminacyjnej (AUC 0,76) w porównaniu do pozostałych skal, co wskazuje, że może być ona przydatna dla pracowników systemu ochrony zdrowia w ocenie pacjentów z COVID-19. Ponadto wykazano, że wszystkie pozostałe zastosowane skale były akceptowalne do badań przesiewowych pacjentów z COVID-19.

Publikacja 4: Wyniki badań własnych wykazały, że mediana wieku pacjentów wynosiła 59 lat, a ponad połowa była płci męskiej. Przyjęcie na OIOM odnotowano u ponad 6% pacjentów. Wśród analizowanych przypadków pacjentów, którzy nie przeżyli, większość stanowili mężczyźni i osoby starsze. Śmiertelność pacjentów wyniosła prawie 22%. Przeprowadzona analiza wykazała, że pacjenci, którzy nie przeżyli, uzyskali znacznie wyższe wyniki w skalach wczesnego ostrzegania, częściej też wymagali specjalistycznych procedur medycznych oraz przyjęcia na OIT. Ze wszystkich analizowanych wyników badań wczesnego ostrzegania, wykonywanych po przyjęciu pacjentów do SOR, najlepszą ogólną skuteczność prognostyczną uzyskał REMS, który miał najwyższą moc dyskryminacyjną (AUC 0,84) i najwyższą ujemną wartość predykcyjną (97,4%) w porównaniu z innymi systemami punktacji. Analiza wykazała także, że w przypadku podgrupy pacjentów poniżej 65 roku życia badania według kryteriów NEWS i REMS, wykonane po przyjęciu do SOR, miały najwyższe wartości mocy dyskryminacyjnej (AUC 0,81), a w przypadku podgrupy pacjentów w wieku 65 lat i starszych najwyższe wartości mocy dyskryminacyjnej (AUC 0,72) osiągnęły metody NEWS i SEWS.

Podsumowanie

Na podstawie analizy materiału przeprowadzonej w **Publikacji 1** należy zauważyć, że kluczowym działaniem, mającym na celu zmniejszenie obciążenia szpitali stacjonarnych w szczytowych fazach pandemii, jest tworzenie szpitali tymczasowych. Jednocześnie prezentowane badanie było pierwszą w Polsce retrospektywną analizą przypadków pacjentów zakażonych SARS-CoV-2, którzy byli hospitalizowani w szpitalu tymczasowym, utworzonym na Stadionie Narodowym w Warszawie w ramach strategii walki z pandemią. Zakażenie wirusem SARS-CoV-2 w większości przypadków przebiega bezobjawowo lub manifestowane objawy są niespecyficzne. Należy więc podkreślić, co uczyniono w niniejszej publikacji, że analizy, umożliwiające wyodrębnienie czynników wpływających na rokowanie i śmiertelność pacjentów z COVID-19, odgrywają bardzo ważną rolę w zwiększaniu świadomości oraz pozwalają zaplanować optymalny proces terapeutyczny i wyeliminować sytuacje, w których stan pacjenta gwałtownie się pogarsza.

Dane przedstawione w **Publikacji 2,** dotyczące czynników ryzyka przeniesienia pacjenta zakażonego SARS-CoV-2 do OIT, jak również czynników ryzyka zgonu wewnątrzszpitalnego w przebiegu COVID-19, mogą być wykorzystane przez decydentów odpowiedzialnych za organizację systemów ochrony zdrowia w zakresie przygotowania na rosnącą liczbę przypadków COVID-19. Prezentowane wyniki badań mogą mieć w konsekwencji wpływ na poprawę jakości świadczenia usług medycznych wobec pacjentów z COVID-19, a ponadto, pozwalają na szybką identyfikację pacjentów z grupy wysokiego ryzyka i wybór odpowiedniego postępowania medycznego w przypadku pacjentów z COVID-19.

SOR to miejsce, w którym działa się szybko i sprawnie, a procedury lecznicze są wykonywane jednoczasowo. Zwłaszcza w okresie pandemii COVID-19, gdy wzrost liczby nowych przypadków następował w sposób nagły, to SOR niejednokrotnie był pierwszym punktem kontaktu pacjenta z opieką medyczną. Dlatego tak ważne jest efektywne wykorzystanie zasobów medycznych oraz rozwiązań, które umożliwiają szybkie rozpoznanie pacjentów w stanie krytycznym. Jednym z takich rozwiązań jest zastosowanie skal wczesnego ostrzegania, pozwalających na szybkie i efektywne sformułowanie prognozy przebiegu leczenia. Przeprowadzone badania prezentowane w **Publikacji 3** wskazują, że NEWS uzyskała najwyższą wartość mocy dyskryminacyjnej, co oznacza, że może być wykorzystywana jako narzędzie do przewidywania śmiertelności wewnątrzszpitalnej wśród pacjentów z COVID-19.

REMS był najdokładniejszym systemem punktacji, charakteryzującym się najwyższą mocą dyskryminacyjną i ujemną wartością predykcyjną w porównaniu z innymi analizowanymi systemami punktacji, co prezentuje **Publikacja 4**. W grupie pacjentów poniżej 65 roku życia NEWS i REMS były najskuteczniejsze w przewidywaniu śmiertelności u pacjentów z COVID-19, podczas gdy w grupie pacjentów w wieku 65 lat i starszych najwyższą wartością predykcyjną charakteryzowały się NEWS i SEWS. Pomimo że MEWS był stosowany w trakcie pandemii w wielu szpitalach w Polsce wykazano, że nie nadaje się w przypadku pacjentów z COVID-19, ponieważ jego skuteczność i wartość prognostyczna w przewidywaniu śmiertelności są niższe w porównaniu z innymi skalami wczesnego ostrzegania. Włączenie wymienionych wyżej narzędzi prognostycznych do praktyki klinicznej na szpitalnym oddziale ratunkowym mogłoby zapewnić skuteczniejszą ocenę ryzyka śmiertelności, a co za tym idzie zwiększyć szanse na skuteczną pomoc medyczną.

W publikacjach naukowych będących podstawą niniejszej rozprawy doktorskiej podkreślono wagę właściwego rozpoznawania czynników wpływających na rokowanie i śmiertelność pacjentów z COVID-19, a także zastosowania adekwatnych narzędzi punktowych do oceny i monitorowania stanu pacjenta przy użyciu skal wczesnego ostrzegania.

Wszystko to pozwala na szybką identyfikację pacjentów z grupy wysokiego ryzyka i wybór odpowiedniego postępowania w przypadku pacjentów z COVID-19. Uzyskane wyniki mogą stanowić wsparcie w zakresie opracowania potencjalnych zaleceń dla podmiotów leczniczych na wypadek wystąpienia kolejnego patogenu zdolnego do wywołania zagrożenia dla zdrowia publicznego na poziomie globalnym.

STRESZCZENIE W JĘZYKU ANGIELSKIM

Introduction

The progressive process of international exchanges and the widespread movement of populations in recent decades has resulted, in addition to many positive effects, in a significant increase in the global risk of certain types of hazards, including - at the forefront - sanitary-epidemic hazards associated with the increasingly easy spread of pathogens between countries and continents. An example of this phenomenon is the emergence of the SARS-CoV-2 virus and the outbreak of the global COVID-19 pandemic, which affected all aspects of life, created fear and social isolation and forced many changes in health systems. The global public health threat posed by COVID-19 has led to an important place among scientific studies on the characteristics of patients infected with the new pathogen, the risk factors for the disease, as well as its progression and prognosis.

Objective

The aim of the study was to identify risk factors for a severe course of COVID-19, resulting in the need for intensive care unit treatment, and factors associated with the risk of in-hospital death, and to analyse the predictive value of selected early warning scales used to predict severe course and mortality in a group of patients admitted to a hospital emergency department with confirmed SARS-CoV-2 infection.

Material and methods

This dissertation is based on a series of four thematically consistent and original scientific publications with a total score of 390 points from the Ministry of Education and Science and a total Impact Factor score of 5.9.

The research in the series of publications constituting the basis of the scientific achievement was carried out by means of a retrospective analysis of the medical records of patients infected with SARS-CoV-2 virus. The analysed cases were patients who were admitted to the ED of the MSWiA Medical Centre, now the MSWiA National Medical Institute, in Warsaw (Publication 2, Publication 3, Publication 4) and patients hospitalised at the Temporary National Hospital in Warsaw (Publication 1). In Publications 1, 2 and 3, the study covered the period from March 2020 to April 2021, while in Publication 4, the analysis covered the period from March 2020 to April 2022. In the process of analysing medical records, data were

extracted on patient characteristics, hospitalisations, baseline vital signs, laboratory results, medical procedures used, clinical symptoms, comorbidities and outcome of hospitalisation.

Results

Publication 1: From the analysis of our study, advanced age of patients was associated with higher mortality from COVID-19. The regression analysis performed showed that laboratory results of RBC, HTC, LY on admission were significant factors influencing the survival of patients with COVID-19. The presence of comorbidities such as diabetes mellitus, stroke, renal failure and COPD had an impact on the higher mortality of patients hospitalised at the Provisional National Hospital. In addition, the presence of shallow breathing and shortness of breath in patients were associated with increased mortality, while noted fever and myalgia were associated with a higher chance of survival in the study subjects. It was also shown that higher values of systolic blood pressure, diastolic blood pressure and saturation had a significant effect on positive hospital discharge. In contrast, higher values of mean arterial pressure, heart rate and higher respiratory rate indicated a higher risk of death for hospitalised patients.

Publication 2: Our study shows that the majority of patients admitted to the ED and hospitalised due to COVID-19 were men aged 45 years or older. The in-hospital mortality rate due to COVID-19 during the study period was 12.76%. Factors influencing the risk of in-hospital death associated with COVID-19 were age, gender, the presence of symptoms such as fever, shallow breathing and dyspnoea, and the presence of comorbidities such as diabetes, renal failure, heart failure, COPD and a history of stroke and active cancer. More than 5% of all patients hospitalised with COVID-19 were admitted to the ICU. Factors influencing the risk of patient transfer to the ICU were gender, presence of dyspnoea, number of reported symptoms of infection, presence of diabetes, COPD and nicotinism.

Publication 3: The analysis of our study shows that the subjects were predominantly male and the median age of the patients was 53 years. The median length of hospitalisation was 4 days, and 56 patients required the implementation of mechanical ventilation. The most common comorbidity was hypertension, and all comorbidities were significantly associated with higher mortality. The analysis showed that the NEWS scale on admission to the ED had the highest discriminatory power value (AUC 0.76) compared to the other scales, indicating that it may be useful for health care professionals in the assessment of patients with COVID-19. In addition, it showed that all other scales used were acceptable for screening patients with COVID-19.

Publication 4: Our results showed that the median age of patients was 59 years and more than half were male. ICU admissions were reported in more than 6% of patients. Among the analysed cases of patients who did not survive, the majority were male and elderly. The patient mortality rate was almost 22%. The analysis showed that patients who did not survive scored significantly higher on the early warning scales and were more likely to require specialised medical procedures and ICU admission. Of all the analysed early warning scores performed after patients were admitted to the ED, the REMS had the best overall prognostic performance, with the highest discriminatory power (AUC 0.84) and the highest negative predictive value (97.4%) compared to other scoring systems. The analysis also showed that for the subgroup of patients younger than 65 years, the NEWS and REMS criteria tests performed after admission to the ED had the highest discriminatory power values (AUC 0.81), and for the subgroup of patients aged 65 years and older, the NEWS and SEWS methods had the highest discriminatory power values (AUC 0.72) .

Summary

On the basis of the analysis of the material carried out in **Publication 1**, it should be noted that a key measure , aimed at reducing the burden on inpatient hospitals during the peak phases of the pandemic, is the establishment of temporary hospitals. At the same time, the study presented here was the first retrospective case study of SARS-CoV-2-infected patients who were hospitalised in a temporary hospital set up at the National Stadium in Warsaw as part of a pandemic control strategy. SARS-CoV-2 virus infection is mostly asymptomatic or the symptoms manifested are non-specific. It should therefore be emphasised, as was done in this publication, that analyses, allowing the isolation of factors influencing the prognosis and mortality of patients with COVID-19, play a very important role in raising awareness and allowing the optimal therapeutic process to be planned and situations in which the patient's condition rapidly deteriorates to be eliminated.

The data presented in **Publication 2** on the risk factors for the transfer of a SARS-CoV-2-infected patient to the ICU, as well as the risk factors for in-hospital death in COVID-19, can be used by decision-makers responsible for organising health care systems in preparation for the increasing number of COVID-19 cases. The presented research results may consequently have an impact on improving the quality of medical service delivery to COVID-19 patients and, moreover, allow the rapid identification of high-risk patients and the selection of appropriate medical management for COVID-19 patients.

The ED is a place where things are done quickly and efficiently and where treatment procedures are carried out simultaneously. Especially during the COVID-19 pandemic, when

the increase in new cases was sudden, the ED was often the first point of contact between the patient and medical care. This is why it is so important to make efficient use of medical resources and solutions that enable the rapid identification of critically ill patients. One such solution is the use of early warning scales that allow rapid and effective formulation of a prognosis of the course of treatment. The study presented in **Publication 3** shows that the NEWS obtained the highest discriminatory power value, which means that it can be used as a tool to predict in-hospital mortality among patients with COVID-19.

REMS was the most accurate scoring system with the highest discriminatory power and negative predictive value compared to the other scoring systems analysed, as presented in **Publication 4**. In patients under 65 years of age, NEWS and REMS were the most effective in predicting mortality in patients with COVID-19, while in patients 65 years of age and older, NEWS and SEWS had the highest predictive value. Although MEWS was used during the pandemic in many hospitals in Poland, it was shown to be unsuitable for COVID-19 patients, as its effectiveness and predictive value in predicting mortality were lower compared to other early warning scales. Incorporating the above-mentioned prognostic tools into clinical practice in the hospital emergency department could provide a more effective assessment of mortality risk and thus increase the chances of effective medical care.

The scientific publications that form the basis of this dissertation emphasise the importance of correctly identifying factors affecting the prognosis and mortality of patients with COVID-19, as well as the use of adequate scoring tools to assess and monitor the patient's condition using early warning scales. All of this allows for the rapid identification of high-risk patients and the selection of appropriate management of patients with COVID-19. The results obtained can support the development of potential recommendations for healthcare providers in the event of another pathogen capable of causing a public health threat at a global scale.

1. WSTĘP

Obserwowany w ostatnich dekadach powszechny proces globalizacji spowodował istotną transformację w zakresie epidemiologii chorób zakaźnych na świecie, która stanowi ogromne wyzwanie dla współczesnych systemów ochrony zdrowia. Powszechna migracja ludności i bezpośrednie kontakty ludzi na całym świecie spowodowały, że choroby zakaźne, dotychczas występujące w odległych regionach, z łatwością mogą się rozprzestrzeniać pomiędzy krajami i kontynentami i wywoływać zagrożenia na skalę globalną [1]. Takim przykładem jest pojawienie się nowego patogenu, który został wykryty pod koniec grudnia 2019 roku w mieście Wuhan w Chinach. Patogen ten okazał się wysoce zaraźliwym koronawirusem, który Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization – WHO) 12 stycznia 2020 roku nazwała koronawirusem 2 zespołu ostrej ciężkiej niewydolności oddechowej SARS-CoV-2 (the severe acute respiratory syndrome coronavirus type 2), który u ludzi wywołuje chorobę COVID-19 (the coronavirus disease 2019). Nowy koronawirus okazał się mniej wirulentny w porównaniu do wirusa SARS, który pojawił się w 2002 roku, czy wirusa MERS (Midle East Respiratory Syndrome – bliskowschodni zespół niewydolności oddechowej), który został wykryty w 2012 roku, natomiast jego zakaźność, czyli zdolność do rozprzestrzeniania się w określonej populacji, była znacznie wyższa. To właśnie łatwość w rozprzestrzenianiu się patogenu spowodowała wystąpienie globalnej pandemii, którą WHO ogłosiło 11 marca 2020 roku [2-9].

Zakażenie wirusem SARS-CoV-2 w większości przypadków przebiega bezobjawowo. Z analizy literatury wynika, że odsetek pacjentów, którzy nie prezentują żadnych klinicznych cech zakażenia waha się w szerokim zakresie od 18% do 57% [10]. Nawet wówczas, gdy dochodzi do klinicznej manifestacji zakażenia, objawy są niejednorodne i przypominają przeziębienie [11]. W tej dominującej grupie pacjentów, większość przypadków zakażenia przebiega w sposób łagodny, bez zmian zapalnych w płucach lub ze zmianami zapalnymi o łagodnym charakterze. Takich przebieg zakażenia obserwowany jest w ponad 80% wszystkich przypadków pacjentów, u których występują objawy kliniczne. Kolejną grupę około 15% przypadków stanowią pacjenci, którzy zakażenie koronawirusem przechodzą ciężko. Natomiast 5% przypadków stanowią pacjenci w stanie krytycznym, z ostrą niewydolnością oddechową, objawami wstrząsu i/lub niewydolnością wielonarządową. To właśnie ta grupa pacjentów wymaga najbardziej zaawansowanego leczenia, które – mimo zastosowania wysokospecjalistycznych procedur – często kończy się niepowodzeniem [12]. Najczęstszymi objawami klinicznymi u pacjentów z COVID-19 są gorączka lub dreszcze, zmęczenie, ból

głowy, ból mięśni lub ciała, suchy kaszel, zapalenie płuc i duszność. Rzadziej zgłaszanymi objawami klinicznymi są katar, zmniejszony apetyt, biegunka, krwioplucie, nudności, wymioty, uszkodzenie wątroby i uszkodzenie nerek [13-17].

Wiele czynników może wpływać na przebieg choroby COVID-19, jej nasilenie i powikłania, które mogą występować na długo po wyleczeniu. W literaturze wyodrębniono wiele czynników, które predysponują do ciężkiego przebiegu choroby. W zestawieniu tym niewątpliwie należy wymienić czynniki genetyczne, wiek, płeć, występowanie chorób współistniejących, stosowanie leków immunosupresyjnych czy otyłość [18-25]. Typowymi zmianami widocznymi w badaniach laboratoryjnych są leukopenia, zmniejszona liczba limfocytów oraz podwyższony poziom białka C-reaktywnego (CRP), dehydrogenazy mleczanowej (LDH) i D-dimerów w surowicy. Natomiast charakterystycznymi zmianami obserwowanymi w tomografii komputerowej o wysokiej rozdzielczości (HRCT) są zacienienia typu matowej szyby (GGO), konsolidacja oraz wzory typu crazy paving i siateczkowe [26-28]. W przypadku choroby COVID-19 można wyróżnić dwa główne typy objawów: objawy płucne i objawy poza płucne. Objawy płucne są najczęstsze i najpoważniejsze, trudne do opanowania i związane ze złym rokowaniem. Chociaż większość pacjentów ma głównie objawy oddechowe, zaobserwowano rosnącą liczbę objawów poza płucnych związanych z COVID-19. Uprawnia to do stwierdzenia, że COVID-19 jest nie tylko chorobą układu oddechowego prowadzącą do ostrej niewydolności oddechowej. Obserwowane jest całe spektrum objawów obejmujących zaburzenia rytmu serca, uszkodzenie mięśnia sercowego, niewydolność serca, żylną chorobę zakrzepowo-zatorową, rozległą zakrzepicę żył głębokich, zatorowość płucną, encefalopatię, zaburzenia motoryczne i sensoryczne czy drgawki [29-32]. Wyżej przedstawione spostrzeżenia jeszcze bardziej uwydatniają skalę problemu i niebezpieczeństwa z jakimi muszą zmierzyć się osoby pracujące w sektorze ochrony zdrowia.

Zmniejszenie śmiertelności z powodu COVID-19 było jednym z głównych celów podczas pandemii i polegało na znalezieniu specyficznych markerów zdolnych do przewidywania możliwego pogorszenia lub ciężkiego przebiegu choroby (w tym zgonu) na wczesnym etapie. Metaanalizy wielu badań wykazały istotną korelację między kilkoma czynnikami laboratoryjnymi a ciężkością przebiegu i śmiertelnością z powodu COVID -19. Do czynników tych zaliczono zmiany liczby krwinek, w tym zwiększenie liczby leukocytów i neutrofili oraz zmniejszenie liczby limfocytów i eozynofilii. Ponadto wzrost poziomu parametrów biochemicznych takich jak dehydrogenazy mleczanowej, wzrost stężenia białka C-reaktywnego, prokalcytoniny, aminotransferazy asparaginianowej, aminotransferazy alaninowej i azotu mocznikowego we krwi. Ostatnią grupą czynników, mogącą mieć

prognostyczną wartość w przewidywaniu ciężkości przebiegu COVID-19, są zmiany wskaźników krzepnięcia: zmniejszenie liczby płytek krwi, zwiększenie stężenia D-dimerów, fibrynogenu, zmiana czasu protrombinowego (PT) i czasu częściowej tromboplastyny po aktywacji (APTT). Mimo iż monitorowanie powyższych wskaźników laboratoryjnych będzie pomocne w leczeniu i udoskonalaniu schematów leczenia pacjentów, to jednak wszystkie te wskaźniki są niespecyficzne dla zakażenia wirusem SARS-CoV-2 [33-35].

Innym sposobem wczesnego wykrywania pacjentów z pogarszającym się stanem klinicznym oraz oceny ich rokowania jest wykorzystanie istniejących narzędzi punktowych, którymi są skale wczesnego ostrzegania (early warning scores - EWS). Stosowanie EWS stało się szczególnie istotne podczas pandemii, ponieważ umożliwiało szybką identyfikację pacjentów wymagających interwencji medycznej, a także ocenę ryzyka hospitalizacji i konieczności leczenia na oddziałach intensywnej terapii. Ponadto skale EWS umożliwiają monitorowanie pacjentów z COVID-19 i określanie, czy ich stan się poprawia, czy pogarsza, a także stanowią narzędzie wspomagające lekarzy w podejmowaniu decyzji terapeutycznych i planowaniu leczenia pacjentów z COVID-19. W praktyce klinicznej obecnie wykorzystywane są różne modele skal wczesnego ostrzegania, takie jak: National Early Warning Score (NEWS), National Early Warning Score 2 (NEWS2), Modified Early Warning Score (MEWS), Standardized Early Warning Score (SEWS) and Hamilton Early Warning Score (HEWS) [36-44].

2. CEL PRACY

2.1. CEL GŁÓWNY CYKLU PUBLIKACJI

Celem głównym przeprowadzonych badań była identyfikacja czynników ryzyka ciężkiego przebiegu choroby COVID-19, z koniecznością leczenia w oddziale intensywnej terapii i czynników związanych z ryzykiem zgonu wewnątrzszpitalnego oraz analiza wartości prognostycznej wybranych skal wczesnego ostrzegania do przewidywania ciężkiego przebiegu choroby i śmiertelności w grupie pacjentów przyjętych do szpitalnego oddziału ratunkowego z potwierdzonym zakażeniem wirusem SARS-CoV-2.

2.2. PROBLEMY BADAWCZE

1. Czy czynniki socjodemograficzne wpływają na ciężkość przebiegu choroby COVID-19 i śmiertelność w tej grupie pacjentów?
2. Czy choroby współistniejące wpływają na ciężkość przebiegu i śmiertelność w grupie pacjentów przyjętych do szpitalnego oddziału ratunkowego (SOR)?
3. Czy podstawowe parametry życiowe przy przyjęciu do SOR oraz wybrane wyniki badań laboratoryjnych wpływają na śmiertelność w grupie pacjentów zakażonych wirusem SARS-CoV-2?
4. Jakie są czynniki ryzyka ciężkiego przebiegu choroby, wymagającego przeniesienia pacjenta do oddziału intensywnej terapii?
5. Jaką wartość prognostyczną prezentują wybrane skale wczesnego ostrzegania i która z nich jest najwyższa w grupie pacjentów z COVID-19?
6. Która ze skal wczesnego ostrzegania ma najwyższą wartość prognostyczną w grupie pacjentów powyżej 65 roku życia przyjętych do szpitalnego oddziału ratunkowego?

2.3. HIPOTEZY BADAWCZE

1. Wiek i płeć pacjentów są czynnikami wpływającymi na przebieg choroby COVID-19. Starszy wiek i płeć męska są czynnikami predysponujący do cięższego przebiegu i wyższej śmiertelności w grupie pacjentów przyjętych do szpitalnego oddziału ratunkowego z powodu COVID-19.
2. Występowanie chorób współistniejących u pacjentów zakażonych wirusem SARS-CoV-2 wpływa negatywnie na przebieg choroby. Występowanie chorób układu krążenia, cukrzycy, przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POCHP) i nowotworów

związane jest z wyższym ryzykiem ciężkiego przebiegu choroby i wyższą śmiertelnością z powodu COVID-19.

3. Gorsze parametry życiowe przy przyjęciu do SOR oraz wyniki badań laboratoryjnych korelują z ciężkością przebiegu i śmiertelnością w grupie pacjentów z COVID-19. Ścisłe monitorowanie tych parametrów stanowi ważny element prognostyczny w procesie leczenia pacjentów.
4. Wyniki wybranych parametrów życiowych i badań laboratoryjnych stanowią istotne czynniki ryzyka przeniesienia do oddziału intensywnej terapii. Najważniejszymi z tej grupy będą: wysoki poziom białych krwinek, neutrofili, wysoka częstość oddechu i tętna oraz niska wartość limfocytów ciśnienia skurczowego krwi i poziomu saturacji.
5. Skale wczesnego ostrzegania są bardzo dobrym systemem punktowym do oceny i monitorowania pacjentów przyjętych do szpitalnego oddziału ratunkowego, są również wykorzystywane na wielu innych oddziałach szpitalnych. Ich wartość prognostyczna w przypadku pacjentów z COVID-19 jest na poziomie dobrym, a najwyższą wartością prognostyczną w tej grupie pacjentów cechuje się narodowa skala wczesnego ostrzegania NEWS.
6. Pacjenci w wieku 65 i więcej lat są szczególnie narażeni na ciężki przebieg i śmiertelność z powodu COVID-19, dlatego wymagają szczególnego monitorowania. Skalą wczesnego ostrzegania, która ma najwyższą wartość prognostyczną w tej grupie pacjentów jest REMS, uwzględniająca wiek pacjenta jako jeden z elementów branych pod uwagę przy wyliczaniu wartości.

3. MATERIAŁ I METODY

Badania stanowiące cykl czterech publikacji, będących podstawą osiągnięcia naukowego, przeprowadzone zostały metodą analizy retrospektywnej dokumentacji medycznej pacjentów zakażonych wirusem SARS-CoV-2. Analizowane przypadki stanowili pacjenci, którzy zostali przyjęci do szpitalnego oddziału ratunkowego Centralnego Szpitala Klinicznego Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Warszawie (CSK MSWiA) obecnie Państwowy Instytut Medyczny MSWiA w Warszawie (Publikacja 2, Publikacja 3, Publikacja 4) oraz pacjenci hospitalizowani w Tymczasowym Szpitalu Narodowym w Warszawie (Publikacja 1). W Publikacji 1, 2 i 3 badaniem objęto okres od marca 2020 roku do kwietnia 2021 roku, natomiast w Publikacji 4 analizą objęto okres dwuletni, od marca 2020 roku do kwietnia 2022 roku.

W procesie analizy dokumentacji medycznej pozyskiwane były dane dotyczące płci, wieku, miejsca zamieszkania pacjentów, przyjęcia do szpitala i wypisu ze szpitala, długości pobytu, podstawowych parametrów życiowych, wyników badań laboratoryjnych, zastosowanych procedur medycznych, objawów klinicznych, chorób współistniejących oraz wyniku hospitalizacji (przeżycie, przeniesienie na Oddział Intensywnej Terapii lub zgon). Dodatkowo w Publikacjach 3 i 4 dokonano retrospektywnego obliczenia wartości wybranych skal wczesnego ostrzegania.

Do badań włączane były przypadki pacjentów, u których rozpoznano zakażenie wirusem SARS-CoV-2. Identyfikacji pacjentów z COVID-19 dokonano na podstawie umieszczonych w rozpoczynaniach ostatecznych kodów ICD-10: U07.1 COVID-19 – gdy wirus SARS-CoV-2 był zidentyfikowany na podstawie badania laboratoryjnego (badanie molekularne metodą RT-PCR) i U07.2 COVID-19 – gdy zakażenia nie potwierdzono w testach diagnostycznych, wynik był niejednoznaczny czy niedostępny, a COVID-19 został rozpoznany na podstawie objawów klinicznych lub kryteriów epidemiologicznych [45].

Kryterium wyłączenia stanowiły braki danych w dokumentacji medycznej, które były wymagane do przeprowadzenia analizy, brak potwierdzenia zakażenia wirusem SARS-CoV-2, ciąża u kobiet, zapalenie płuc wywołane przez inne patogeny, pacjenci poniżej 18 roku życia.

Protokół badania został zatwierdzony przez Komisję Bioetyczną przy Uniwersytecie Medycznym w Warszawie, która potwierdziła, że badanie nie wymaga zgody ze względu na jego retrospektywny charakter (AKBE/13/2022).

Analizę statystyczną zebranych danych przeprowadzono używając programu STATISTICA versia 13.2 (Tibco Software Inc., Palo Alto, CA, United States) i MedCalc Statistical Software wersja 20.218 (MedCalc Software Ltd., Ostenda, Belgia). Do opisu danych

wykorzystano liczność (n) i odsetek (%) w przypadku danych jakościowych oraz medianę (Me) i rozstęp ćwiartkowy (IQR) w przypadku danych ilościowych. Do weryfikacji normalności rozkładu zmiennych ilościowych wykorzystano test Kołmogorova-Smirnova i Lillieforsa. Do oceny istotnych statystycznie różnic pomiędzy zmiennymi jakościowymi zastosowano test Chi2 dla prób niezależnych, do zbadania różnic pomiędzy dwiema niezależnymi grupami zastosowano test U Manna-Whitneya. W celu oceny wpływu poszczególnych zmiennych na przeżycie pacjentów wykonano analizę regresji logistycznej metodą selekcji krokowej. Do oceny czynników ryzyka przeniesienia na oddział intensywnej terapii oraz czynników ryzyka zgonu zastosowano jednoczynnikową i wieloczynnikową analizę regresji logistycznej. Natomiast do oceny predyktorów wpływających na ryzyko zgonu wewnątrzszpitalnego związanego z COVID 19 zastosowano wieloczynnikową analizę Cox's proportional-hazard. Do pomiaru siły powiązań między zmienną zależną a predyktorami wykorzystano iloraz szans (OR) i 95% przedziałami ufności (CI). Wartość prognostyczna wyników wczesnego ostrzegania w przewidywaniu śmiertelności w szpitalu została oceniona przy użyciu krzywej charakterystyki operacyjnej odbiornika (ROC). Optymalne wartości odcięcia obliczono za pomocą indeksu Youdena. Następnie obliczono czułość, swoistość, dodatnią wartość predykcyjną (PPV), ujemną wartość predykcyjną (NPV), dodatni współczynnik wiarygodności (+LR) i ujemny współczynnik wiarygodności (−LR). Pola pod krzywą ROC (AUROC) porównano metodą opisaną przez DeLonga. W badaniu dwustronna wartość $p < 0,05$ została uznana za statystycznie istotną.

4. PODSUMOWANIE WYNIKÓW I WNIOSKÓW

Publikacja 1:

Butkiewicz S, Zaczyński A, Hampel M, Pańkowski I, Gałązkowski R, Rzońca P. Analysis of Risk Factors for In-Hospital Death Due to COVID-19 in Patients Hospitalised at the Temporary Hospital Located at the National Stadium in Warsaw: A Retrospective Analysis. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(7):3932. doi: 10.3390/ijerph19073932.

Podsumowanie wyników

W badaniu dokonano analizy retrospektywnej dokumentacji medycznej 1749 pacjentów hospitalizowanych z powodu zakażenia wirusem SARS-CoV-2 w Tymczasowym Szpitalu Narodowym w Warszawie. Z analizy wynika, że zaawansowany wiek pacjentów wiązał się z większą śmiertelności wywołaną przez COVID-19. Przeprowadzona analiza regresji wykazała, że wyniki laboratoryjne RBC, HTC, LY przy przyjęciu pacjenta są istotnymi czynnikami mającymi wpływ na przeżycie pacjentów z COVID-19. Wyższa wartość RBC wpływa pozytywnie na przeżycie pacjenta, natomiast wyższa wartość HTC i LY związana była z większym prawdopodobieństwem zgonu hospitalizowanych pacjentów.

Istotne miejsce w badaniach nad COVID-19 zajmuje tematyka dotycząca identyfikacji i analizy czynników ryzyka śmiertelności z powodu tej choroby w związku z występowaniem innych chorób, jak i objawów klinicznych. Przeprowadzone badanie wykazało, że występowanie chorób współistniejących, takich jak cukrzyca, udar, niewydolność nerek oraz POCHP wiązało się z wyższą śmiertelnością pacjentów hospitalizowanych w Tymczasowym Szpitalu Narodowym. Ponadto wyniki badań własnych wykazały, że płytki oddech oraz duszność były powiązane ze zwiększoną śmiertelnością badanych, natomiast gorączka i bóle mięśniowe wiązały się z większą szansą przeżycia badanych osób.

Kolejnym istotnym elementem wpływającym na rokowanie pacjentów z COVID-19 jest ocena podstawowych parametrów klinicznych przy przyjęciu do szpitala. Z analizy wynika, że wyższa wartość ciśnienia skurczowego krwi, ciśnienia rozkurczowego krwi i saturacji wpływały istotnie na pozytywne zakończenie hospitalizacji. Natomiast w przypadku wyższej wartości średniego ciśnienia tętniczego, tętna oraz wyższej częstości oddechu, występowało większe prawdopodobieństwo zgonu hospitalizowanych chorych.

Powyższe badanie było pierwszą w Polsce retrospektywną analizą pacjentów zakażonych SARS-CoV-2, którzy byli hospitalizowani w szpitalu tymczasowym, utworzonym na Stadionie Narodowym w Warszawie w ramach strategii walki z pandemią.

Wnioski

Wśród hospitalizowanych pacjentów dominowali mężczyźni, a mediana wieku wszystkich pacjentów wyniosła 64 lat. Najczęściej zgłaszanymi objawami były kaszel i gorączka, a wśród chorób współistniejących dominowało nadciśnienie tętnicze i cukrzyca. Śmiertelność pacjentów wyniosła 8,9%. Przeprowadzona analiza pozwoliła wyodrębnić 17 czynników, które istotnie wpływały na rokowanie pacjentów i śmiertelność z powodu COVID-19. Z uwagi na fakt, że zakażenie wirusem SARS-CoV-2 w większości przypadków przebiega bezobjawowo lub manifestowane objawy są niespecyficzne, należy podkreślić, że analizy, które pozwalają wyodrębnić czynniki wpływające na rokowanie i śmiertelność pacjentów z COVID-19 odgrywają bardzo ważną rolę w zwiększaniu świadomości oraz pozwalają zaplanować optymalny proces terapeutyczny i wyeliminować sytuacje, prowadzące do gwałtownego pogorszenia stanu pacjenta.

Na podstawie analizowanego materiału należy zauważyć, że kluczową strategią mającą na celu zmniejszenie obciążenia szpitali stacjonarnych w szczytowych fazach pandemii jest tworzenie szpitali tymczasowych. Najczęściej rozwijanym modelem na świecie jest przekształcenie terenów targowych lub obiektów sportowych w placówki medyczne.

Publikacja 2

Butkiewicz S, Zaczyński A, Pańkowski I, Tomaka P, Rzońca E, Ślęzak D, Podgórski M, Gałązkowski R, Hiczkiewicz J, Rzońca P. Retrospective Study to Identify Risk Factors for Severe Disease and Mortality Using the Modified Early Warning Score in 5127 Patients with COVID-19 Admitted to an Emergency Department in Poland Between March 2020 and April 2021. Medical Science Monitor. 2022;28:e938647. doi: 10.12659/MSM.938647.

Podsumowanie wyników

W badanym okresie od marca 2020 do kwietnia 2021 do szpitalnego oddziału ratunkowego szpitala Centralnego Szpitala Klinicznego MSWiA w Warszawie przyjęto łącznie 10274 pacjentów, ze stwierdzonym zakażeniem wirusem SARS-CoV-2, wśród których doszło do 1311 zgonów (12,76%). W analizowanym okresie najwięcej przyjęć z powodu COVID-19 odnotowano w październiku 2020 roku (1605 przypadków), co było związane z drugą falą pandemii trwającą od października do grudnia 2020 roku. Największą śmiertelność – 21,7%

zaobserwowano w grupie pacjentów przyjętych do szpitalnego oddziału ratunkowego w styczniu 2021 roku.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że mediana wieku pacjentów wyniosła 52 lata, a ponad połowę przyjętych pacjentów stanowili mężczyźni. Grupa pacjentów, których hospitalizacja zakończyła się zgonem, była średnio o 26 lat starsza w porównaniu do pacjentów, którzy przeżyli, a w grupie mężczyzn śmiertelność z powodu COVID-19 była istotnie wyższa w porównaniu do kobiet. Najczęściej stwierdzanymi objawami zakażenia były gorączka, kaszel i duszność, natomiast ponad trzy czwarte pacjentów przy przyjęciu nie manifestowało żadnych objawów. Wśród chorób współistniejących dominowały nadciśnienie tętnicze, cukrzyca i niewydolność serca. Śmiertelność wewnątrzszpitalna w analizowanej grupie pacjentów z powodu COVID-19 wyniosła ponad 12%, a ponad 5% wszystkich pacjentów wymagała przeniesienia na oddział intensywnej terapii. Większość przyjętych pacjentów znajdowało się w stanie stabilnym, co potwierdzono na podstawie skali MEWS i kryteriów zgodnych z Clinical severity of confirmed coronavirus disease 2019 pneumonia.

Wyniki badań własnych wykazały, że płeć męska, występowanie duszności oraz posiadanie 4 i więcej objawów infekcji to czynniki wpływające na konieczność przeniesienia chorego z COVID-19 do OIT. Ponadto analiza wykazała, że występowanie chorób współistniejących, takich jak cukrzyca, POCHP czy nikotynizm, jak również posiadanie 4 i więcej chorób współistniejących to czynniki predysponujące do przeniesienia na oddział intensywnej terapii w czasie hospitalizacji z powodu COVID-19.

Z analizowanego materiału wynika, że wiek i płeć pacjenta, występowanie gorączki, płytkiego oddechu i kaszlu oraz występowanie chorób współistniejących takich jak nowotwory, niewydolności nerek, niewydolności serca i cukrzycy są czynnikami zwiększającymi ryzyko zgonu wewnątrzszpitalnego w przebiegu COVID-19.

Wnioski

Blisko dwie trzecie pacjentów przyjętych do szpitalnego oddziału ratunkowego i hospitalizowanych z powodu COVID-19 była w wieku powyżej 45 lat, a ponad połowa była płci męskiej. Wskaźnik śmiertelności wewnątrzszpitalnej z powodu COVID-19 w badanym okresie wyniósł 12,76%. Czynnikami wpływającymi na ryzyko zgonu wewnątrzszpitalnego związanego z COVID 19 były wiek, płeć, występowanie objawów takich jak gorączka, płytki oddech i duszność oraz występowanie chorób współistniejących, takich jak cukrzyca, niewydolność nerek, niewydolność serca, POCHP oraz przebyty udar mózgu i aktywna choroba nowotworowa. Ponad 5% wszystkich pacjentów hospitalizowanych z powodu COVID-19 zostało przyjętych na OIT. Czynnikami wpływającymi na ryzyko przeniesienia pacjenta na OIT

były płeć, występowanie duszności, liczba zgłaszanych objawów infekcji, występowanie cukrzycy, POCHP i nikotynizmu.

Przedstawione dane dotyczące czynników ryzyka przeniesienia do oddziału intensywnej terapii, jak również czynników ryzyka zgonu wewnątrzszpitalnego w przebiegu COVID-19 mogą być wykorzystane przez decydentów odpowiedzialnych za organizację systemów ochrony zdrowia w zakresie przygotowania systemów na rosnącą liczbę przypadków COVID-19, a co za tym idzie poprawić jakość świadczonych usług medycznych w czasie pandemii. Przedstawione wyniki badań pozwalają ponadto na szybką identyfikację pacjentów z grupy wysokiego ryzyka i wybór odpowiedniego postępowania medycznego w przypadku pacjentów z COVID-19.

Publikacja 3

Butkiewicz S, Dobosz P, Tuka A, Gałązkowski R, Rzońca P. Prognostic value of early warning scores in predicting in hospital mortality among COVID-19 patients in an Emergency Department. Emergency Medical Service (Ratownictwo Medyczne) 2023;1:5-13.doi:10.36740/EmeMS202301101.

Podsumowanie wyników

Badanie przeprowadzono w oparciu o analizę retrospektywną dokumentacji pacjentów przyjętych do szpitalnego oddziału ratunkowego Centralnego Szpitala Klinicznego MSWiA w Warszawie w okresie od marca 2020 do kwietnia 2021. Ostatecznie do analizy włączono 2449 przypadków. W analizowanej próbie dominowali mężczyźni (71,3%), a mediana wieku pacjentów wyniosła 53 lata, natomiast mediana czasu hospitalizacji wyniosła 4 dni, 56 pacjentów wymagało wdrożenia wentylacji mechanicznej, a u ponad 14% pacjentów zastosowano nosową wentylację wysokoprzepływową. Najczęściej występującą chorobą współistniejącą było nadciśnienie tętnicze, które występowało u co piątego pacjenta. Ponadto wszystkie choroby współistniejące były istotnie związane z większą śmiertelnością.

Stosowanie systemów punktacji może w skuteczny sposób ułatwić identyfikację pacjentów, których stan kliniczny się pogarsza. Przeprowadzona analiza wykazała, że NEWS przy przyjęciu do szpitalnego oddziału ratunkowego uzyskała najwyższą wartość mocy dyskryminacyjnej (AUC 0.76) w porównaniu do pozostałych skal, co wskazuje, że może być przydatne dla personelu medycznego w ocenie pacjentów z COVID-19. Natomiast wszystkie pozostałe skale były akceptowalne do badań przesiewowych pacjentów z COVID-19.

Wnioski

Szpitalny oddział ratunkowy to miejsce, w którym działa się szybko i sprawnie, a metody leczenia są stosowane jednoczasowo. Zwłaszcza w okresie pandemii COVID-19, która związana była z nagłym wzrostem liczby nowych pacjentów, to szpitalny oddział ratunkowy niejednokrotnie był pierwszym punktem kontaktu pacjenta z opieką medyczną. Dlatego tak ważne jest efektywne wykorzystanie zasobów medycznych oraz rozwiązań, które umożliwiają szybkie rozpoznanie pacjentów w stanie krytycznym. Jednym z takich rozwiązań jest zastosowanie skal wczesnego ostrzegania, które są szybkie i łatwe do obliczenia. Przeprowadzone badania wskazują, że NEWS uzyskała najwyższą wartość mocy dyskryminacyjnej, co wskazuje, że może być wykorzystywana jako narzędzie do przewidywania śmiertelności wewnątrzszpitalnej wśród pacjentów z COVID-19.

Publikacja 4

Rzońca P, **Butkiewicz S**, Dobosz P, Zaczyński A, Podgórski M, Gałązkowski R, Wierzba W, Życińska K. Predicting Mortality for COVID-19 Patients Admitted to an Emergency Department Using Early Warning Scores in Poland. Healthcare (Basel). 2024;12(6):687. doi: 10.3390/healthcare12060687.

Podsumowanie wyników

Badanie przeprowadzono w oparciu o analizę retrospektywną dokumentacji medycznej pacjentów przyjętych do szpitalnego oddziału ratunkowego, u których potwierdzono zakażenie wirusem SARS-CoV-2. Po uwzględnieniu kryteriów włączenia i wyłączenia z badania, do ostatecznej analizy zakwalifikowano 5024 pacjentów. Mediana wieku pacjentów wynosiła 59 (IQR 42-74) lat, a ponad połowa (52,33%) była płci męskiej. Ponad 21% pacjentów wymagało biernej tlenoterapii, a ponad 18% pacjentów wymagało donosowej terapii wysokoprzepływowej. Przyjęcie na OIOM odnotowano u ponad 6% pacjentów. Wyniki badań własnych wykazały, że wśród analizowanych przypadków pacjentów, którzy nie przeżyli, większość stanowili mężczyźni i osoby starsze. Śmiertelność pacjentów wyniosła prawie 22%.

Przeprowadzona analiza wykazała, że pacjenci, którzy nie przeżyli, uzyskali znacznie wyższe wyniki w skalach wczesnego ostrzegania i częściej wymagali specjalistycznych procedur medycznych i przyjęcia na Oddział Intensywnej Terapii. Dlatego identyfikacja pacjentów, u których istnieje prawdopodobieństwo pogorszenia stanu klinicznego i śmierci z powodu COVID-19 w krótkim czasie, jest absolutnie niezbędna do prawidłowej organizacji pracy w szpitalnym oddziale ratunkowym i racjonalnego wykorzystania personelu medycznego.

Ze wszystkich analizowanych wyników wczesnego ostrzegania najlepszą ogólną skuteczność prognostyczną uzyskał Rapid Emergency Medicine Score (REMS). w porównaniu z innymi systemami punktacji miał najwyższą moc dyskryminacyjną (AUC 0,84) i najwyższą ujemną wartość predykcyjną (97,4%), gdy oceniano go po przyjęciu pacjenta do szpitalnego oddziału ratunkowego. Ponadto analiza wykazała, że w przypadku podgrupy pacjentów poniżej 65 roku życia NEWS i REMS zastosowane po przyjęciu do szpitalnego oddziału ratunkowego, miały najwyższe wartości mocy dyskryminacyjnej (AUC 0,81), a w przypadku podgrupy pacjentów w wieku 65 lat i starszych – NEWS i standaryzowany wynik wczesnego ostrzegania (SEWS) osiągnęły najwyższe wartości mocy dyskryminacyjnej (AUC 0,72).

Wnioski

REMS był najdokładniejszym systemem punktacji, charakteryzującym się najwyższą mocą dyskryminacyjną i ujemną wartością predykcyjną w porównaniu z innymi analizowanymi systemami punktacji. W grupie pacjentów poniżej 65 roku życia NEWS i REMS były najskuteczniejsze w przewidywaniu śmiertelności u pacjentów z COVID-19, podczas gdy w grupie pacjentów w wieku 65 lat i starszych najwyższą wartością predykcyjną charakteryzowały się NEWS i SEWS. Pomimo że MEWS był stosowany w wielu szpitalach w trakcie pandemii w Polsce, nie nadaje się dla pacjentów z COVID-19, ponieważ jego skuteczność i wartość prognostyczna w przewidywaniu śmiertelności są niższe od innych skal wczesnego ostrzegania. Włączenie tych narzędzi do praktyki klinicznej na szpitalnym oddziale ratunkowym mogłoby zapewnić skuteczniejszą ocenę śmiertelności, a co za tym idzie, uniknąć opóźnionej pomocy medycznej.

5. PODSUMOWANIE CYKLU PUBLIKACJI

Pojawienie się wirusa SARS-CoV-2 i wybuch pandemii COVID-19 na świecie wpłynął na wszystkie aspekty życia, spowodował strach i izolację społeczną oraz wymusił wiele zmian w systemach opieki zdrowotnej. Globalne zagrożenie zdrowia publicznego, wywołane przez COVID-19, sprawiło , że istotne miejsce wśród opracowań naukowych dotyczących pandemii wirusa SARS-CoV-2 zajmują badania dotyczące charakterystyki pacjentów zakażonych nowym patogenem, czynników ryzyka występowania, rozwoju i rokowania wśród pacjentów z COVID-19. Dlatego celem przedstawionego cyklu publikacji była identyfikacja czynników ryzyka ciężkiego przebiegu choroby COVID-19, z koniecznością leczenia w oddziale intensywnej terapii, oraz czynników związanych z ryzykiem zgonu wewnątrzszpitalnego, a także analiza wartości prognostycznej wybranych skal wczesnego ostrzegania do przewidywania ciężkiego przebiegu choroby i śmiertelności w grupie pacjentów przyjętych do szpitalnego oddziału ratunkowego z potwierdzonym zakażeniem wirusem SARS-CoV-2.

Zakażenie wirusem SARS-CoV-2, który jako nowy patogen stanowił ogromne wyzwanie dla współczesnych systemów opieki zdrowotnej, charakteryzuje się niejednorodnością oraz szerokim zakresem objawów, niebędących objawami specyficznymi dla zakażenia tym wirusem. Mimo iż większość przypadków zakażenia koronawirusem przebiegała łagodnie, to napływ dużej liczby nowych pacjentów spowodował przeciążenie systemów opieki zdrowotnej na świecie. Na tym etapie najważniejszym celem było wyselekcjonowanie tych pacjentów, którzy manifestowali ciężki przebieg choroby COVID-19 i wymagali intensywnego leczenia. Wiele czynników może wpływać na przebieg choroby COVID-19, jej nasilenie i powikłania. Dlatego ważnym celem jest wybór czynników, które potencjalnie mogą wpływać na przebieg zakażenia koronawirusem – tych które predysponują do ciężkiego przebiegu choroby oraz tych, które wpływają na zwiększenie prawdopodobieństwa zgonu wewnątrzszpitalnego w tej grupie pacjentów. W przypadku COVID-19 jest to szczególnie ważne, gdyż powszechnie używane wskaźniki, czy biomarkery wykorzystywane do oceny pacjentów z innymi schorzeniami, nie są specyficzne dla zakażenia wirusem SARS-CoV-2, co dodatkowo utrudnia monitorowanie pacjentów i zwiększa ryzyko przeoczenia pogarszającego się stanu pacjenta. Badania oceniające wpływ czynników wpływających na rokowanie i śmiertelność pacjentów zarówno w przypadku COVID-19, ale również innych stanów nagłych, stanowią ogromne wsparcie dla personelu medycznego sprawującego opiekę nad pacjentem poprzez zwiększanie świadomości o danej jednostce chorobowej, przez co zwiększają jakość świadczonej opieki medycznej.

Podczas pandemii COVID-19 wczesne wykrywanie zakażeń, monitorowanie stanu pacjentów i identyfikacja pacjentów z pogarszającymi się objawami stały się najważniejszym celem w postępowaniu medycznym. Aby osiągnąć ten cel, wiele krajów wykorzystało istniejące skale wczesnego ostrzegania (EWS), które są szeroko stosowane w praktyce klinicznej na oddziałach ratunkowych szpitali. Stosowanie EWS stało się szczególnie istotne podczas pandemii, ponieważ umożliwiło szybką identyfikację pacjentów wymagających interwencji medycznej, a także ocenę ryzyka hospitalizacji i konieczności leczenia na oddziałach intensywnej terapii. Ponadto skale EWS umożliwiają monitorowanie pacjentów z COVID-19 i określanie, czy ich stan się poprawia, czy pogarsza, oraz stanowią narzędzie wspomagające lekarzy w podejmowaniu decyzji terapeutycznych i planowaniu leczenia pacjentów z COVID-19 [16–19]. Stosowanie skal EWS może również odgrywać kluczową rolę w podejmowaniu decyzji o tym, którzy pacjenci powinni zostać przyjęci na szpitalny oddział ratunkowy i otrzymać leczenie w warunkach szpitalnych, a którzy mogą zostać wypisani do leczenia ambulatoryjnego.

International Journal of
Environmental Research and Public Health

MDPI

Article

Analysis of Risk Factors for In-Hospital Death Due to COVID-19 in Patients Hospitalised at the Temporary Hospital Located at the National Stadium in Warsaw: A Retrospective Analysis

Sławomir Butkiewicz [1], Artur Zaczyński [2], Michał Hampel [3], Igor Pańkowski [1], Robert Gałązkowski [4] and Patryk Rzońca [5,*]

1 Emergency Department, Central Clinical Hospital of the Ministry of the Interior and Administration in Warsaw, 137 Wołoska St., 02-004 Warsaw, Poland; slawomir.butkiewicz@cskmswia.gov.pl (S.B.); igor.pankowski@cskmswia.gov.pl (I.P.)
2 Clinical Department of Neurosurgery, Central Clinical Hospital of the Ministry of the Interior and Administration in Warsaw, 137 Wołoska St., 02-004 Warsaw, Poland; artur.zaczynski@cskmswia.gov.pl
3 Department of Gastroenterological and Transplant Surgery, Central Clinical Hospital of the Ministry of the Interior and Administration in Warsaw, 137 Wołoska St., 02-004 Warsaw, Poland; michal.hampel@cskmswia.gov.pl
4 Department of Emergency Medical Services, Faculty of Health Sciences, Medical University of Warsaw, 14/16 Litewska St., 00-575 Warsaw, Poland; robert.galazkowski@wum.edu.pl
5 Department of Human Anatomy, Faculty of Health Sciences, Medical University of Warsaw, 5 Chałubińskiego St., 02-004 Warsaw, Poland
* Correspondence: przonca@wum.edu.pl; Tel.: +48-22-629-98-92

check for updates

Citation: Butkiewicz, S.; Zaczyński, A.; Hampel, M.; Pańkowski, I.; Gałązkowski, R.; Rzońca, P. Analysis of Risk Factors for In-Hospital Death Due to COVID-19 in Patients Hospitalised at the Temporary Hospital Located at the National Stadium in Warsaw: A Retrospective Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 3932. https://doi.org/10.3390/ijerph19073932

Academic Editor: Paul B. Tchounwou

Received: 18 February 2022
Accepted: 24 March 2022
Published: 25 March 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract: The outbreak of the SARS-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) pandemic has affected all aspects of social life and brought massive changes to the healthcare sector. The aim of this study was to identify the factors affecting the mortality of COVID-19 patients at a temporary hospital in Warsaw (Poland). The present study was conducted based on a retrospective analysis of the medical records of patients hospitalised at the temporary hospital located at the National Stadium in Warsaw between 1 March 2020 and 30 April 2021. The study included all cases of patients who were brought directly or transferred to the National Hospital from other hospitals for further treatment. With regard to comorbidities, the analysis found that five comorbidities—namely, diabetes (OR = 1.750, 95% CI: 1.009–2.444, $p < 0.05$), stroke history (OR = 2.408, 95% CI: 1.208–4.801, $p < 0.05$), renal failure (OR = 2.141, 95% CI: 1.052–4.356, $p < 0.05$), chronic obstructive pulmonary disease (OR = 2.044, 95% CI: 1.133–3.690, $p < 0.05$) and heart failure (OR = 1.930, 95% CI: 1.154–3.227, $p < 0.05$)—had a significant impact on the survival of COVID-19 patients. The analysis identified 14 factors that had a significant impact on the prognosis and mortality of the COVID-19 patients studied.

Keywords: SARS-CoV-2; temporary hospital; COVID-19; mortality; risk factors

1. Introduction

The emergence of a new pathogen causing acute respiratory disease of an unknown aetiology and first identified at the end of December 2019 in China led to a global pandemic, which was announced as such by the World Health Organization on 11 March 2020. The pathogen was identified as a highly contagious coronavirus and named severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), which, in humans, causes coronavirus disease 2019 (COVID-19) [1–3]. More than 414 million infections and over 5.8 million deaths from COVID-19 have been reported worldwide since the start of the pandemic [4]. The outbreak of the SARS-CoV-2 pandemic has affected all aspects of social life and brought massive changes to the healthcare sector, including those concerning the services provided and the protection of other patients and healthcare professionals against infections [5].

SARS-CoV-2 infections are not always symptomatic. The literature reports many cases of individuals who tested positive but had no clinical symptoms of COVID-19. According to the estimates of researchers, the proportion of asymptomatic individuals who test positive ranges widely, from 17.9% to 57% [6–8]. Furthermore, clinical manifestations of COVID-19 include a diverse range of symptoms. Most individuals with a COVID-19 infection (approximately 81%) have a mild disease with either no pneumonia or mild pneumonia. In 14% of cases, COVID-19 presents with severe symptoms such as dyspnoea, hypoxemia and lung infiltrates greater than 50% on radiological imaging. Approximately 5% of patients develop a critical illness that is associated with acute respiratory failure, shock and multiple organ dysfunction or failure [9].

Several risk factors that are predisposed to severe COVID-19 disease have been identified in the literature. These include an older age [10–14], male sex [15,16] and the presence of comorbidities, including cardiovascular disease, diabetes, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and cancer [17–23]. The most commonly reported symptoms of COVID-19 are a cough, fever, myalgia and a headache. Other well-documented symptoms include diarrhoea, a sore throat and loss/change in the sense of smell or taste. Unfortunately, none of the symptoms listed above are sufficiently specific to make a reliable diagnosis of a SARS-CoV-2 infection [24].

Severe illness from the new coronavirus is associated with complications. The most commonly reported ones include acute respiratory distress syndrome (ARDS) and cardiovascular, thromboembolic, neurological and inflammatory complications as well as secondary infections. Therefore, it is clear that COVID-19 is not solely a respiratory disease that may lead to acute respiratory distress. A range of manifestations have been reported in COVID-19 patients, including cardiac arrhythmias, myocardial damage, heart failure, venous thromboembolism, extensive deep vein thrombosis, pulmonary embolism, encephalopathy, motor and sensory deficits and seizures [25–29]. The above observations further highlight the scale of the problem and the dangers faced by those working in the healthcare sector.

Another important issue related to the coronavirus pandemic, which resulted in a rapid surge of new patients, is the organisation of healthcare. One of the strategies for preparing the healthcare system for a large number of patients is to set up temporary hospitals that are intended to take patients if traditional hospitals have no capacity to treat them. This enables fully equipped traditional hospitals to focus on the most severely affected patients and those who are quickly deteriorating. The literature on the subject stresses that the set-up and use of temporary hospitals is the best way to prepare the healthcare system for a large and rapid increase in COVID-19 patients [30–35]. A total of 36 temporary hospitals were set up in Poland from the start of the SARS-CoV-2 pandemic. The first temporary hospital of Poland, called the National Hospital, was set up at the National Stadium in Warsaw. At the peak of the third wave of the pandemic, the hospital had 550 beds and the potential to increase its bed capacity to 1200 beds in a short time [36].

In light of the above, the aim of this study was to identify the factors affecting the mortality of COVID-19 patients at this temporary hospital in Warsaw (Poland).

2. Materials and Methods

2.1. Study Design

The present study was conducted based on a retrospective analysis of the medical records of patients hospitalised at the temporary hospital located at the National Stadium in Warsaw between 1 March 2020 and 30 April 2021. The study included all cases of patients who were brought directly or transferred to the National Hospital from other hospitals for further treatment. The only exclusion criterion was a gap in the medical records regarding the data required for the analysis. A total of 1749 cases meeting the established criteria were included in the final analysis.

The documentation was analysed in order to obtain the following information: age and sex of the patients, date of admission and discharge, clinical parameters of the patients,

medical procedures performed, laboratory test results, clinical symptoms and comorbidities, the MEWS score, ICU transfer information and death information.

2.2. Statistical Analysis

The data obtained were statistically analysed using STATISTICA software, version 13.2 (Tibco Software Inc., Palo Alto, CA, USA). The qualitative data were reported using numbers (n) and percentages (%) whereas the quantitative data were described using medians (Me) and interquartile ranges (IQR). The normality of the distribution of the quantitative variables was tested using the Kolmogorov–Smirnov test and the Lilliefors test. The chi^2 test was used to analyse the statistically significant differences between the qualitative variables whereas the Mann–Whitney U-test was used to analyse the differences between the two independent groups. The impact of particular variables on patient survival was assessed with multivariate logistic regression using a stepwise selection procedure. A significance level of $p < 0.05$ was used in the study.

2.3. Ethics

The study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. The reports with data were anonymous and did not permit the identification of individual patients at any stage of the study. The study protocol was submitted to the Bioethics Committee at the Medical University of Warsaw, which confirmed that the study did not require consent due to its retrospective nature (AKBE/13/2022).

3. Results

In the period analysed, there were 1749 patients at the temporary hospital located at the National Stadium in Warsaw. Most patients were men (59.1%) and their median age was 64 years (IQR 50.0–73.0 years). The median BMI of the patients was 29.0 (IQR 25.9–31.7). Most patients lived in urban areas (85.7%). The most commonly reported symptoms were a cough (58.0%), fever (50.9%) and dyspnoea (50.3%) whereas the most common comorbidities were hypertension (39.4%) and diabetes (15.1%). Patients were most commonly admitted to the temporary hospital between 7:00 AM and 6:59 PM (55.3%). A total of 53 patients (3.0%) had to be transferred to an ICU and 156 patients (8.9%) died. The details are presented in Table 1.

Our analysis showed that, compared with patients who survived hospitalisation and were discharged, patients who died from COVID-19 tended to be older (72.4 years vs. 63.0 years), presented with fever (43.0% vs. 51.7%) and muscle pain (15.4% vs. 24.1%) less often and more often presented with such comorbidities as hypertension (46.8% vs. 38.7%), diabetes (23.7% vs. 14.3%), heart failure (14.7% vs. 6.3%), COPD (10.9% vs. 4.5%), cancer (7.1% vs. 3.5%), renal failure (9.6% vs. 2.9%) and a stroke history (7.7% vs. 3.0%) ($p < 0.05$). Moreover, the difference in the mortality rate between patients who were transferred to an ICU and those hospitalised at the temporary hospital (27.6% vs. 0.6%) was statistically significant ($p < 0.05$). A detailed analysis is shown in Table 1.

Table 1. Patient characteristics and analysis of the relationship between mortality and selected variables.

Variables	Total	Survivor	Non-Survivor	*p*-Value
	(*n* = 1749)	(*n* = 1593)	(*n* = 156)	
Sex, *n* (%)				
Female	715 (40.9)	661 (92.5)	54 (7.6)	0.095
Male	1034 (59.1)	932 (90.1)	102 (9.9)	
Age (years), Me (IQR)	64.0 (50.0–73.0)	63.0 (49.0–71.5)	72.4 (68.0–80.0)	0
BMI, Me (IQR)	29.0 (25.9–31.7)	29.0 (25.9–32.0)	27.6 (25.7–30.9)	0.079

Table 1. *Cont.*

Variables	Total (*n* = 1749)	Survivor (*n* = 1593)	Non-Survivor (*n* = 156)	*p*-Value
Place of residence, *n* (%)				
Urban area	1498 (85.7)	1357 (90.6)	141 (9.4)	0.077
Rural area	251 (14.3)	236 (94.0)	15 (6.0)	
Symptoms, *n* (%)				
Cough	1014 (58.0)	928 (58.3)	86 (55.1)	0.45
Fever	891 (50.9)	824 (51.7)	67 (43.0)	0.036
Dyspnoea	879 (50.3)	791 (49.7)	88 (56.4)	0.107
Shallow breathing	494 (28.2)	443 (27.8)	51 (32.7)	0.196
Muscle pain	408 (23.3)	384 (24.1)	24 (15.4)	0.014
Headache	388 (22.2)	361 (22.7)	27 (17.3)	0.125
Loss/change in sense of taste	221 (12.6)	206 (12.9)	15 (9.6)	0.234
Diarrhoea	220 (12.6)	200 (12.6)	20 (12.8)	0.924
Loss/change in sense of smell	218 (12.5)	206 (12.9)	12 (7.7)	0.059
Chest pain	215 (12.3)	195 (12.2)	20 (12.8)	0.833
Sore throat	167 (9.6)	155 (9.7)	12 (7.7)	0.409
Rhinitis	115 (6.6)	108 (6.8)	7 (4.5)	0.27
Skin lesions	73 (4.2)	70 (4.4)	3 (1.9)	0.141
Chronic conditions, *n* (%)				
Hypertension	689 (39.4)	616 (38.7)	73 (46.8)	0.044
Diabetes	264 (15.1)	227 (14.3)	37 (23.7)	0.002
Myocardial infarction	139 (8.0)	121 (7.6)	18 (11.5)	0.082
Heart failure	123 (7.0)	100 (6.3)	23 (14.7)	0
Nicotine dependence	129 (7.4)	115 (7.2)	14 (9.0)	0.423
COPD	89 (5.1)	72 (4.5)	17 (10.9)	0.001
Cancer	66 (3.8)	55 (3.5)	11 (7.1)	0.024
Renal failure	61 (3.5)	46 (2.9)	15 (9.6)	0
Stroke history	59 (3.4)	47 (3.0)	12 (7.7)	0.002
Time of admission, *n* (%)				
7:00 a.m.–6:59 p.m.	967 (55.3)	883 (55.4)	84 (53.9)	0.704
7:00 p.m.–6:59 a.m.	782 (44.7)	710 (44.6)	72 (46.1)	
ICU, *n* (%)				
Yes	53 (3.0)	10 (0.6)	43 (27.6)	0
No	1696 (97.0)	1583 (99.4)	113 (72.4)	

Me: median; IQR: interquartile range; BMI: body mass index; COPD: chronic obstructive pulmonary disease; ICU: intensive care unit.

The median duration of hospitalisation was 10 days (IQR 7.0–15.0). The median volume of lung parenchyma affected by inflammatory changes indicating COVID-19 severity in the patients studied was 20% (IQR 9.0–35.0) and the median MEWS score was 3 (IQR 2.0–5.0%). The median body temperature of the patients studied was 36.8 °C (IQR 36.4–38.5 °C), the median heart rate was 80 beats/min (IQR 70.0–90.0), the median mean arterial pressure was 96.3 mmHg (IQR 87.0–104.8), the median respiratory rate per minute was 18 (IQR 17.0–21.0) and the median oxygen saturation level was 96% (IQR 94.0–98.0) (Table 2).

Table 2. Clinical characteristics of patients and associations between mortality and selected clinical factors.

Variables	Total (n = 1749)	Survivor (n = 1593)	Non-Survivor (n = 156)	p-Value
Duration of hospitalisation, Me (IQR)	10.0 (7.0–15.0)	10.0 (7.0–14.0)	14.5 (9.0–22.0)	0.000
Extent of lung parenchyma affected (%), Me (IQR)	20.0 (9.0–35.0)	20.0 (8.0–35.0)	30.0 (10.0–50.0)	0.001
MEWS (points), Me (IQR)	3.0 (2.0–5.0)	3.0 (2.0–5.0)	5.0 (3.0–7.0)	0.000
Body temperature (°C), Me (IQR)	36.8 (36.4–38.5)	36.8 (36.4–38.5)	37.4 (36.4–39.0)	0.664
Heart rate (beats per minute), Me (IQR)	80.0 (70.0–90.0)	80.0 (69.0–90.0)	81.0 (77.0–93.0)	0.154
Systolic blood pressure (mmHg), Me (IQR)	130.0 (117.0–140.0)	130.0 (117.0–140.0)	129.0 (116.0–136.0)	0.607
Diastolic blood pressure (mmHg), Me (IQR)	78.0 (70.0–90.0)	79.0 (70.0–86.0)	72.0 (69.0–88.0)	0.476
MAP (mmHg), Me (IQR)	96.3 (87.0–104.8)	96.3 (87.0–104.7)	89.0 (85.0–109.0)	0.617
Respiratory rate (per minute), Me (IQR)	18.0 (17.0–21.0)	18.0 (17.0–20.0)	21.0 (18.0–25.0)	0.014
Saturation (%), Me (IQR)	96.0 (94.0–98.0)	96.0 (94.0–98.0)	93.0 (91.0–96.0)	0.003
Medical procedures, n (%)				
Pulse oximetry	1393 (79.7)	1272 (79.85)	121 (77.56)	0.499
Temperature measurement	1353 (77.4)	1236 (77.59)	117 (75.00)	0.461
Chest CT scan	785 (44.9)	717 (45.01)	68 (43.59)	0.734
Optiflow	583 (33.3)	501 (31.45)	82 (52.56)	0.000
Acid-base balance	489 (28.0)	445 (27.93)	44 (28.21)	0.943
Chest X-ray	469 (26.8)	426 (26.74)	43 (27.56)	0.825
Blood typing	437 (25.0)	392 (24.61)	45 (28.85)	0.243
Intubation	224 (12.8)	180 (11.30)	44 (28.21)	0.000
Arterial blood gas test	191 (10.9)	177 (11.11)	14 (8.97)	0.414
Mechanical ventilation	166 (9.5)	125 (7.85)	41 (26.28)	0.000
Antibiotic treatment	131 (7.5)	119 (7.47)	12 (7.69)	0.920
ECMO	5 (0.3)	0 (0.00)	5 (100.00)	1.000
Laboratory blood tests				
WBC count (thousand/μL), Me (IQR)	6.2 (4.6–8.3)	6.1 (4.6–8.2)	7.9 (6.5–12.0)	0.000
RBC count (million/μL), Me (IQR)	4.4 (4.1–4.8)	4.4 (4.1–4.8)	4.2 (3.9–4.6)	0.032
Haemoglobin (g/dl), Me (IQR)	13.4 (12.3–14.3)	13.4 (12.4–14.3)	13.1 (12.0–14.2)	0.502
Haematocrit (%), Me (IQR)	39.4 (36.7–42.1)	39.4 (36.6–42.1)	38.5 (36.7–41.8)	0.511
Platelet count (thousand/μL), Me (IQR)	231.0 (179.0–296.0)	231.0 (179.0–296.0)	214.0 (159.0–284.0)	0.486
Neutrophil count (thousand/μL), Me (IQR)	4.2 (2.8–6.)	4.2 (2.8–6.1)	7.0 (5.5–10.5)	0.000
Lymphocyte count (thousand/μL), Me (IQR)	1.1 (0.8–1.6)	1.1 (0.8–1.6)	0.6 (0.5–1.0)	0.000
Monocyte percentage (%), Me (IQR)	7.6 (5.4–10.23)	7.7 (5.5–10.3)	4.9 (3.1–6.5)	0.000
Eosinophil percentage (%), Me (IQR)	0.1 (0.1–0.5)	0.1 (0.1–0.5)	0.1 (0.1–0.1)	0.005

Me: median; IQR: interquartile range; MEWS: modified early warning score; MAP: mean arterial pressure; ECMO: extra corporeal membrane oxygenation; WBC: white blood cell; RBC: red blood cell.

Table 2 shows a statistical analysis between COVID-19 patients who survived hospitalisation and those who died during hospitalisation. The analysis found that in patients who did not survive, the median duration of hospitalisation was significantly longer (14.5 days vs. 10.0 days), the volume of lung parenchyma affected by inflammatory changes was greater (30.0% vs. 20.0%) and the median MEWS score was significantly higher (5.0 vs. 3.0) compared with the surviving patients. Moreover, patients who died more often required Optiflow treatment (52.6% vs. 31.5%), endotracheal intubation (28.1% vs. 11.3%) and mechanical ventilation (26.3% vs. 7.9%). An analysis of the laboratory blood test results found that patients who died from COVID-19 had a higher median WBC count (7.9 thousand/μL vs. 6.1 thousand/μL) and neutrophil count (7.0 thousand/μL vs. 4.2 thousand/μL) and a lower median lymphocyte count (0.6 thousand/μL vs. 1.1 thousand/μL), monocyte percentage (4.9% vs. 7.7%) and eosinophil percentage (0.1% vs. 0.1%). The associations identified were statistically significant ($p < 0.05$).

A logistic regression analysis was then carried out to identify the risk factors for in-hospital death due to COVID-19. The analysis showed that admission to an ICU (OR = 60.238, 95% CI: 29.495–123.024, $p < 0.001$), the MEWS score (OR = 1.499, 95% CI: 1.335–1.684, $p < 0.001$) and the need for mechanical ventilation (OR = 2.431, 95% CI:

1.094–5.402, $p < 0.05$) were significant factors affecting the survival of COVID-19 patients. As for comorbidities, the analysis showed that diabetes (OR = 1.750, 95% CI: 1.009–2.444, $p < 0.05$), renal failure (OR = 2.141, 95% CI: 1.052–4.356, $p < 0.05$), COPD (OR = 2.044, 95% CI: 1.133–3.690, $p < 0.05$), a stroke history (OR = 2.408, 95% CI: 1.208–4.801, $p < 0.05$) and heart failure (OR = 1.930, 95% CI: 1.154–3.227, $p < 0.05$) had a significant impact on the survival of COVID-19 patients. With regard to the clinical symptoms, significant factors affecting the mortality of COVID-19 patients were fever (OR = 1.703, 95% CI: 1.504–1.979, $p < 0.05$) and shallow breathing (OR = 1.779, 95% CI: 1.094–2.895, $p < 0.05$). With regard to the clinical parameters, a significant association was found between in-hospital mortality due to COVID-19 and parameters such as heart rate (OR = 1.058, 95% CI: 1.022–0.096, $p < 0.05$) and respiratory rate (OR = 1.129, 95% CI: 1.008–1.263, $p < 0.05$). Other significant factors identified were the haematocrit level (OR = 0.742, 95% CI: 0.630–0.873, $p < 0.001$) and lymphocyte count (OR = 0.601, 95% CI: 0.501–0.721, $p < 0.001$) (Table 3).

Table 3. Multivariate logistic regression analysis assessing the association between selected predictors and mortality of patients hospitalised with COVID-19.

Selected Predictors	Adjusted $R^2 = 0.245$ $p < 0.001$				Exp(B) (Odds Ratio)	95% CI	
	B	SE	Wald	p			
ICU admission	4.098	0.364	26.537	0.000	60.238	29.495	123.024
MEWS	0.405	0.059	46.567	0.000	1.499	1.335	1.684
Mechanical ventilation	0.888	0.407	4.758	0.029	2.431	1.094	5.402
Diabetes	0.451	0.226	3.990	0.046	1.570	1.009	2.444
Renal failure	0.761	0.362	4.414	0.036	2.141	1.052	4.356
COPD	0.715	0.301	5.632	0.018	2.044	1.133	3.690
Stroke history	0.879	0.352	6.233	0.013	2.408	1.208	4.801
Heart failure	0.658	0.262	6.288	0.012	1.930	1.154	3.227
Fever	0.353	0.169	4.346	0.037	1.703	1.504	1.979
Shallow breathing	0.576	0.248	5.382	0.020	1.779	1.094	2.895
Heart rate	0.057	0.018	10.156	0.001	1.058	1.022	1.096
Respiratory rate	0.121	0.058	4.432	0.035	1.129	1.008	1.263
Haematocrit	−0.299	0.083	12.983	0.000	0.742	0.630	0.873
Lymphocyte count	−0.510	0.093	29.976	0.000	0.601	0.501	0.721

COPD: chronic obstructive pulmonary disease; ICU: intensive care unit; MEWS: modified early warning score.

4. Discussion

The global SARS-CoV-2 pandemic has affected all aspects of life, resulting in fear and social isolation, and has led to numerous changes in healthcare systems. As COVID-19 poses a global threat to public health, research investigating the characteristics of patients infected with the new pathogen as well as the risk factors for infection, severe disease and death from COVID-19 occupies an important place among studies concerning the SARS-CoV-2 pandemic. Such research provides necessary information used to develop strategies for the appropriate treatment of patients [37–41]. Therefore, the aim of this study was to identify the factors affecting the mortality of COVID-19 patients at a temporary hospital located at the National Stadium in Warsaw (Poland).

A total of 1749 cases of patients hospitalised with a SARS-CoV-2 infection at the temporary hospital in Warsaw were analysed. A detailed analysis of the clinical characteristics of the patients identified several factors associated with the COVID-19 prognosis. We found an association between older age and increased mortality from COVID-19, which was consistent with the findings from studies by, for example, Yang et al. (2020), Zhou et al. (2020), Grasselli et al. (2020), Baena-Díez et al. (2020), Vila-Corcoles et al. (2021), Wang and Wang (2021) and Alharthy et al. (2021) [18,40–45].

The analysis of our findings indicated that transfer to an ICU, the need for mechanical ventilation and a higher MEWS score were associated with an increased likelihood of death in the patients studied. These findings were consistent with those from studies by Sadeghi et al. and Ughi et al., which found that ICU admission was associated with a higher risk

of mortality of COVID-19 patients [46,47]. In their study, Tu et al. demonstrated that the mortality of COVID-19 patients who required mechanical ventilation was high and that a delayed mechanical ventilation initiation was an independent predictor of the 28-day mortality of COVID-19 patients [48]. The findings from a study by Aygun and Eraybar showed that a group of COVID-19 patients who died had a significantly higher MEWS compared with a surviving group [49].

Research on COVID-19 places considerable focus on identifying and analysing the risk factors for death from COVID-19 related to comorbidities [41,42,50–53] and symptoms [41,52,54], which was also the subject of the present study. Fang et al. found that chronic kidney disease significantly contributed to the death of COVID-19 patients [50]. Similarly, Zolotov et al. found that mortality among COVID-19 patients with an abnormal kidney function was three times higher compared with patients with a normal kidney function [55]. A study by Li et al. (2021) demonstrated that diabetes, immunosuppression and cancer were most strongly associated with severe illness from COVID-19. Moreover, the authors found an association between hypertension and diabetes and a higher mortality [51]. In their study, Grasselli et al. found that a history of chronic obstructive pulmonary disease, type 2 diabetes and hypercholesterolemia were independent risk factors associated with the mortality of patients admitted to an ICU due to COVID-19 in Lombardy [54]. Parohan et al. found an association between hypertension, cardiovascular disease, COPD, diabetes and cancer and a higher risk of death from COVID-19 [52]. Pugliese et al. and Tamura et al. both stressed that diabetes was a risk factor for COVID-19 progression to a critical illness as well as the development of acute respiratory distress syndrome, the need for mechanical ventilation or ICU admission and eventually death [56,57]. The findings from our study were similar to those presented above. We found that diabetes, a stroke history, renal failure, heart failure and COPD were associated with an increased mortality of COVID-19 patients.

In their study, Vila-Corcoles et al. found that pre-existing comorbid conditions (respiratory, renal or cardiac disease as well as hypertension and diabetes) and two symptoms—namely, dyspnoea and confusion—were significantly associated with an increased risk of ICU admission/mortality whereas symptoms such as muscle pain, headaches and anosmia were associated with a reduced risk of death [41]. Li et al. found that gastrointestinal symptoms such as vomiting, nausea and abdominal pain as well as respiratory symptoms such as chest pain and shortness of breath were associated with severe COVID-19 whereas end-stage organ failure and pneumonia were associated with mortality [46]. A study by Alizadehsani et al. demonstrated that symptoms of a COVID-19 infection such as a dry cough, ageusia, fever and anosmia were significantly associated with increased mortality [53]. Our study showed that shallow breathing and fever were associated with an increased mortality of COVID-19 patients. It is important to stress that the above-mentioned studies by Alizadehsani et al. and Zhang et al. both found that a fever was the most important symptom of COVID-19 [53,58]. In contrast, studies by, for example, DeBiasi et al. and Qin et al. did not find a significant association between a fever and a COVID-19 infection [59,60]. These findings demonstrated that there are no COVID-19-specific symptoms and may explain the results from our study concerning the symptoms of COVID-19 and mortality.

In the present study, we also analysed the relationship between the clinical parameters on admission and the prognosis of COVID-19 patients. Our analysis revealed that a higher heart rate and a higher respiratory rate were associated with an increased likelihood of death. A study by Mudatsir et al. demonstrated that high blood pressure and an increased respiratory rate were associated with severe COVID-19 [39]. Maloberti et al. found that the discharge heart rate was strongly related to the evidence of severe disease and the need for intensive care unit admission and/or mechanical ventilation [61].

The regression analysis carried out found that the haematocrit values and lymphocyte counts on admission were significant factors affecting the survival of COVID-19 patients. The analysis demonstrated that lower haematocrit values and lymphocyte counts were

associated with an increased likelihood of death. A study by Mudatsir et al. demonstrated that increased leucocyte and neutrophil levels as well as decreased lymphocyte levels were associated with severe illness from COVID-19 [39] whereas Wang and Wang found that patients who died from COVID-19 had a significantly lower percentage of lymphocytes as well as significantly lower platelet counts and albumin levels compared with patients who survived [44]. In their study, Zhou et al. found that d-dimer levels greater than 1 μg/mL on admission were a risk factor for the mortality of adult COVID-19 patients. Moreover, the authors observed that increased levels of blood interleukin 6 (IL-6), cardiac troponin I and lactate as well as lymphopenia were more commonly seen in patients with a severe COVID-19 illness [18].

We would like to note that, according to the material analysed and our own experience, the key strategy aimed at reducing the load on traditional hospitals during the peaks of the pandemic was to set up temporary hospitals. The model most commonly adopted around the world involved converting fairgrounds or sports facilities into medical facilities. It is necessary to conduct further studies on the risk factors for severe illness and mortality from COVID-19, which are crucial in terms of the development of strategies for the treatment of patients, especially given the absence of an effective drug treatment.

The present report is the first Polish retrospective study of SARS-CoV-2 patients hospitalised at a temporary hospital at the National Stadium in Warsaw, which was set up as part of the strategy against COVID-19. We would like to stress that the present study has certain limitations. First, the data analysed came from only one, albeit the largest, of the temporary hospitals set up in Poland during the pandemic. Second, as the study was retrospective in nature, it was based on an analysis of hospital records, which had data gaps and were not completed in a uniform manner. Moreover, several laboratory test results were missing. We made every effort to ensure that these limitations did not undermine the quality of the study. Further studies on the treatment of COVID-19 patients are necessary to gain a better understanding of the subject in question and in particular to identify as many factors as possible affecting the prognosis of COVID-19 patients. Such studies would provide knowledge that could be used in practice in the treatment and care of COVID-19 patients.

5. Conclusions

In conclusion, this is the first study concerning the hospitalisation of COVID-19 patients at a temporary hospital in Poland during the SARS-CoV-2 pandemic. Most patients were men and their median age was 64 years. The most commonly reported symptoms were a cough and fever and the most common comorbidities were hypertension and diabetes. The mortality rate of the patients was 8.9%. The analysis identified 14 factors that had a significant impact on the prognosis and mortality of the COVID-19 patients studied.

Author Contributions: Conceptualisation, S.B. and P.R.; methodology, S.B. and P.R.; formal analysis, P.R.; resources, S.B. and A.Z.; data curation, S.B.; writing—original draft preparation, S.B.; writing—review and editing, S.B., A.Z., M.H., I.P., R.G. and P.R.; supervision, P.R.; project administration, S.B. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: The study protocol was submitted to the Bioethics Committee at the Medical University of Warsaw, which confirmed that the study did not require consent due to its retrospective nature (AKBE/13/2022).

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available on request from the corresponding author.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Hu, B.; Guo, H.; Zhou, P.; Shi, Z.L. Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nat. Rev. Microbiol.* **2021**, *19*, 141–154. [CrossRef] [PubMed]
2. Adil, M.T.; Rahman, R.; Whitelaw, D.; Jain, V.; Al-Taan, O.; Rashid, F.; Munasinghe, A.; Jambulingam, P. SARS-CoV-2 and the pandemic of COVID-19. *Postgrad. Med. J.* **2021**, *97*, 110–116. [CrossRef] [PubMed]
3. Gujski, M.; Raciborski, F.; Jankowski, M.; Nowicka, P.M.; Rakocy, K.; Pinkas, J. Epidemiological Analysis of the First 1389 Cases of COVID-19 in Poland: A Preliminary Report. *Med. Sci. Monit.* **2020**, *26*, e924702. [CrossRef] [PubMed]
4. World Health Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Available online: https://covid19.who.int/ (accessed on 16 February 2022).
5. Digby, R.; Winton-Brown, T.; Finlayson, F.; Dobson, H.; Bucknall, T. Hospital staff well-being during the first wave of COVID-19: Staff perspectives. *Int. J. Ment. Health Nurs.* **2021**, *30*, 440–450. [CrossRef]
6. Mizumoto, K.; Kagaya, K.; Zarebski, A.; Chowell, G. Estimating the asymptomatic proportion of coronavirus disease 2019 (COVID-19) cases on board the Diamond Princess cruise ship, Yokohama, Japan, 2020. *Euro Surveill.* **2020**, *25*, 2000180. [CrossRef]
7. Kimball, A.; Hatfield, K.M.; Arons, M.; James, A.; Taylor, J.; Spicer, K.; Bardossy, A.C.; Oakley, L.P.; Tanwar, S.; Chisty, Z.; et al. Asymptomatic and Presymptomatic SARS-CoV-2 Infections in Residents of a Long-Term Care Skilled Nursing Facility—King County, Washington, March 2020. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* **2020**, *69*, 377–381. [CrossRef]
8. Oran, D.P.; Topol, E.J. Prevalence of Asymptomatic SARS-CoV-2 Infection: A Narrative Review. *Ann. Intern. Med.* **2020**, *173*, 362–367. [CrossRef]
9. Wu, Z.; McGoogan, J.M. Characteristics of and Important Lessons from the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72 314 Cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA* **2020**, *323*, 1239–1242. [CrossRef]
10. Huang, C.; Wang, Y.; Li, X.; Ren, L.; Zhao, J.; Hu, Y.; Zhang, L.; Fan, G.; Xu, J.; Gu, X.; et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet* **2020**, *395*, 497–506. [CrossRef]
11. Chen, N.; Zhou, M.; Dong, X.; Qu, J.; Gong, F.; Han, Y.; Qiu, Y.; Wang, J.; Liu, Y.; Wei, Y.; et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: A descriptive study. *Lancet* **2020**, *395*, 507–513. [CrossRef]
12. Wang, D.; Hu, B.; Hu, C.; Zhu, F.; Liu, X.; Zhang, J.; Wang, B.; Xiang, H.; Cheng, Z.; Xiong, Y.; et al. Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients with 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA* **2020**, *323*, 1061–1069. [CrossRef] [PubMed]
13. Onder, G.; Rezza, G.; Brusaferro, S. Case-Fatality Rate and Characteristics of Patients Dying in Relation to COVID-19 in Italy. *JAMA* **2020**, *323*, 1775–1776. [CrossRef] [PubMed]
14. Williamson, E.J.; Walker, A.J.; Bhaskaran, K.; Bacon, S.; Bates, C.; Morton, C.E.; Curtis, H.J.; Mehrkar, A.; Evans, D.; Inglesby, P.; et al. Factors associated with COVID-19-related death using OpenSAFELY. *Nature* **2020**, *584*, 430–436. [CrossRef] [PubMed]
15. Kragholm, K.; Andersen, M.P.; Gerds, T.A.; Butt, J.H.; Østergaard, L.; Polcwiartek, C.; Phelps, M.; Andersson, C.; Gislason, G.H.; Torp-Pedersen, C.; et al. Association between male sex and outcomes of Coronavirus Disease 2019 (Covid-19)—A Danish nationwide, register-based study. *Clin. Infect. Dis.* **2020**, *73*, e4025–e4030. [CrossRef] [PubMed]
16. Peckham, H.; de Gruijter, N.M.; Raine, C.; Radziszewska, A.; Ciurtin, C.; Wedderburn, L.R.; Rosser, E.C.; Webb, K.; Deakin, C.T. Male sex identified by global COVID-19 meta-analysis as a risk factor for death and ITU admission. *Nat. Commun.* **2020**, *11*, 6317. [CrossRef] [PubMed]
17. Petrilli, C.M.; Jones, S.A.; Yang, J.; Rajagopalan, H.; O'Donnell, L.; Chernyak, Y.; Tobin, K.A.; Cerfolio, R.J.; Francois, F.; Horwitz, L.I. Factors associated with hospital admission and critical illness among 5279 people with coronavirus disease 2019 in New York City: Prospective cohort study. *BMJ* **2020**, *369*, m1966. [CrossRef]
18. Zhou, F.; Yu, T.; Du, R.; Fan, G.; Liu, Y.; Liu, Z.; Xiang, J.; Wang, Y.; Song, B.; Gu, X.; et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: A retrospective cohort study. *Lancet* **2020**, *395*, 1054–1062. [CrossRef]
19. CDC COVID-19 Response Team. Preliminary Estimates of the Prevalence of Selected Underlying Health Conditions Among Patients with Coronavirus Disease 2019—United States, February 12-March 28, 2020. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* **2020**, *69*, 382–386. [CrossRef]
20. Harrison, S.L.; Fazio-Eynullayeva, E.; Lane, D.A.; Underhill, P.; Lip, G.Y.H. Comorbidities associated with mortality in 31,461 adults with COVID-19 in the United States: A federated electronic medical record analysis. *PLoS Med.* **2020**, *17*, e1003321. [CrossRef]
21. Dai, M.; Liu, D.; Liu, M.; Zhou, F.; Li, G.; Chen, Z.; Zhang, Z.; You, H.; Wu, M.; Zheng, Q.; et al. Patients with Cancer Appear More Vulnerable to SARS-CoV-2: A Multicenter Study during the COVID-19 Outbreak. *Cancer Discov.* **2020**, *10*, 783–791. [CrossRef]
22. Tartof, S.Y.; Qian, L.; Hong, V.; Wei, R.; Nadjafi, R.F.; Fischer, H.; Li, Z.; Shaw, S.F.; Caparosa, S.L.; Nau, C.L.; et al. Obesity and Mortality Among Patients Diagnosed with COVID-19: Results from an Integrated Health Care Organization. *Ann. Intern. Med.* **2020**, *173*, 773–781. [CrossRef] [PubMed]
23. Lowe, K.E.; Zein, J.; Hatipoglu, U.; Attaway, A. Association of Smoking and Cumulative Pack-Year Exposure with COVID-19 Outcomes in the Cleveland Clinic COVID-19 Registry. *JAMA Intern. Med.* **2021**, *181*, 709–711. [CrossRef] [PubMed]

24. Struyf, T.; Deeks, J.J.; Dinnes, J.; Takwoingi, Y.; Davenport, C.; Leeflang, M.M.; Spijker, R.; Hooft, L.; Emperador, D.; Dittrich, S.; et al. Signs and symptoms to determine if a patient presenting in primary care or hospital outpatient settings has COVID-19 disease. *Cochrane Database Syst. Rev.* **2020**, *7*, CD013665. [CrossRef] [PubMed]
25. Arentz, M.; Yim, E.; Klaff, L.; Lokhandwala, S.; Riedo, F.X.; Chong, M.; Lee, M. Characteristics and Outcomes of 21 Critically Ill Patients with COVID-19 in Washington State. *JAMA* **2020**, *323*, 1612–1614. [CrossRef] [PubMed]
26. Cao, J.; Tu, W.J.; Cheng, W.; Yu, L.; Liu, Y.K.; Hu, X.; Liu, Q. Clinical Features and Short-term Outcomes of 102 Patients with Coronavirus Disease 2019 in Wuhan, China. *Clin. Infect. Dis.* **2020**, *71*, 748–755. [CrossRef] [PubMed]
27. Klok, F.A.; Kruip, M.J.H.A.; van der Meer, N.J.M.; Arbous, M.S.; Gommers, D.A.M.P.J.; Kant, K.M.; Kaptein, F.H.J.; van Paassen, J.; Stals, M.A.M.; Huisman, M.V.; et al. Incidence of thrombotic complications in critically ill ICU patients with COVID-19. *Thromb. Res.* **2020**, *191*, 145–147. [CrossRef]
28. Moll, M.; Zon, R.L.; Sylvester, K.W.; Chen, E.C.; Cheng, V.; Connell, N.T.; Fredenburgh, L.E.; Baron, R.M.; Cho, M.H.; Woolley, A.E.; et al. VTE in ICU Patients with COVID-19. *Chest* **2020**, *158*, 2130–2135. [CrossRef]
29. Liotta, E.M.; Batra, A.; Clark, J.R.; Shlobin, N.A.; Hoffman, S.C.; Orban, Z.S.; Koralnik, I.J. Frequent neurologic manifestations and encephalopathy-associated morbidity in Covid-19 patients. *Ann. Clin. Transl. Neurol.* **2020**, *7*, 2221–2230. [CrossRef]
30. Chen, S.; Zhang, Z.; Yang, J.; Wang, J.; Zhai, X.; Bärnighausen, T.; Wang, C. Fangcang shelter hospitals: A novel concept for responding to public health emergencies. *Lancet* **2020**, *395*, 1305–1314. [CrossRef]
31. Shang, L.; Xu, J.; Cao, B. Fangcang shelter hospitals in COVID-19 pandemic: The practice and its significance. *Clin. Microbiol. Infect.* **2020**, *26*, 976–978. [CrossRef]
32. Yuan, Y.; Qiu, T.; Wang, T.; Zhou, J.; Ma, Y.; Liu, X.; Deng, H. The application of Temporary Ark Hospitals in controlling COVID-19 spread: The experiences of one Temporary Ark Hospital, Wuhan, China. *J. Med. Virol.* **2020**, *92*, 2019–2026. [CrossRef] [PubMed]
33. Shu, L.; Ji, N.; Chen, X.; Feng, G. Ark of Life and Hope: The role of the Cabin Hospital in facing COVID-19. *J. Hosp. Infect.* **2020**, *105*, 351–352. [CrossRef] [PubMed]
34. Sacchetto, D.; Raviolo, M.; Beltrando, C.; Tommasoni, N. COVID-19 Surge Capacity Solutions: Our Experience of Converting a Concert Hall into a Temporary Hospital for Mild and Moderate COVID-19 Patients. *Disaster Med. Public Health Prep.* **2020**, *26*, 1–4. [CrossRef] [PubMed]
35. Candel, F.J.; Canora, J.; Zapatero, A.; Barba, R.; González del Castillo, J.; García-Casasola, G.; San-Román, J.; Gil-Prieto, R.; Barreiro, P.; Fragiel, M.; et al. Temporary hospitals in times of the COVID pandemic. An example and a practical view. *Rev. Esp. Quimioter.* **2021**, *34*, 280–288. [CrossRef] [PubMed]
36. Polish Ministry of Health. Reserve Hospitals across Poland. Available online: https://www.gov.pl/web/koronawirus/szpitale-tymczasowe-w-calym-kraju (accessed on 16 February 2022).
37. Gao, Y.D.; Ding, M.; Dong, X.; Zhang, J.J.; Kursat Azkur, A.; Azkur, D.; Gan, H.; Sun, Y.L.; Fu, W.; Li, W.; et al. Risk factors for severe and critically ill COVID-19 patients: A review. *Allergy* **2021**, *76*, 428–455. [CrossRef]
38. Zheng, Z.; Peng, F.; Xu, B.; Zhao, J.; Liu, H.; Peng, J.; Li, Q.; Jiang, C.; Zhou, Y.; Liu, S.; et al. Risk factors of critical & mortal COVID-19 cases: A systematic literature review and meta-analysis. *J. Infect.* **2020**, *81*, e16–e25. [CrossRef]
39. Mudatsir, M.; Fajar, J.K.; Wulandari, L.; Soegiarto, G.; Ilmawan, M.; Purnamasari, Y.; Mahdi, B.A.; Jayanto, G.D.; Suhendra, S.; Setianingsih, Y.A.; et al. Predictors of COVID-19 severity: A systematic review and meta-analysis. *F1000Research* **2020**, *9*, 1107. [CrossRef]
40. Yang, J.; Zheng, Y.; Gou, X.; Pu, K.; Chen, Z.; Guo, Q.; Ji, R.; Wang, H.; Wang, Y.; Zhou, Y. Prevalence of comorbidities and its effects in patients infected with SARS-CoV-2: A systematic review and meta-analysis. *Int. J. Infect. Dis.* **2020**, *94*, 91–95. [CrossRef]
41. Vila-Corcoles, A.; Satue-Gracia, E.; Vila-Rovira, A.; de Diego-Cabanes, C.; Forcadell-Peris, J.M.; Ochoa-Gondara, O. Development of a predictive prognostic rule for early assessment of COVID-19 patients in primary care settings. *Aten. Primaria* **2021**, *53*, 102118. [CrossRef]
42. Grasselli, G.; Zangrillo, A.; Zanella, A.; Antonelli, M.; Cabrini, L.; Castelli, A.; Cereda, D.; Coluccello, A.; Foti, G.; Fumagalli, R.; et al. Baseline characteristics and outcomes of 1591 patients infected with SARS-CoV-2 Admitted to ICUs of the Lombardy Region, Italy. *JAMA* **2020**, *323*, 1574–1581. [CrossRef]
43. Baena-Díez, J.M.; Barroso, M.; Cordeiro-Coelho, S.I.; Díaz, J.L.; Grau, M. Impact of COVID-19 outbreak by income: Hitting hardest the most deprived. *J. Public Health* **2020**, *42*, 698–703. [CrossRef] [PubMed]
44. Wang, Z.; Wang, Z. Identification of risk factors for in-hospital death of COVID-19 pneumonia—Lessons from the early outbreak. *BMC Infect. Dis.* **2021**, *21*, 113. [CrossRef]
45. Alharthy, A.; Aletreby, W.; Faqihi, F.; Balhamar, A.; Alaklobi, F.; Alanezi, K.; Jaganathan, P.; Tamim, H.; Alqahtani, S.A.; Karakitsos, D.; et al. Clinical Characteristics and Predictors of 28-Day Mortality in 352 Critically Ill Patients with COVID-19: A Retrospective Study. *J. Epidemiol. Glob. Health* **2021**, *11*, 98–104. [CrossRef] [PubMed]
46. Sadeghi, A.; Eslami, P.; Dooghaie Moghadam, A.; Pirsalehi, A.; Shojaee, S.; Vahidi, M.; Soheili, A.; Ghanimat, F.; Keshmiri, Y.; Abdi, S.; et al. COVID-19 and ICU admission associated predictive factors in Iranian patients. *Caspian J. Intern. Med.* **2020**, *11*, 512–519. [CrossRef]
47. Ughi, N.; Bernasconi, D.P.; Del Gaudio, F.; Dicuonzo, A.; Maloberti, A.; Giannattasio, C.; Tarsia, P.; Puoti, M.; Scaglione, F.; Beltrami, L.; et al. Trends in all-cause mortality of hospitalized patients due to SARS-CoV-2 infection from a monocentric cohort in Milan (Lombardy, Italy). *Z. Gesundh. Wiss.* **2022**, *4*, 1–9. [CrossRef]

48. Tu, Y.; Yang, P.; Zhou, Y.; Wen, X.; Li, Q.; Zhou, J.; Wang, J.; Hu, J.; He, N.; Wang, K.; et al. Risk factors for mortality of critically ill patients with COVID-19 receiving invasive ventilation. *Int. J. Med. Sci.* **2021**, *18*, 1198–1206. [CrossRef]
49. Aygun, H.; Eraybar, S. The role of emergency department triage early warning score (TREWS) and modified early warning score (MEWS) to predict in-hospital mortality in COVID-19 patients. *Ir. J. Med. Sci.* **2021**, *28*, 1–7. [CrossRef]
50. Fang, X.; Li, S.; Yu, H.; Wang, P.; Zhang, Y.; Chen, Z.; Li, Y.; Cheng, L.; Li, W.; Jia, H.; et al. Epidemiological, comorbidity factors with severity and prognosis of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Aging* **2020**, *12*, 12493–12503. [CrossRef]
51. Li, J.; Huang, D.Q.; Zou, B.; Yang, H.; Hui, W.Z.; Rui, F.; Yee, N.T.S.; Liu, C.; Nerurkar, S.N.; Kai, J.C.Y.; et al. Epidemiology of COVID-19: A systematic review and meta-analysis of clinical characteristics, risk factors, and outcomes. *J. Med. Virol.* **2021**, *93*, 1449–1458. [CrossRef]
52. Parohan, M.; Yaghoubi, S.; Seraji, A.; Javanbakht, M.H.; Sarraf, P.; Djalali, M. Risk factors for mortality in patients with Coronavirus disease 2019 (COVID-19) infection: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Aging Male* **2020**, *23*, 1416–1424. [CrossRef]
53. Alizadehsani, R.; AlizadehSani, Z.; Behjati, M.; Roshanzamir, Z.; Hussain, S.; Abedini, N.; Hasanzadeh, F.; Khosravi, A.; Shoeibi, A.; Roshanzamir, M.; et al. Risk factors prediction, clinical outcomes, and mortality in COVID-19 patients. *J. Med. Virol.* **2021**, *93*, 2307–2320. [CrossRef] [PubMed]
54. Grasselli, G.; Greco, M.; Zanella, A.; Albano, G.; Antonelli, M.; Bellani, G.; Bonanomi, E.; Cabrini, L.; Carlesso, E.; Castelli, G.; et al. Risk Factors Associated with Mortality among Patients with COVID-19 in Intensive Care Units in Lombardy, Italy. *JAMA Intern. Med.* **2020**, *180*, 1345–1355. [CrossRef] [PubMed]
55. Zolotov, E.; Sigal, A.; Havrda, M.; Jeřábková, K.; Krátká, K.; Uzlová, N.; Rychlík, I. Can Renal Parameters Predict the Mortality of Hospitalized COVID-19 Patients? *Kidney Blood Press. Res.* 2022; *online ahead of print*. [CrossRef] [PubMed]
56. Pugliese, G.; Vitale, M.; Resi, V.; Orsi, E. Is diabetes mellitus a risk factor for COronaVIrus Disease 19 (COVID-19)? *Acta Diabetol.* **2020**, *57*, 1275–1285. [CrossRef]
57. Tamura, R.E.; Said, S.M.; Mussin de Freitas, L.; Sanchez Rubio, I.G. Outcome and death risk of diabetes patients with Covid-19 receiving pre-hospital and in-hospital metformin therapies. *Diabetol. Metab. Syndr.* **2021**, *13*, 76. [CrossRef]
58. Zhang, G.; Hu, C.; Luo, L.; Fang, F.; Chen, Y.; Li, J.; Peng, Z.; Panet, H. Clinical features and short-term outcomes of 221 patients with COVID-19 in Wuhan, China. *J. Clin. Virol.* **2020**, *127*, 104364. [CrossRef]
59. DeBiasi, R.L.; Song, X.; Delaney, M.; Bell, M.; Smith, K.; Pershad, J.; Ansusinha, E.; Hahn, A.; Hamdy, R.; Harik, N.; et al. Severe COVID-19 in children and young adults in the Washington, DC metropolitan region. *J. Pediatr.* **2020**, *223*, 199–203. [CrossRef]
60. Qin, C.; Zhou, L.; Hu, Z.; Zhang, S.; Yang, S.; Tao, Y.; Xie, C.; Ma, K.; Shang, K.; Wang, W.; et al. Dysregulation of Immune Response in Patients with Coronavirus 2019 (COVID-19) in Wuhan, China. *Clin. Infect. Dis.* **2020**, *71*, 762–768. [CrossRef]
61. Maloberti, A.; Ughi, N.; Bernasconi, D.P.; Rebora, P.; Cartella, I.; Grasso, E.; Lenoci, D.; Del Gaudio, F.; Algeri, M.; Scarpellini, S.; et al. Heart Rate in Patients with SARS-CoV-2 Infection: Prevalence of High Values at Discharge and Relationship with Disease Severity. *J. Clin. Med.* **2021**, *10*, 5590. [CrossRef]

MEDICAL SCIENCE MONITOR

CLINICAL RESEARCH

e-ISSN 1643-3750
© Med Sci Monit, 2022; 28: e938647
DOI: 10.12659/MSM.938647

Received: 2022.10.13
Accepted: 2022.11.07
Available online: 2022.11.28
Published: 2022.12.10

Retrospective Study to Identify Risk Factors for Severe Disease and Mortality Using the Modified Early Warning Score in 5127 Patients with COVID-19 Admitted to an Emergency Department in Poland Between March 2020 and April 2021

Authors' Contribution:
Study Design A
Data Collection B
Statistical Analysis C
Data Interpretation D
Manuscript Preparation E
Literature Search F
Funds Collection G

ABDEF 1 Sławomir Butkiewicz
B 2 Artur Zaczyński
B 1 Igor Pańkowski
DF 3 Piotr Tomaka
DF 4 Ewa Rzońca
F 5 Daniel Ślęzak
D 6 Marcin Podgórski
DF 6 Robert Gałązkowski
D 7 Jarosław Hiczkiewicz
ACDEF 8 Patryk Rzońca

1 Emergency Department, Central Clinical Hospital of the Ministry of the Interior and Administration in Warsaw, Warsaw, Poland
2 Clinical Department of Neurosurgery, Central Clinical Hospital of the Ministry of the Interior and Administration in Warsaw, Warsaw, Poland
3 Department of Anesthesiology and Intensive Care, SP ZOZ in Łeczna, Łeczna, Poland
4 Department of Obstetrics and Gynecology Didactics, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland
5 Department of Medical Rescue, Medical University of Gdańsk, Gdańsk, Poland
6 Department of Emergency Medical Services, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland
7 Collegium Medicum, University of Zielona Góra, Zielona Góra, Poland
8 Department of Human Anatomy, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland

Corresponding Author: Patryk Rzońca, e-mail: przonca@wum.edu.pl
Financial support: None declared
Conflict of interest: None declared

Background: COVID-19, a disease caused by SARS-CoV-2, has posed a threat to global public health. This retrospective study of 5127 patients with COVID-19 admitted to an Emergency Department in Poland between March 2020 and April 2021 aimed to identify risk factors for severe disease and mortality using the modified early warning score (MEWS).

Material/Methods: The study was based on a retrospective analysis of patients with SARS-CoV-2 infection admitted to the Emergency Department between March 2020 and April 2021. A total of 5127 cases were included in the final analysis. Identifying the group of high-risk patients with COVID-19 was determined based on the MEWS score.

Results: Most of the patients studied were male (53.38%). The in-hospital mortality rate among the patients was 21.53%. The factors associated with the risk of in-hospital mortality from COVID-19 were age (>60 years, hazard ratio [HR]=2.27, $P<0.001$), comorbidities (cancer, HR=1.39, $P=0.005$; heart failure, HR=1.31, $P=0.009$; renal failure, HR=1.37, $P=0.004$), higher MEWS score (MEWS ≥5, HR=1.43, $P<0.001$), higher percentage of lung parenchyma affected (>50%, HR=2.10, $P=0.001$), and higher respiratory rate (>24 breaths per min, HR=2.10, $P<0.001$).

Conclusions: This study produced real-world data of risk factors for mortality from COVID-19 and the use of the MEWS for a faster identification of patients with COVID-19 requiring more intensive medical care.

Keywords: COVID-19 • Critical Care Outcomes • Risk Factors • SARS-CoV-2 • Hospital Mortality

Full-text PDF: https://www.medscimonit.com/abstract/index/idArt/938647

4055 4 2 69

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

Background

The global emergence of a new pathogen SARS-CoV-2, which in humans causes COVID-19, has presented a major problem and challenge for public health and health systems worldwide [1-3]. Since the coronavirus outbreak was identified as a pandemic by the World Health Organization on March 11, 2020, more than 539 million people have been infected and more than 6.3 million have died from COVID-19 [4].

Infection with SARS-CoV-2 can be symptomatic or asymptomatic. In symptomatic individuals, illness severity can range from mild to severe and critical [5-7]. It is estimated that one-third of infected individuals do not develop any noticeable clinical symptoms [8]. Furthermore, clinical manifestations of SARS-CoV-2 infection include a diverse range of symptoms. The most commonly reported clinical symptoms of COVID-19 include fever, cough, dyspnea, fatigue, muscle pain, headache, loss of taste and/or smell, sore throat, vomiting, and diarrhea [9,10]. Most individuals with SARS-CoV-2 infection (approximately 81%) have a mild course of illness. In 14% of cases, COVID-19 presents with severe symptoms, such as dyspnea, hypoxemia, and lung infiltrates greater than 50% on radiological imaging. Five percent of patients, representing the smallest proportion of all cases of SARS-CoV-2 infection, develop complications such as severe acute respiratory failure, shock, and multiple organ failure [5]. These patients require Intensive Care Unit (ICU) admission and have the highest mortality rate [11].

The COVID-19 mortality rate varies between countries. It is estimated that the global COVID-19 mortality rate is 2.2% [12,13]. The results of research to date indicate that there are several risk factors that predispose a patient to severe COVID-19 disease and mortality. These include older age [14-16], male sex [17,18], and the presence of comorbidities, including cardiovascular disease, diabetes, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), cancer [19-22], obesity, and hypertension [22-24]. Severe illness from the novel coronavirus is associated with many complications, which are not restricted to the respiratory system. Indeed, apart from acute respiratory distress syndrome, other complications reported in COVID-19 patients include cardiac arrhythmias, myocardial damage, heart failure, venous thromboembolism, extensive deep vein thrombosis, pulmonary embolism, encephalopathy, motor and sensory deficits, and seizures [25-28].

The above observations underscore the scale of the problem and the dangers faced today by health care systems [13]. Therefore, this retrospective study of 5127 patients with COVID-19 admitted to an Emergency Department (ED) in Poland between March 2020 and April 2021 aimed to identify risk factors for severe disease and mortality using the modified early warning score (MEWS).

Material and Methods

Ethics

The study was limited to the retrospective review of medical records and was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. Reports with data were anonymous and did not permit identification of individual patients at any stage of the study. The study protocol was submitted to the Bioethics Committee at the Medical University of Warsaw, which confirmed that the study did not require consent due to its retrospective nature (AKBE/13/2022).

Data Collection and Variables

The present study was based on a retrospective analysis of the discharge medical records of patients with SARS-CoV-2 infection admitted to the ED of the Central Clinical Hospital of the Ministry of Interior and Administration in Warsaw between March 2020 and April 2021. In the study period, there were 2 pandemic waves in Poland: the first (spring) wave of the pandemic (March-June 2020) and the second (autumn) wave of the pandemic (September-December 2020). The pandemic waves in Poland were defined based on 2 parameters: the R number, namely the basic reproduction rate of the virus, and the actual infection growth rate. What is considered the beginning of a wave is the moment when the R number exceeds 1 and continues to increase. This is when the number of infections starts increasing as well. When the R value is <1, the epidemic slows down, which signals the end of a wave.

The data were prepared by the hospital's Information Technology Department. The population was composed of patients admitted to the ED of the Central Clinical Hospital of the Ministry of Interior and Administration in Warsaw who were diagnosed with SARS-CoV-2 infection. SARS-CoV-2 infection was confirmed by laboratory testing by reverse transcription-polymerase chain reaction tests, which were performed in a laboratory in accordance with guidelines developed by the National Institute of Public Health-National Institute of Hygiene [29]. The exclusion criteria included gaps in the medical records of data required for the analysis (n=273), lack of laboratory-confirmed COVID-19 (n=5147), pediatric patients (n=155), and other diagnoses (n=2205). A total of 5127 patients meeting the established criteria were included in the final analysis (**Figure 1**). At the beginning of the pandemic, owing to limited accessibility of COVID-19 laboratory testing, the decision to perform the test was made by the doctor on duty based on the medical history, symptoms, and general condition of the patient.

The discharge medical records of the patients were analyzed to obtain the following information: independent variables of

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

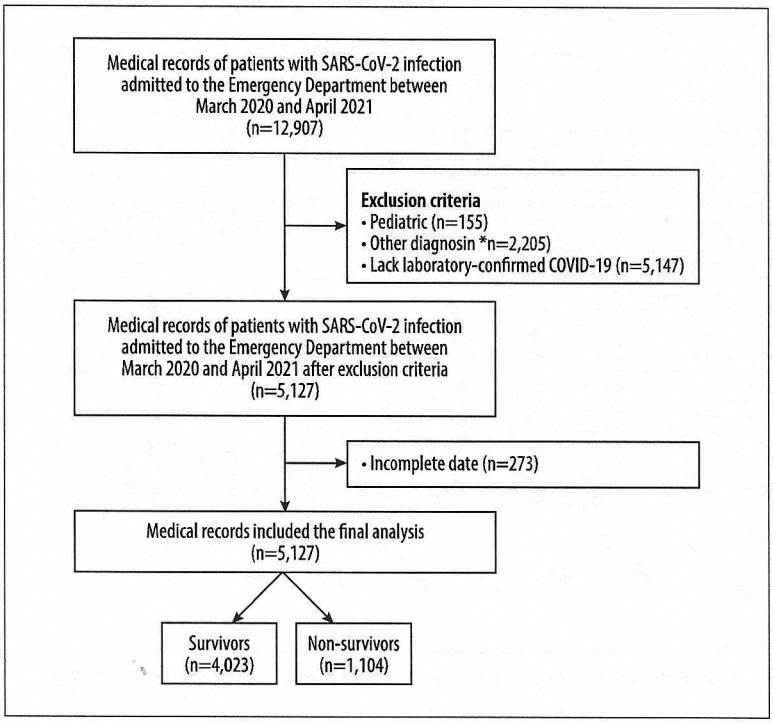


Figure 1. Flow chart of patients included in the study.

Table 1. Calculation of the modified early warning score (MEWS) [30].

	3	2	1	0	1	2	3
Heart rate		<40	40-50	51-100	101-110	111-130	>130
Systolic blood pressure	<70	70-80	81-100	101-200		>200	
Respiratory rate		<9		9-14	15-20	21-30	>30
Temperature (°C)		<35		35-38.4		≥38.5	
AVPU score				Alert	Reacting to Voice	Reacting to Pain	Unresponsive
Worried about patient's condition: 1 point							
Urine production <75 ml during previous 4 hours: 1 point							
Oxygen saturation <90% despite adequate oxygen therapy: 3 points							

age, sex, and place of residence of the patients, admission and discharge information, duration of hospital stay, main vital signs, laboratory test results, medical procedures performed, clinical symptoms, comorbidities; and the dependent variables of mortality and admission to the ICU.

COVID-19 Outcome

In our analysis, the primary aspect used to determine the treatment outcome of the COVID-19 patients studied was the outcome of hospitalization: survival or mortality. Another aspect was whether or not the patient had to be admitted to the ICU.

The other issue we tried to address was identifying the group of high-risk patients based on the MEWS scale. Every patient included in the study was assessed using the MEWS scale in accordance with the hospital protocol. The MEWS scale was incorporated in standard care in our hospital at the beginning of the pandemic. Calculations of the MEWS values were based on the system by Subbe et al [30]. The score measurements were registered in the patients' medical files by the nursing staff. A MEWS score of ≥5 denotes critical clinical condition (**Table 1**).

Moreover, a high-resolution computed tomography (HRCT) scan of the chest was performed in the patients to assess the percentage of lung parenchyma affected. HRCT chest features

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

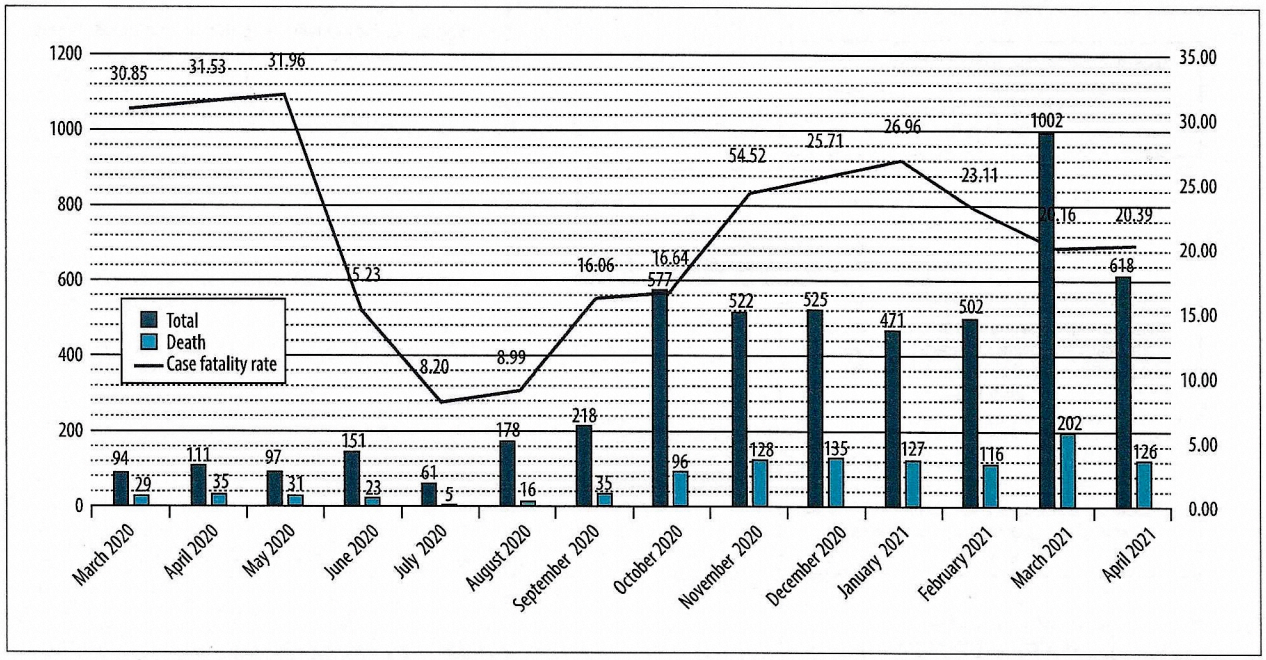


Figure 2. Number of hospitalized COVID-19 patients, number of deaths from COVID-19, and case mortality rate in the period analyzed (from March 1, 2020, to April 30, 2021).

were analyzed by a radiologist. Various lesions, such as the presence of ground glass opacities, consolidations, reticulations, traction bronchiectasis, cystic changes, nodules, lymphadenopathy, pleural thickening, pleural effusion, and pneumomediastinum, were assessed. An HRCT score was calculated based on the extent of lobar involvement [31].

The number of COVID-19 signs was assessed on the basis of a set of 16 symptoms (fever, cough, dyspnea, respiratory effort, sore throat, myalgia, weakness, rhinorrhoea, headache, loss/change in sense of taste, loss/change in sense of smell, diarrhoea, conjunctivitis, skin rash, chest/back pain), whose frequency in the covered analysis period exceeded 5%.

The decision to admit a patient with COVID-19 to the ICU was made by the ICU doctors on duty in accordance with the criteria of the National Consultant on Anaesthesiology and Intensive Therapy [32].

Statistical Analysis

The data obtained were analyzed using STATISTICA software, version 13.2 (Tibco Software Inc., Palo Alto, CA, USA). Categorical variables were presented using frequencies (n) and percentages (%), while numerical variables using medians (Me) and interquartile ranges (IQR). The normality of distribution of variables was tested using the Kolmogorov-Smirnov test and the Lilliefors test. An initial bivariate analysis was performed using the Mann-Whitney U test for numerical variables and chi-square test for categorical ones. We used univariate logistic regression analyses to determine the association of variables with ICU admission. Variables with $P<0.05$ in the univariate logistic analyses were included in multivariable logistic regression. We used forward selection of variables in the logistic regression model and determined adjusted odds ratios and their 95% confidence intervals (CIs). To evaluate the association of an independent variable with mortality, Cox regression was performed to find the crude and adjusted hazard ratios (HR) with their respective 95% CIs of those variables that had been found significant in the bivariate analysis ($P<0.05$). The multivariate Cox regression model included those variables that had been found significant in bivariate analysis except those considered possibly collinear. Furthermore, power and sample size analysis was performed, indicating that with a power of 0.9 (90%) the minimum sample size should be 3126. A significance level of $P<0.05$ was used in the study.

Results

Study Group Characteristics

In the period analyzed, from March 2020 to April 2021, a total of 5127 patients with COVID-19 were admitted to the ED of the Central Clinical Hospital of the Ministry of Interior and Administration in Warsaw. Of those patients, 1104 (21.53%) died. The largest number of patients (1002) were admitted in March 2021. The highest case mortality rate (31.96%) was among patients admitted in May 2020. During the first (spring) wave of the pandemic (March-June 2020), 453 patients with

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

COVID-19 were admitted to the hospital, of whom 118 died. Thus, the case mortality rate among those patients was 26.05%. During the second (autumn) wave of the pandemic (September-December 2020), 1842 COVID-19 patients were admitted to the hospital; 394 (case mortality rate of 21.39%) of those patients died. Details are shown in **Figure 2**.

Most of the patients studied were male (53.38%) and they accounted for a higher proportion of patients who died, compared with female patients (58.88% vs 41.12%). The median age of the patients studied was 64 years. However, it should be noted that patients who did not survive were older by a median of 15 years. The most commonly reported symptoms were fever (25.61%), cough (24.13%), and dyspnea (20.73%). Among the symptoms, the presence of fever, cough, muscle pain, diarrhea, chest/back pain, loss/change in sense of taste, loss/change in sense of smell, and headache were associated with lower mortality. The most common comorbidities in both groups of patients were hypertension (21.10%), diabetes (10.24%), and heart failure (6.94%). All of the comorbidities identified were more common among patients who did not survive. Most of the patients admitted to the ED were in a stable condition, as determined by the MEWS score (Me=3). Furthermore, patients with MEWS score ≥5 died significantly more often than the other patients (37.14% vs 15.26%) ($P<0.001$; **Table 2**).

Of the patients studied, 15.10% required nasal high-flow therapy, 5.52% required mechanical ventilation, and 8.82% had to be transferred to the ICU. The aforementioned medical procedures were more commonly performed in patients who did not survive ($P<0.001$). Regarding the findings on the physical examination, mortality was found to be associated with a higher percentage of lung parenchyma affected (>50%; $P<0.001$), higher heart rate (>125 beats per min; $P<0.001$), higher respiratory rate (>24 breaths per min; $P<0.001$), and lower diastolic blood pressure (<60 mmHg; $P<0.001$), lower mean arterial pressure (MAP) (<70 mmHg; $P=0.001$) and lower oxygen saturation (<92%; $P<0.001$) at admission. The surviving and non-surviving groups also differed in terms of the laboratory test results. The detailed characteristics of the study group and a comparative analysis between surviving patients and those who did not survive are shown in **Table 2**.

Risk Factors of ICU Admission

Table 3 shows the results of a logistic regression analysis assessing the impact of selected factors on the risk of ICU admission. In the adjusted analysis, ICU admission was associated with male sex ($P<0.001$), dyspnea ($P<0.001$), diabetes ($P=0.020$), COPD ($P=0.027$), ventilator therapy ($P=0.001$), nasal high-flow therapy ($P<0.001$), MEWS score ≥5 ($P<0.001$), higher neutrophil count (>8000/μL; $P<0.001$), higher percentage of lung parenchyma affected (>50%; $P=0.033$), higher respiratory rate (>24 breaths per min; $P<0.001$), lower oxygen saturation (<92%; $P<0.001$), systolic blood pressure <90 mmHg ($P=0.005$), and lower platelet count (<150000/μL; $P=0.002$).

Prediction of Mortality in Patients with COVID-19

A multivariate Cox proportional hazards model was used to identify variables independently associated with mortality in COVID-19 patients. The adjusted analysis found that older age (>60 years, HR=2.27, $P<0.001$), comorbidities (cancer, HR=1.39, $P=0.005$; heart failure, HR=1.31, $P=0.009$; renal failure, HR=1.37, $P=0.004$), higher MEWS score (MEWS ≥5, HR=1.43, $P<0.001$), higher level of neutrophil (neutrophil >8, HR=2.29, $P<0.001$), higher percentage of lung parenchyma affected (>50%, HR=2.10, $P=0.001$), and higher respiratory rate (>24, HR=2.10, $P<0.001$) were significant factors associated with an increased risk of mortality in COVID-19 patients. Lower oxygen saturation (<92, HR=2.65, $P<0.001$) and MAP (<70, HR=2.17, $P=0.013$) and lower level red blood cells (RBC <4, HR=3.17, $P<0.001$) and lymphocyte (<1.1, HR=2.05, $P<0.001$) were also found to be associated with a higher risk of mortality from COVID-19. Treatment with ventilator therapy (HR=1.23, P 0.013) and ICU admission (HR=2.33, $P<0.001$) were associated with higher mortality (**Table 4**).

Discussion

In our study, we provide an analysis of all patients diagnosed with SARS-CoV-2 infection who were admitted to the ED of one of the largest COVID-19 hospitals in Poland between March 2020 and April 2021. The results of our study showed that patients with confirmed SARS-CoV-2 infection varied in terms of demographic characteristics, incidence of symptoms of infection, presence of comorbidities, laboratory test results, and vital signs. Furthermore, it was found that these variables and the MEWS were significant prognostic factors for ICU admission and in-hospital mortality from COVID-19.

The COVID-19 pandemic has prompted a large number of studies investigating the characteristics of patients with SARS-CoV-2 infection, risk factors for severe COVID-19 disease, and risk factors for in-hospital mortality from COVID-19 [33-36]. The analysis performed in our study showed that, during the period covered by the study, most patients were admitted in March 2021. The highest mortality rate (31.96%) was among patients admitted in May 2020. At that time, the dominant COVID-19 variant in Poland and internationally was the Alpha variant (B.1.1.7) [37]. Since the outbreak of the SARS-CoV-2 pandemic, many variants of the virus have emerged, including the Alpha, Beta, Gamma, and Delta variants. However, the results of studies on the severity of disease caused by particular variants are not consistent. According to a study by Funk et al (2021), the Alpha variant is associated with a significantly

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

Table 2. Characteristics of the study population and a comparative analysis between the surviving and non-surviving groups of patients (from March 1, 2020, to April 30, 2021).

Variables	Total (n=5,127)	Survivors (n=4,023)	Non-survivors (n=1,104)	*p*-value
Age [years] – Me (IQR)	64 (47-75)	60 (44-71)	75 (68-84)	<0.001
>60 – n (%)	3016 (58.8)	2028 (50.41)	988 (89.49)	<0.001
Sex – n (%)				
Female	2390 (46.62)	1936 (48.12)	454 (41.12)	<0.001
Male	2737 (53.38)	2087 (51.88)	650 (58.88)	
Fever – n (%)				
Yes	1313 (25.61)	1106 (27.49)	207 (18.75)	<0.001
No	3814 (74.39)	2917 (72.51)	897 (81.25)	
Cough – n (%)				
Yes	1237 (24.13)	1046 (26.00)	191 (17.30)	<0.001
No	3890 (75.87)	2977 (74.00)	913 (82.70)	
Respiratory effort – n (%)				
Yes	642 (12.52)	493 (12.25)	149 (13.50)	0.269
No	4485 (87.48)	3530 (87.75)	955 (86.50)	
Dyspnea – n (%)				
Yes	1063 (20.73)	822 (20.43)	241 (21.83)	0.310
No	4064 (79.27)	3201 (79.57)	863 (78.17)	
Muscle pain – n (%)				
Yes	449 (8.76)	413 (10.27)	36 (3.26)	<0.001
No	4678 (91.24)	3610 (89.73)	1068 (96.74)	
Diarrhea – n (%)				
Yes	310 (6.05)	257 (6.39)	53 (4.80)	0.045
No	4817 (93.95)	3766 (93.61)	1051 (95.20)	
Chest/back pain – n (%)				
Yes	299 (5.83)	260 (6.46)	39 (3.53)	<0.001
No	4828 (94.17)	3763 (93.54)	1065 (96.47)	
Loss/change in sense of taste – n (%)				
Yes	326 (6.36)	300 (7.46)	26 (2.36)	<0.001
No	4801 (93.64)	3723 (92.54)	1078 (97.64)	
Loss/change in sense of smell – n (%)				
Yes	363 (7.08)	334 (8.30)	29 (2.63)	<0.001
No	4764 (92.92)	3689 (91.70)	1075 (97.37)	
Headache – n (%)				
Yes	446 (8.70)	410 (10.19)	36 (3.26)	<0.001
No	4681 (91.30)	3613 (89.81)	1068 (96.74)	

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

Table 2 continued. Characteristics of the study population and a comparative analysis between the surviving and non-surviving groups of patients (from March 1, 2020, to April 30, 2021).

Variables	Total (n=5,127)	Survivors (n=4,023)	Non-survivors (n=1,104)	*p*-value
Diabetes – n (%)				
Yes	525 (10.24)	363 (9.02)	162 (14.67)	<0.001
No	4602 (89.76)	3660 (90.98)	942 (85.33)	
Hypertension – n (%)				
Yes	1082 (21.10)	803 (19.96)	279 (25.27)	<0.001
No	4045 (78.90)	3220 (80.04)	825 (74.73)	
Acute coronary syndromes – n (%)				
Yes	296 (5.77)	206 (5.12)	90 (8.15)	<0.001
No	4831 (94.23)	3817 (94.88)	1014 (91.85)	
Stroke history – n (%)				
Yes	250 (4.88)	168 (4.18)	82 (7.43)	<0.001
No	4877 (95.12)	3855 (95.82)	1022 (92.57)	
Cancer – n (%)				
Yes	192 (3.74)	119 (2.96)	73 (6.61)	<0.001
No	4935 (96.26)	3904 (97.04)	1031 (93.39)	
Heart failure – n (%)				
Yes	356 (6.94)	220 (5.47)	136 (12.32)	<0.001
No	4771 (93.06)	3803 (94.53)	968 (87.68)	
Chronic obstructive pulmonary disease – n (%)				
Yes	112 (2.18)	74 (1.84)	38 (3.44)	0.001
No	5015 (97.82)	3949 (98.16)	1066 (96.56)	
Renal failure – n (%)				
Yes	314 (6.12)	195 (4.85)	119 (10.78)	<0.001
No	4813 (93.88)	3828 (95.15)	985 (89.22)	
Smoking – n (%)				
Yes	282 (5.50)	211 (5.24)	71 (6.43)	0.126
No	4845 (94.50)	3812 (94.76)	1033 (93.57)	
Ventilator therapy – n (%)				
Yes	283 (5.52)	178 (4.42)	105 (9.51)	<0.001
No	4844 (94.48)	3845 (95.58)	999 (90.49)	
Nasal high-flow therapy – n (%)				
Yes	774 (15.10)	546 (13.57)	228 (20.65)	<0.001
No	4353 (84.90)	3477 (86.43)	876 (79.35)	

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

Table 2 continued. Characteristics of the study population and a comparative analysis between the surviving and non-surviving groups of patients (from March 1, 2020, to April 30, 2021).

Variables	Total (n=5,127)	Survivors (n=4,023)	Non-survivors (n=1,104)	*p*-value
Intensive Care Unit admission – n (%)				
Yes	452 (8.82)	131 (3.26)	321 (29.08)	<0.001
No	4675 (91.18)	3892 (96.74)	783 (70.92)	
Duration of hospital stay [days] – Me (IQR)	10 (5-17)	10 (5-17)	10 (5-18)	0.092
MEWS – Me (IQR)	3 (0-3)	2 (0-3)	3 (3-5)	<0.001
≥5 – n (%)	1024 (19.97)	614 (15.26)	410 (37.14)	<0.001
WBC count [thousand/µl] – Me (IQR)	7 (5-9)	6 (5-9)	10 (7-16)	<0.001
>10 – n (%)	1030 (20.10)	527 (13.09)	504 (45.64)	<0.001
RBC count [million/µl] – Me (IQR)	4 (4-5)	5 (4-5)	4 (3-4)	<0.001
<4 – n (%)	682 (13.30)	343 (8.53)	339 (30.67)	<0.001
Hemoglobin [g/dl] – Me (IQR)	13 (12-15)	13 (12-15)	12 (10-13)	<0.001
<7 – n (%)	45 (0.88)	13 (0.32)	32 (2.94)	<0.001
Hematocrit [%] – Me (IQR)	39 (35-43)	39 (36-43)	35 (31-40)	<0.001
<40 (male) 37 (female) [%] – n (%)	3227 (62.95)	2365 (58.78)	863 (78.15)	<0.001
Platelet count [thousand/µl] – Me (IQR)	205 (161-265)	209 (166-265)	189 (128-265)	<0.001
<150 [thousand/µl] – n (%)	1029 (20.07)	667 (16.59)	362 (32.77)	<0.001
Neutrophil count [thousand/µl] – Me (IQR)	5 (3-7)	4 (3-6)	8 (5-13)	<0.001
>8 [thousand/µl] – n (%)	920 (17.95)	425 (10.57)	495 (44.83)	<0.001
Lymphocyte count [thousand/µl] – Me (IQR)	1.3 (0.8-1.7)	1.3 (0.9-1.8)	0.7 (0.5-1.2)	<0.001
<1.0 [thousand/µl] – n (%)	497 (9.69)	178 (4.43)	319 (28.88)	<0.001
Monocyte count [thousand/µl] – Me (IQR)	0.5 (0.4-0.7)	0.6 (0.4-0.7)	0.5 (0.3-0.7)	<0.001
<0.1 [thousand/µl] – n (%)	295 (5.75)	71 (1.77)	224 (20.26)	<0.001
Percentage of lung parenchyma affected based on HRCT [%] – Me (IQR)	8 (4-20)	8 (4-15)	10 (5-37)	<0.001
>50 [%] – n (%)	417 (8.12)	204 (5.08)	212 (19.22)	<0.001
Systolic blood pressure [mmHg] – Me (IQR)	134 (120-150)	134 (116-150)	133 (116-152)	0.309
<90 [mmHg] – n (%)	134 (2.62)	37 (0.93)	97 (8.76)	<0.001
Diastolic blood pressure [mmHg] – Me (IQR) – n (%)	82 (74-90)	83 (75-90)	78 (65-90)	<0.001
<60 [mmHg] – n (%)	351 (6.84)	163 (4.05)	188 (17.01)	<0.001
MAP – Me (IQR)	100 (91-110)	101 (91-109)	97 (83-110)	0.001
<70 [mmHg] – n (%)	150 (2.92)	58 (1.44)	92 (8.33)	<0.001
Heart rate [beats per minute] – Me (IQR) – n (%)	88 (78-100)	88 (78-100)	91 (78-110)	<0.001
≥125 [beats per minute]	239 (4.67)	119 (2.96)	120 (10.88)	<0.001

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

Table 2 continued. Characteristics of the study population and a comparative analysis between the surviving and non-surviving groups of patients (from March 1, 2020, to April 30, 2021).

Variables	Total (n=5,127)	Survivors (n=4,023)	Non-survivors (n=1,104)	*p*-value
Respiratory rate [breaths per minute] – Me (IQR) – n (%)	18 (15-20)	17 (15-19)	20 (18-25)	<0.001
>24 [breaths per minute]	442 (8.63)	111 (2.76)	331 (30.00)	<0.001
Oxygen saturation [%] – Me (IQR)	97 (94-99)	97 (95-99)	92 (85-95)	<0.001
<92 [%] – n (%)	967 (18.87)	(9.27)	(53.85)	<0.001

Me – median; IQR , interquartile range; MEWS – modified early warning score; WBC – white blood cells; RBC – red blood cells; HRCT – high-resolution computed tomography; MAP – mean arterial pressure.

Table 3. Logistic regression analysis evaluating the impact of selected factors on the risk of Intensive Care Unit (ICU) admission in patients hospitalized with COVID-19 (from March 1, 2020, to April 30, 2021).

Variable	ORc	95% CI	*p*-value	ORa	95% CI	*p*-value
Age >60	1.14	0.93-1.40	0.217			
Sex (Male)	1.96	1.59-2.40	<0.001	1.68	1.40-2.01	<0.001
Fever (>38°C)	1.12	0.90-1.39	<0.001	–	–	–
Cough	1.11	0.89-1.38	0.361	–	–	–
Respiratory effort	1.60	1.24-2.07	<0.001	–	–	–
Dyspnea	1.93	1.57-2.39	<0.001	1.89	1.50-2.40	<0.001
Muscle pain	0.64	0.43-0.96	0.030	–	–	–
Diarrhea	1.16	0.79-1.70	0.449	–	–	–
Chest/back pain	0.86	0.55-1.32	0.480	–	–	–
Loss/change in sense of taste	0.85	0.56-1.30	0.451	–	–	–
Loss/change in sense of smell	0.86	0.47-1.27	0.443	–	–	–
Headache	0.87	0.61-1.25	0.451	–	–	–
Diabetes	1.70	1.29-2.23	<0.001	1.40	1.05-1.87	0.020
Hypertension	1.41	1.13-1.76	0.002	–	–	–
Acute coronary syndromes	1.09	0.73-1.62	0.688	–	–	–
Stroke history	0.75	0.45-1.23	0.251	–	–	–
Cancer	1.01	0.61-1.67	0.985	–	–	–
Heart failure	1.34	0.95-1.89	0.096	–	–	–
Chronic obstructive pulmonary disease	2.76	1.73-4.42	<0.001	1.75	1.07-2.87	0.027
Renal failure	1.56	1.10-2.21	0.012	–	–	–
Smoking	1.72	1.21-2.45	0.003	–	–	–
Ventilator therapy	3.51	2.62-4.72	<0.001	3.63	2.81-4.69	0.001
Nasal high-flow therapy	2.60	2.06-3.19	<0.001	3.03	2.42-3.80	<0.001
Duration of hospital stay	1.06	1.05-1.06	<0.001	–	–	–

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

Table 3 continued. Logistic regression analysis evaluating the impact of selected factors on the risk of Intensive Care Unit (ICU) admission in patients hospitalized with COVID-19 (from March 1, 2020, to April 30, 2021).

Variable	ORc	95% CI	*p*-value	ORa	95% CI	*p*-value
MEWS ≥5	16.99	14.15-20.40	<0.001	26.16	11.69-58.52	<0.001
WBC count >10	5.37	3.27-8.82	<0.001	–	–	–
RBC count <4	1.80	0.75-4.35	0.190	–	–	–
Hemoglobin <7	4.72	0.0	0.469	–	–	–
Hematocrit <40% (male) 37% (female)	1.98	0.98-4.01	0.057	–	–	–
Platelet count <150	2.52	1.26-5.03	0.009	6.71	1.97-22.90	0.002
Neutrophil count >8	14.55	7.02-30.18	<0.001	17.04	4.77-60.83	<0.001
Lymphocyte count <1.0	8.83	4.42-17.61	<0.001	–	–	–
Monocyte count <0.1	6.75	2.89-15.75	<0.001	–	–	–
Percentage of lung parenchyma affected >50%	3.69	2.76-4.94	<0.001	4.13	1.12-15.22	0.033
Systolic blood pressure <90	12.25	7.12-21.07	<0.001	4.07	1.53-10.81	0.005
Diastolic blood pressure <60	5.66	3.90-8.23	<0.001	–	–	–
MAP <70	6.04	3.16-11.54	<0.001	–	–	–
Heart rate >125	5.09	3.28-7.87	<0.001	–	–	–
Respiratory rate >24	16.14	10.63-24.51	<0.001	2.79	1.60-4.86	<0.001
Oxygen saturation <92%	17.54	13.02-23.63	<0.001	2.90	1.75-4.80	<0.001

ORc – crude odds ratio; ORa – adjusted odds ratio; 95% CI – 95% confidence interval; MEWS – modified early warning score; WBC – white blood cells; RBC – red blood cells; MAP – mean arterial pressure.

Table 4. Results of the multivariate Cox proportional hazards model to predict mortality in patients with COVID-19 (from March 1, 2020, to April 30, 2021).

Variable	HRc	95% CI	*p*-value	HRa	95% CI	*p*-value
Age >60	2.47	2.11-2.90	<0.001	2.27	1.94-2.67	<0.001
Sex (Male)	1.13	1.00-1.27	0.052	–	–	–
Fever (>38°C)	0.57	0.49-0.66	<0.001	–	–	–
Cough	0.52	0.45-0.61	<0.001	0.72	0.62-0.85	<0.001
Muscle pain	0.33	0.23-0.45	<0.001	0.60	0.43-0.86	0.005
Diarrhea	0.65	0.49-0.86	0.002	–	–	–
Chest/back pain	0.50	0.37-0.69	<0.001	–	–	–
Loss/change in sense of taste	0.34	0.23-0.51	<0.001	–	–	–
Loss/change in sense of smell	0.34	0.24-0.49	<0.001	0.59	0.41-0.85	0.005
Headache	0.32	0.23-0.45	<0.001	0.58	0.41-0.83	0.003
Diabetes	1.09	0.93-1.29	0.296	–	–	–
Hypertension	0.84	0.73-0.96	0.010	0.72	0.62-0.84	<0.001

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

Table 4 continued. Results of the multivariate Cox proportional hazards model to predict mortality in patients with COVID-19 (from March 1, 2020, to April 30, 2021).

Variable	HRc	95% CI	*p*-value	HRa	95% CI	*p*-value
Acute coronary syndromes	1.02	0.82-1.27	0.844	–	–	–
Stroke history	1.05	0.84-1.31	0.682	–	–	–
Cancer	1.27	1.00-1.61	0.049	1.39	1.10-1.76	0.005
Heart failure	1.24	1.03-1.48	0.021	1.31	1.07-0.61	0.009
Chronic obstructive pulmonary disease	1.06	0.77-1.46	0.728	–	–	–
Renal failure	1.22	1.01-1.48	0.040	1.37	1.11-1.69	0.004
Ventilator therapy	1.53	1.25-1.84	<0.001	1.23	1.01-1.49	0.036
Nasal high-flow therapy	0.93	0.80-1.08	0.333	–	–	–
Intensive care unit admission	2.26	1.98-2.58	<0.001	2.33	2.05-2.65	<0.001
MEWS ≥5	1.61	1.44-1.81	<0.001	1.43	1.18-1.73	<0.001
WBC count >10	2.88	2.34-3.54	<0.001			
RBC count <4	2.30	1.80-2.95	<0.001	3.17	2.22-4.53	<0.001
Hemoglobin <7	3.65	1.88-7.08	<0.001	–	–	–
Hematocrit <40% (male) 37% (female)	1.38	1.06-1.81	0.017	–	–	–
Platelet count <150	1.88	1.47-2.39	<0.001	–	–	–
Neutrophil count >8	3.64	2.89-4.58	<0.001	2.29	1.57-3.35	<0.001
Lymphocyte count <1.1	3.76	2.90-4.88	<0.001	2.05	1.55-2.71	<0.001
Monocyte count <0.1	4.88	3.66-6.51	<0.001	–	–	–
Percentage of lung parenchyma affected >50%	2.02	1.69-2.40	<0.001	2.10	1.36-3.24	0.001
Diastolic blood pressure <60	2.52	1.86-3.41	<0.001	–	–	–
MAP <70	3.56	2.25-5.63	<0.001	2.17	1.18-3.98	0.013
Heart rate >125	2.65	1.85-3.79	<0.001	–	–	–
Respiratory rate >24	3.60	2.60-4.99	<0.001	2.10	1.39-3.15	<0.001
Oxygen saturation <92	3.27	2.58-4.15	<0.001	2.65	1.83-3.84	<0.001

HRc – crude hazard ratio; HRa – adjusted hazard ratio; 95% CI – 95% confidence interval; MEWS – modified early warning score; WBC – white blood cells; RBC – red blood cells; MAP – mean arterial pressure.

higher risk of hospitalization and ICU admission and a lower risk of mortality compared with that of the wildtype variant [38]. In their study from France, Hoang et al (2021) compared the risk of hospitalization and transfer to ICU between the Beta, Gamma, and Alpha variants. They found that the Beta variant is associated with a significantly higher risk of hospitalization and ICU transfer than the Alpha variant and that the Alpha variant presents a similar risk as the Gamma variant [39]. In a study by Cueto-Manzano et al (2021), the mortality rate of ICU and ward patients with COVID-19 was 38% [40].

The present study showed that the median age of the patients was 64 years. More than half of the patients were male. Patients who did not survive were older by a median of 15 years than those who survived. Male patients accounted for a significantly higher proportion of patients who died, compared with female patients. The most commonly reported symptoms of infection were fever, cough, and dyspnea. The most common comorbidities in the present study were hypertension, diabetes, and heart failure. The patients studied had an in-hospital mortality rate of over 21%. More than 8% of the patients had to be transferred to the ICU. Most patients

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

were in a stable condition, as determined by the MEWS score. The findings from the present study are consistent with those from earlier studies on patients with COVID-19, including a study by Gray et al (2021) concerning COVID-19 patients in England [24] and studies by Wang et al (2021) [15], Huang et al (2020) [41], and Guan et al (2020) [42] conducted on patients in China. Our findings are also consistent with the results of a meta-analysis by Zheng et al (2020), which included 13 studies from China [34].

Our study showed that male sex, dyspnea, diabetes, COPD, ventilator therapy, nasal high-flow therapy, MEWS score ≥5, higher neutrophil count, higher percentage of lung parenchyma affected, higher respiratory rate, lower oxygen saturation, lower systolic blood pressure, and lower platelet count were factors associated with an increased risk of ICU admission in patients with COVID-19. The results of a meta-analysis by Pijls et al (2021) showed that men and patients aged 70 years or over have a higher risk of COVID-19 infection, severe COVID-19 disease, ICU admission, and mortality [43]. A multicenter observational study concerning patients hospitalized with COVID-19 in Brazil found that the most common symptoms among COVID-19 patients admitted to the ICU were dyspnea, fever, dry cough, and myalgia [44]. Jain and Yuan (2020) found in their study that dyspnea was the only symptom predictive of severe COVID-19 disease and ICU admission in the COVID-19 patients studied [45]. In a study conducted by Ahlström et al (2020) in Sweden, hypertension, type 2 diabetes, chronic renal failure, asthma, obesity, being a recipient of a solid organ transplant, and immunosuppressant medications were found to be independent risk factors for ICU admission, whereas oral anticoagulants were found to be protective [23]. In a study conducted by Zhao et al (2020) in the United States, the following 5 significant variables predicting ICU admission in COVID-19 patients were identified: lactate dehydrogenase level, procalcitonin level, pulse oxygen saturation, smoking history, and lymphocyte count [46]. Kim et al (2021), in their study from the United States including 2491 adults hospitalized with laboratory confirmed COVID-19, found that older age, male sex, obesity, immunosuppression, and diabetes were independent factors associated with ICU admission in COVID-19 patients [47].

A study by Larsson et al (2020) concerning patients with COVID-19 admitted to the ICU in a tertiary hospital in Stockholm, Sweden, showed that older patients and those admitted from an ED had a higher mortality rate [48]. In our study, significant factors affecting the risk of in-hospital mortality from COVID-19 in the patients studied included age and sex, which is consistent with the findings from other studies around the world on the issue concerned [47,49-54]. In a study from Iran conducted by Alizadehsani et al (2020), such symptoms of COVID-19 as dry cough, ageusia, fever, and anosmia were found to be associated with increased mortality [55]. The results of our study also showed that clinical manifestations of COVID-19, namely symptoms such as fever, dyspnea, and respiratory effort, were unfavorable variables that were associated with ICU admission. However, the presence of these symptoms was also found to be a favorable variable associated with survival. One hypothesis which may explain these results is that the occurrence of these symptoms might have been associated with a risk of ICU admission of patients whose condition had already been severe, but not necessarily with mortality in patients from the general population studied. Keeley et al (2020) also emphasized that cough, breathlessness, fatigue, and myalgia are significant symptoms in hospitalized patients, whereas the most important symptom in patients dying with COVID-19 is dyspnea [56].

In the present study, the results of multivariate Cox proportional hazards analysis showed that cancer, heart failure, and renal failure were factors associated with an increased risk of in-hospital mortality from COVID-19. It should be stressed that, according to the literature on the subject, the presence of comorbidities is a significant risk factor for in-hospital mortality from COVID-19. Many authors emphasize that patients with diabetes, renal failure, heart failure, COPD, and history of stroke or cancer have a higher risk of mortality [47,52-60].

Stachura et al (2021) showed that along with older age, a higher body mass index, MEWS grade, D-dimer value, and lactate dehydrogenase concentration are related to a more severe course of COVID-19 [60]. Moreover, based on the multifactor analysis, Gani et al (2022) stated that comorbidities, continuous fever, and MEWS score >3 were factors that led to severe COVID-19 [61]. It is important to note the important role of early warning scores (eg, MEWS [62-66]) in the assessment and prediction of ICU admission or in-hospital mortality of COVID-19 patients. Wang et al (2020) stated that MEWS is a useful tool for a quick assessment of elderly patients with COVID-19. Furthermore, it gives promising results in predicting the in-hospital mortality rate and identifying high-risk elderly COVID-19 patients [62]. In their research, Aygun and Eraybar (2022) also showed that MEWS and the real-time early warning score (TREWS) calculated during the emergency service are effective in 28-day mortality rate predictions of COVID-19 patients who require hospitalization [63]. On the other hand, Hu et al (2020) highlighted that both MEWS and the rapid emergency medicine score (REMS) are acceptable scales for the assessment and prediction of in-hospital mortality rate of critically ill COVID-19 patients. However, in the case of COVID-19 patients below the age of 65 years, REMS is more precise, which may be the result of the lack of oxygen saturation parameter in MEWS [64]. Covino et al (2020) stated that the ICU admission rate and mortality rate due to COVID-19 were higher in the cases of patients with a higher

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

MEWS score. However, this result was not claimed to be statistically significant [65]. However, a study by Na et al (2022) showed that MEWS scores were higher for patients who died than for patients who survived [66]. The above mentioned results correspond with our research, which demonstrated that a MEWS score ≥5 is associated with a higher risk of ICU admission and in-hospital mortality. Furthermore, the results of our study demonstrated that the use of the MEWS in an ED is an effective tool for predicting disease severity and mortality in the case of COVID-19 patients. Our findings have been corroborated by Veldhuis et al (2021), who found that the National Early Warning Score 2 (NEWS2) score and the Quick COVID-19 Severity Index (qCSI) score presented good diagnostic performance in predicting ICU admissions [67]. Myrstad et al (2020), on the other hand, found that NEWS2 was superior to the sequential organ failure assessment (qSOFA) when assessing patients with COVID-19 [68].

The present study reports comprehensive characteristics of patients with SARS-CoV-2 infection admitted to the ED of the Central Clinical Hospital of the Ministry of Interior and Administration in Warsaw. In addition, it complements our previous study concerning COVID-19 patients hospitalized at the temporary hospital in Warsaw [69]. The findings from the present study can be used for international comparisons aimed at developing the best strategies for the management of patients with COVID-19. The data reported in the present study concerning risk factors for ICU admission and in-hospital mortality in COVID-19 patients can be used by decision makers responsible for organizing health systems to prepare the systems for a growing number of COVID-19 patients and thus improve the quality of the medical services provided during the pandemic. Moreover, the present findings enable prompt identification of patients at high risk from COVID-19 and allow for the selection of appropriate medical treatment for COVID-19 patients.

We would like to stress that the present study had certain limitations. First, the data used in the study were from only a single hospital and only just over 5000 cases were analyzed. Second, as the study was retrospective in nature, it included only an analysis of hospital records, which had data gaps and were not completed in a uniform manner. Third, we analyzed cases of patients in whom SARS-CoV-2 infection was confirmed with laboratory testing. At the initial stage of the pandemic, hospitals struggled with a very limited accessibility of diagnostic tests. As a result, it was the doctor on duty who had to make the decision whether or not to perform the test. This situation is also a limitation of this study, as many very mildly symptomatic patients might have been excluded from the analysis. We made every effort to ensure that the limitations do not undermine the quality of the study.

Conclusions

This study, which included patients admitted to the ED of the Central Clinical Hospital of the Ministry of Interior and Administration in Warsaw between March 2020 and April 2021 with COVID-19, produced real-world data of risk factors for mortality from COVID-19 and the use of the MEWS for a faster identification of COVID-19 patients requiring more intensive medical care. Our findings concerning differences between the surviving and non-surviving patients, and especially the findings related to the independent risk factors for in-hospital mortality from COVID-19, are of tremendous importance for the improved management of patients at risk. Moreover, they will enable the implementation of preventive measures in COVID-19 patients during their hospitalization to limit the impact of this pandemic on vulnerable populations.

Declaration of Figures' Authenticity

All figures submitted have been created by the authors, who confirm that the images are original with no duplication and have not been previously published in whole or in part.

References:

1. Shereen MA, Khan S, Kazmi A, et al. COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. J Adv Res. 2020;24:91-98
2. Hu B, Guo H, Zhou P, Shi ZL. Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. Nat Rev Microbiol. 2021;19:141-54
3. Adil MT, Rahman R, Whitelaw D, et al. SARS-CoV-2 and the pandemic of COVID-19. Postgrad Med J. 2021;97:110-16
4. World Health Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Available online: https://covid19.who.int/ (accessed on 25 June 2022).
5. Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: Summary of a report of 72 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. JAMA. 2020;323:1239-42
6. Meyerowitz EA, Richterman A, Gandhi RT, Sax PE. Transmission of SARS-CoV-2: A review of viral, host, and environmental factors. Ann Intern Med. 2021;174:69-79
7. Boehm E, Kronig I, Neher RA, et al. Geneva Centre for Emerging Viral Diseases. Novel SARS-CoV-2 variants: The pandemics within the pandemic. Clin Microbiol Infect. 2021;27:1109-17
8. Grant MC, Geoghegan L, Arbyn M, et al. The prevalence of symptoms in 24,410 adults infected by the novel coronavirus (SARS-CoV-2; COVID-19): A systematic review and meta-analysis of 148 studies from 9 countries. PLoS One. 2020;15:e0234765
9. Centers for Disease Control and Prevention. Symptoms of COVID-19. Available online: https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/symptoms-testing/symptoms.html (accessed on 14 June 2022)

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

10. Struyf T, Deeks JJ, Dinnes J, et al. Signs and symptoms to determine if a patient presenting in primary care or hospital outpatient settings has COVID-19 disease. Cochrane Database Syst Rev. 2020;7:CD013665
11. Gibson PG, Qin L, Puah SH. COVID-19 acute respiratory distress syndrome (ARDS): Clinical features and differences from typical pre-COVID-19 ARDS. Med J Aust. 2020;213:54-56
12. Worldometer. COVID-19 Coronavirus pandemic. 2021. Available online: https://www.worldometers.info/coronavirus/ (accessed on 21 June 2022)
13. Gujski M, Jankowski M, Rabczenko D, et al. Characteristics and clinical outcomes of 116,539 patients hospitalized with COVID-19-Poland, March-December 2020. Viruses. 2021;13:1458
14. Onde G, Rezza G, Brusaferro S. Case-fatality rate and characteristics of patients dying in relation to COVID-19 in Italy. JAMA. 2020;323:1775-76
15. Wang D, Hu B, Hu C, et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. JAMA. 2020;323:1061-69
16. Yang X, Yu Y, Xu J, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: A single-centered, retrospective, observational study. Lancet Respir Med. 2020;8:475-81
17. Kragholm K, Andersen MP, Gerds TA, et al. Association between male sex and outcomes of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) – a Danish nationwide, register-based study. Clin Infect Dis. 2020;73:e4025-e4030
18. Peckham H, de Gruijter NM, Raine C, et al. Male sex identified by global COVID-19 meta-analysis as a risk factor for death and ITU admission. Nat Commun. 2020;11:6317
19. Lowe KE, Zein J, Hatipoglu U, Attaway A. Association of smoking and cumulative pack-year exposure with COVID-19 outcomes in the Cleveland Clinic COVID-19 registry. JAMA Intern Med. 2021;181:709-11
20. Tartof SY, Qian L, Hong V, et al. Obesity and mortality among patients diagnosed with COVID-19: Results from an Integrated Health Care Organization. Ann Intern Med. 2020;173:773-81
21. Harrison SL, Fazio-Eynullayeva E, Lane DA, Underhill P, Lip GYH. Comorbidities associated with mortality in 31,461 adults with COVID-19 in the United States: A federated electronic medical record analysis. PLoS Med. 2020;17:e1003321
22. Zhou F, Yu T, Du R, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: A retrospective cohort study. Lancet. 2020;395:1054-62
23. Ahlström B, Frithiof R, Hultström M, et al. The Swedish covid-19 intensive care cohort: Risk factors of ICU admission and ICU mortality. Acta Anaesthesiol Scand. 2021;65:525-33
24. Gray WK, Navaratnam AV, Day J, et al. Changes in COVID-19 in-hospital mortality in hospitalized adults in England over the first seven months of the pandemic: An observational study using administrative data. Lancet Reg Health Eur. 2021;5:100104
25. Arentz M, Yim E, Klaff L, et al. Characteristics and outcomes of 21 critically ill patients with COVID-19 in Washington State. JAMA. 2020;323:1612-14
26. Cao J, Tu WJ, Cheng W, et al. Clinical features and short-term outcomes of 102 patients with coronavirus disease 2019 in Wuhan, China. Clin Infect Dis. 2020;71:748-55
27. Moll M, Zon RL, Sylvester KW, et al. VTE in ICU patients with COVID-19. Chest. 2020;158:2130-35
28. Liotta EM, Batra A, Clark JR, et al. Frequent neurologic manifestations and encephalopathy-associated morbidity in COVID-19 patients. Ann Clin Transl Neurol. 2020;7:2221-30
29. National Institute of Public Health – National Institute of Hygiene. Recommendations of the NIPH-NIH in the field of SARS-CoV-2 molecular diagnostics update on May 31, 2021. Available online: https://www.pzh.gov.pl/wp-content/uploads/2021/05/Rekomendacje-dot.-interpretacji-testow-rtPCR-z-31.05.2021.pdf?msclkid=034cfd63d14211ec9ce3d8a94b6f125a (accessed on 25 June 2022)
30. Subbe CP, Kruger M, Rutherford P, Gemmel L. Validation of a modified early warning score in medical admissions. QJM. 2001;94:521-26
31. Ishfaq A, Yousaf Farooq SM, Goraya A, et al. Role of high resolution computed tomography chest in the diagnosis and evaluation of COVID -19 patients – a systematic review and meta-analysis. Eur J Radiol Open. 2021;8:100350
32. Ministry of Health. Recommendations for the management of COVID-19 of the National Consultant in Anesthesiology and Intensive Care. Available online: https://www.nfz.gov.pl/download/gfx/nfz/pl/defaultaktualnosci/370/7616/1/ro_stanowisko_covid_19.pdf (accessed on 7 August 2022)
33. Gao YD, Ding M, Dong X, et al. Risk factors for severe and critically ill COVID-19 patients: A review. Allergy. 2021;76:428-55
34. Zheng Z, Peng F, Xu B, et al. Risk factors of critical & mortal COVID-19 cases: A systematic literature review and meta-analysis. J Infect. 2020;81:e16-e25
35. Mudatsir M, Fajar JK, Wulandari L, et al. Predictors of COVID-19 severity: A systematic review and meta-analysis. F1000Res. 2020;9:1107
36. Vila-Corcoles A, Satue-Gracia E, Vila-Rovira A, et al. Development of a predictive prognostic rule for early assessment of COVID-19 patients in primary care settings. Aten Primaria. 2021;53:102118
37. World Health Organization. Tracking SARS-CoV-2 variants. Available online: https://www.who.int/en/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants/ (accessed on 26 July 2022)
38. Funk T, Pharris A, Spiteri G, et al. Characteristics of SARS-CoV-2 variants of concern B.1.1.7, B.1.351 or P.1: Data from seven EU/EEA countries, weeks 38/2020 to 10/2021. Euro Surveill. 2021;26:2100348
39. Hoang VT, Colson P, Levasseur A, et al. Clinical outcomes in patients infected with different SARS-CoV-2 variants at one hospital during three phases of the COVID-19 epidemic in Marseille, France. Infect Genet Evol. 2021;95:105092
40. Cueto-Manzano AM, Espinel-Bermúdez MC, Hernández-González SO, et al. Risk factors for mortality of adult patients with COVID-19 hospitalized in an emerging country: A cohort study. BMJ Open. 2021;11:e050321
41. Huang C, Wang Y, Li X, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. Lancet. 2020;395:497-506
42. Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, et al. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. N Engl J Med. 2020;58:711-12
43. Pijls BG, Jolani S, Atherley A, et al. Demographic risk factors for COVID-19 infection, severity, ICU admission and death: A meta-analysis of 59 studies. BMJ Open. 2021;11:e044640
44. Marcolino MS, Ziegelmann PK, Souza-Silva MVR, et al. Clinical characteristics and outcomes of patients hospitalized with COVID-19 in Brazil: Results from the Brazilian COVID-19 registry. Int J Infect Dis. 2021;107:300-10
45. Jain V, Yuan JM. Predictive symptoms and comorbidities for severe COVID-19 and Intensive Care Unit admission: A systematic review and meta-analysis. Int J Public Health. 2020;65:533-46
46. Zhao Z, Chen A, Hou W, et al. Prediction model and risk scores of ICU admission and mortality in COVID-19. PLoS One. 2020;15:e0236618
47. Kim L, Garg S, O'Halloran A, et al. Risk factors for Intensive Care Unit admission and in-hospital mortality among hospitalized adults identified through the US coronavirus disease 2019 (COVID-19)-Associated Hospitalization Surveillance Network (COVID-NET). Clin Infect Dis. 2021;72:e206-e214
48. Larsson E, Brattström O, Agvald-Öhman C, et al. Characteristics and outcomes of patients with COVID-19 admitted to ICU in a tertiary hospital in Stockholm, Sweden. Acta Anaesthesiol Scand. 2021;65:76-81
49. Ñamendys-Silva SA, Alvarado-Ávila PE, Domínguez-Cherit G, et al. Outcomes of patients with COVID-19 in the intensive care unit in Mexico: A multicenter observational study. Heart Lung. 2021;50:28-32
50. Yang J, Zheng Y, Gou X, et al. Prevalence of comorbidities and its effects in patients infected with SARS-CoV-2: A systematic review and meta-analysis. Int J Infect Dis. 2020;94:91-95
51. Wang Z, Wang Z. Identification of risk factors for in-hospital death of COVID-19 pneumonia – lessons from the early outbreak. BMC Infect Dis. 2021;21:113
52. Parohan M, Yaghoubi S, Seraji A, et al. Risk factors for mortality in patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) infection: A systematic review and meta-analysis of observational studies. Aging Male. 2020;23:1416-24
53. Dessie ZG, Zewotir T. Mortality-related risk factors of COVID-19: A systematic review and meta-analysis of 42 studies and 423,117 patients. BMC Infect Dis. 2021;21:855
54. Grasselli G, Greco M, Zanella A, et al. Risk factors associated with mortality among patients with COVID-19 in Intensive Care Units in Lombardy, Italy. JAMA Intern Med. 2020;180:1345-55
55. Alizadehsani R, Alizadeh Sani Z, Behjati M, et al. Risk factors prediction, clinical outcomes, and mortality in COVID-19 patients. J Med Virol. 2021;93:2307-20
56. Keeley P, Buchanan D, Carolan C, et al. Symptom burden and clinical profile of COVID-19 deaths: A rapid systematic review and evidence summary. BMJ Support Palliat Care. 2020;10:381-84

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

57. Li J, Huang DQ, Zou B, et al. Epidemiology of COVID-19: A systematic review and meta-analysis of clinical characteristics, risk factors, and outcomes. J Med Virol. 2021;93:1449-58
58. Fang X, Li S, Yu H, et al. Epidemiological, comorbidity factors with severity and prognosis of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. Aging (Albany NY). 2020;12:12493-503
59. Nannoni S, de Groot R, Bell S, Markus HS. Stroke in COVID-19: A systematic review and meta-analysis. Int J Stroke. 2021;16:137-49
60. Stachura T, Celejewska-Wójcik N, Polok K, et al. A clinical profile and factors associated with severity of the disease among Polish patients hospitalized due to COVID-19 – an observational study. Adv Respir Med. 2021;89:124-34
61. Gani YM, Chidambaram SK, Sim BLH, et al. Identification of warning signs in Malaysian patients having COVID-19 infection who progress to severe form of the illness. Med J Malaysia. 2022;77:189-95
62. Wang L, Lv Q, Zhang X, et al. The utility of MEWS for predicting the mortality in the elderly adults with COVID-19: A retrospective cohort study with comparison to other predictive clinical scores. Peer J. 2020;8:e10018
63. Aygun H, Eraybar S. The role of emergency department triage early warning score (TREWS) and modified early warning score (MEWS) to predict in-hospital mortality in COVID-19 patients. Ir J Med Sci. 2022;191:997-1003
64. Hu H, Yao N, Qiu Y. The comparison of REMS and MEWS for COVID-19 patients less than 65 years of age. Acad Emerg Med. 2020;27:1219
65. Covino M, Sandroni C, Santoro M, et al. Predicting intensive care unit admission and death for COVID-19 patients in the emergency department using early warning scores. Resuscitation. 2020;156:84-91
66. Na YS, Kim JH, Baek MS, et al. In-hospital mortality prediction using frailty scale and severity score in elderly patients with severe COVID-19. Acute Crit Care. 2022;37:303-11
67. Veldhuis L, Ridderikhof ML, Schinkel M, et al. Early warning scores to assess the probability of critical illness in patients with COVID-19. Emerg Med J. 2021;38:901-5
68. Myrstad M, Ihle-Hansen H, Tveita AA, et al. National Early Warning Score 2 (NEWS2) on admission predicts severe disease and in-hospital mortality from Covid-19 – a prospective cohort study. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2020;28:66
69. Butkiewicz S, Zaczyński A, Hampel M, et al. Analysis of risk factors for in-hospital death due to COVID-19 in patients hospitalised at the temporary hospital located at the National Stadium in Warsaw: A retrospective analysis. Int J Environ Res Public Health. 2022:19:3932

This work is licensed under Creative Common Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Indexed in: [Current Contents/Clinical Medicine] [SCI Expanded] [ISI Alerting System] [ISI Journals Master List] [Index Medicus/MEDLINE] [EMBASE/Excerpta Medica] [Chemical Abstracts/CAS]

© ALUNA Publishing House

Emerg Med Serv, 2023; X, 1: 5-13

DOI: 10.36740/EmeMS202301101

ORIGINAL ARTICLE

PROGNOSTIC VALUE OF EARLY WARNING SCORES IN PREDICTING IN HOSPITAL MORTALITY AMONG COVID-19 PATIENTS IN AN EMERGENCY DEPARTMENT

Sławomir Butkiewicz[1], Paula Dobosz[2], Anna Tuka[3], Robert Gałązkowski[4], Patryk Rzońca[5]

[1]EMERGENCY DEPARTMENT, EMERGENCY DEPARTMENT, CENTRAL CLINICAL HOSPITAL OF THE MINISTRY OF INTERIOR AFFAIRS AND ADMINISTRATION, WARSAW, POLAND
[2]DEPARTMENT OF GENETICS AND GENOMICS, CENTRAL CLINICAL HOSPITAL OF THE MINISTRY OF INTERIOR AFFAIRS AND ADMINISTRATION IN WARSAW, WARSAW, POLAND
[3]DEPARTMENT OF AUTOMATIC CONTROL AND ROBOTICS, SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, POLAND
[4]DEPARTMENT OF EMERGENCY MEDICAL SERVICES, MEDICAL UNIVERSITY OF WARSAW, WARSAW, POLAND
[5]DEPARTMENT OF HUMAN ANATOMY, MEDICAL UNIVERSITY OF WARSAW, WARSAW, POLAND

ABSTRACT

Aim: The emergence of a new pathogen, severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), has resulted in a surge of new patients requiring hospitalisation. The rapid identification of patients with severe SARS-CoV-2 infection has become a key challenge for healthcare systems. The aim of the study was to assess the prognostic value of early warning scores in predicting mortality in COVID-19 patients.

Material and methods: The study involved a retrospective analysis of the medical records of 2,449 patients with COVID-19 admitted to emergency care, for whom five early warning scores were calculated based on the data obtained.

Results: In order to assess the usefulness of NEWS, NEWS2, MEWS, SEWS and qSOFA in predicting in-hospital mortality in COVID-19 patients, AUC (area under the ROC curve) values were calculated. They were, respectively: 0.76 (95% CI 0.72-0.79), 0.75 (95% CI 0.72-0.79), 0.64 (95% CI 0.60-0.69), 0.61 (95% CI 0.57-0.66) and 0.55 (95% CI 0.50-0.59).

Conclusions: NEWS demonstrated the highest discriminatory power, indicating that it can be used to predict in-hospital mortality in COVID-19 patients.

KEY WORDS

emergency department, prognostic value, mortality, early warning scores

INTRODUCTION

At the end of December 2019, a new, highly transmissible pathogen was identified in Wuhan, China. On 12 January 2020, the World Health Organization (WHO) named it "severe acute respiratory syndrome coronavirus 2" (SARS-CoV-2). In humans, SARS-CoV-2 causes coronavirus disease 2019 (COVID-19) [1-3]. Since the beginning of the pandemic, which was declared as such by the WHO on 11 March 2020, over 651 million infections and more than 6.5 million deaths from COVID-19 have been reported worldwide [4]. The first case of SARS-CoV-2 in Poland was reported on 4 March 2020 [5]. Poland has recorded over 6 million coronavirus cases and more than 118 thousand coronavirus deaths since the beginning of the pandemic and COVID-19 mortality rate is 2% [6].

Most people with coronavirus have no clinical symptoms. Clinical manifestations of COVID-19 in symptomatic individuals include a diverse range of symptoms, which may resemble a cold [7,8]. However, some patients with SARS-CoV-2 infection develop severe, very severe or even critical illness. As reported by numerous researchers, the mortality rate in these patients ranges from 11% to 62% [7, 9-12].

The SARS-CoV-2 pandemic has brought changes to healthcare systems around the world. The rapid surge of new coronavirus cases has resulted in an increase in the number of patients requiring hospitalisation. Due to limited medical resources, healthcare systems became inefficient within a short time. Given the large number of COVID-19 cases, finding an effective method for rapid identification of patients whose clinical condition required or might soon require advanced medical interventions became a major challenge. The identification of such patients could help reduce mortality in patients with SARS-CoV-2 infection [13, 14].

In current clinical practice, markers such as white blood cell count, C-reactive protein and D-dimer are used to assess COVID-19 patients for disease severity. However, these markers are not specific to COVID-19 [7, 13]. Another way to predict prognosis in COVID-19 patients is to use the existing early warning scores (EWS). Different early warning scores are currently used in clinical practice, including the National Early Warning Score

(NEWS), the National Early Warning Score 2 (NEWS2), the Modified Early Warning Score (MEWS), the Standardised Early Warning Score (SEWS) and the Hamilton Early Warning Score (HEWS) [13, 14].

Early warning scores are widely used in the clinical practice of emergency departments [13,15]. Their use has become particularly relevant during the SARS-CoV-2 pandemic, as stressed in a number of scientific publications [13, 16-23]. Therefore, the aim of this study was to evaluate the prognostic value of early warning scores in predicting mortality in patients with COVID-19 admitted to emergency care.

MATERIALS AND METHODS

DATA SOURCE

The study was carried out based on a retrospective analysis of the medical records of patients admitted to the emergency department of the Central Clinical Hospital of the Ministry of Interior and Administration in Warsaw. The study covered the period between March 2020 and April 2021. All patients in the database received in whom SARS-CoV-2 was identified by laboratory testing (molecular (RT-PCR) test) and/or whose final diagnosis ICD-10 (International Classification of Diseases 10) code was U07.1 [24] were included in the study. The only exclusion criterion was gaps in the medical records as regards data required to retrospectively calculate early warning scores and carry out the analysis. A total of 2,449 cases were included in the final analysis.

The medical records of the patients were analysed in order to obtain the following data: age and sex of the patients, length of hospital stay, basic vital signs, medical procedures performed, clinical symptoms and comorbidities as well as outcomes of hospitalisation (survival, transfer to ICU or death). Based on the vital signs of the patients recorded on admission to the emergency department, National Early Warning Score (NEWS), National Early Warning Score 2 (NEWS2), Modified Early Warning Score (MEWS), Standardized Early Warning Score (SEWS) and Sequential Organ Failure Assessment Score (Quick) (qSOFA) values were calculated retrospectively.

MEWS, which was described in 2000, is a simple score used to assess the clinical status of patients based on the following basic vital signs: respiratory rate, temperature, systolic blood pressure, heart rate and AVPU [25] (Table 1).

SEWS was proposed by Paterson et al. in 2006. It is based on the following parameters: heart rate, respiratory rate, systolic blood pressure, temperature, oxygen saturation and level of consciousness [26] (Table 2).

Table 1. Calculation of the Modified Early Warning Score (MEWS) [25].

	3	2	1	0	1	2	3
Heart rate [beats/min]		<40	40-50	51-100	101-110	111-130	>130
Systolic blood pressure [mmHg]	<70	70-80	81-100	101-200		>200	
Respiratory rate [breaths/min]		<9		9-14	15-20	21-30	>30
Temperature [°C]		<35		35-38,4		≥38,5	
AVPU score				A	V	P	U
Worried about patient's condition: 1 point							
Urine production < 75 ml during previous 4 hours: 1 point							
Oxygen saturation < 90% despite adequate oxygen therapy: 3 points							

*AVPU assessment (A – alert; V – reacting to voice; P – reacting to pain; U – unresponsive)

Table 2. Calculation of the Standardised Early Warning Score (SEWS) [26].

	3	2	1	0	1	2	3
Respiratory rate [breaths/min]	≥36	31 – 35	21 – 30	9 – 20			≤8
SpO_2 [%]	<85	85 – 89	90 – 92	≥93			
Temperature [°C]		≥39	38 – 38.9	36 – 37.9	35 – 35.9	34 – 34.9	≤33.9
Blood pressure [mmHg]		≥200		100 – 199	80 – 99	70 – 79	≤69
Heart rate [beats/min]	≥130	110 – 129	100 – 109	50 – 99	40 – 49	30 – 39	≤29
AVPU* response				Alert	Voice	Pain	None

*AVPU assessment (A – alert; V – reacting to voice; P – reacting to pain; U – unresponsive)

NEWS was developed by the Royal College of Physicians (RCP) in 2012 to improve detection of patient deterioration. It is a simple scoring system based on the following parameters: heart rate, respiratory rate, systolic blood pressure, temperature, oxygen saturation and level of consciousness. Each parameter is scored from 0 to 3 and added together to give an overall score. An additional two points are added for patients requiring supplemental oxygen (Table 3) [27].

In 2017, NEWS was updated by the RCP to NEWS2. NEWS2 differs from NEWS in that it provides an additional oxygen saturation scale, which should be used on patients with hypercapnic respiratory failure (SpO2 Scale 2) and incorporates "new confusion" (new-onset confusion, disorientation and/or agitation in patients whose mental state was previously normal) as a category for consciousness (Table 4) [28].

qSOFA is used to identify patients with suspected infection who are at higher risk of deteriorating. It is based on three criteria: systolic blood pressure, respiratory rate and GSC (Glasgow Coma Scale) as a measure of level of consciousness [29].

ETHICS

The study was carried out in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki, and reports from the database did not permit identification of individual patients at any stage of the study. The study protocol was submitted to the Bioethics Committee at the Medical University of Warsaw, which confirmed that the study did not require consent due to its retrospective nature (AKBE/13/2022).

STATISTICAL ANALYSIS

All statistical analyses were carried out using the STATISTICA software, version 13.2 (Tibco Software Inc., Palo Alto, CA, United States). Categorical variables were presented as numbers [n] and percentages [%], whereas continuous variables were reported using medians (Me) and interquartile ranges (IQR). The normality of the distribution of variables was tested using the Kolmogorov-Smirnov test and the Lilliefors test. Categorical variables were compared using the chi-square test for independent samples, whereas continuous variables were compared using the Mann-Whitney U-test. The prognostic

Table 3. Calculation of the National Early Warning Score (NEWS) [27].

	3	2	1	0	1	2	3
Respiratory rate [breaths/min]	≤8		9 – 11	12 – 20		21 – 24	≥25
Oxygen saturations [%]	≤91	92 – 93	94 – 95	≥96			
Any supplemental oxygen		Yes		No			
Temperature [°C]	≤35.0		35.1 – 36.0	36.1 – 38.0	38.1 – 39.0	≥39.1	
Systolic blood pressure [mmHg]	≤90	91 – 100	101 – 110	111 – 219			≥220
Heart rate [beats/min]	≤40		41 – 50	51 – 90	91-110	111-130	≥131
Level of consciousness				A*			VP or U*

* A – alert; V – reacting to voice; P – reacting to pain; U – unresponsive

Table 4. Calculation of the National Early Warning Score 2 (NEWS2) [28].

	3	2	1	0	1	2	3
Respiratory rate [breaths/min]	≤8		9 – 11	12 – 20		21 – 24	≥25
SpO_2 scale 1 [%]	≤91	92 – 93	94 – 95	≥96			
SpO_2 scale 2 [%]	≤83	84 – 85	86 – 87	88 – 92 ≥93 on air	93 – 94 on oxygen	95 – 96 on oxygen	≥ 97 on oxygen
Air or oxygen		Oxygen		Air			
Systolic blood pressure [mmHg]	≤90	91 – 100	101 – 110	111 – 219			≥220
Pulse [per minute]	≤40		41 – 50	51 – 90	91-110	111-130	≥131
Consciousness				Alert			CVPU*
Temperature [°C]	≤35.0		35.1 – 36.0	36.1 – 38.0	38.1 – 39.0	≥39.1	

* A – alert; V – reacting to voice; P – reacting to pain; U – unresponsive

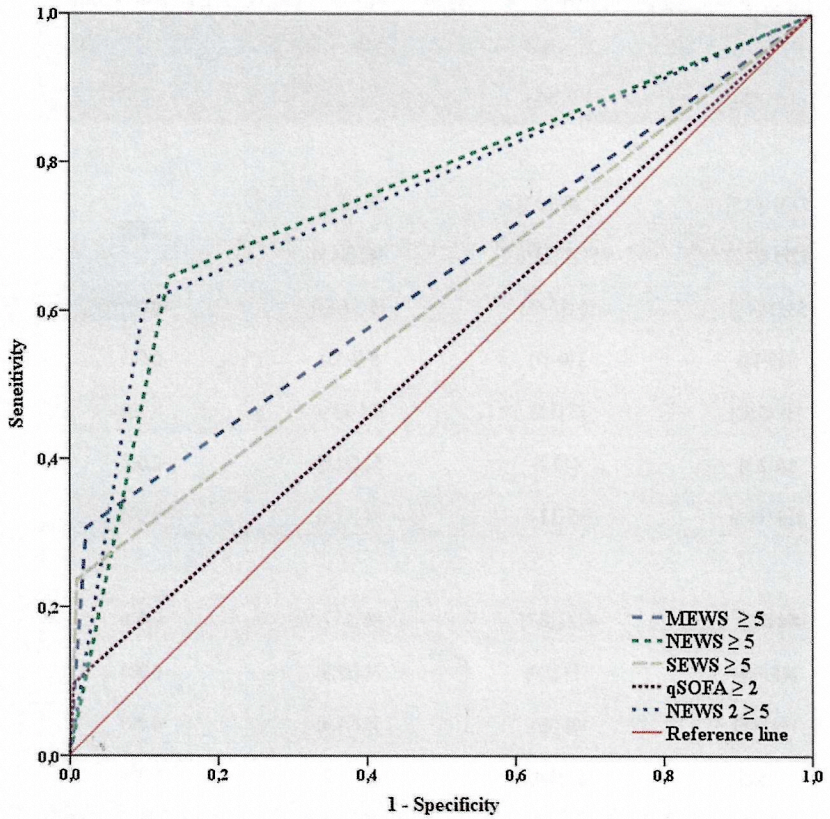


Fig. 1. Receiver Operator Characteristic curves illustrating the ability of MEWS score ≥5, NEWS score ≥5, SEWS score ≥5, qSOFA score ≥2, NEWS 2>5 criteria at emergency department admission to predict severe disease from COVID-19.

Table 5. Calculation of the Sequential Organ Failure Assessment Score (Quick) (qSOFA) [29].

Assessment	qSOFA score
Low blood pressure (SBP ≤100 mmHg)	1
High respiratory rate (≥22 breaths/min)	1
Altered mentation (GCS ≤14)	1

value of early warning scores in predicting in-hospital mortality was assessed using ROC curves. AUC (area under the ROC curve) values and their 95% confidence intervals (CI) were calculated. AUC values for clinical risk assessment were compared using the DeLong's test. Accuracy, sensitivity, specificity, the positive predictive value (PPV) and the negative predictive value (NPV) were then calculated. The following recommended and commonly used cut-offs were used in the analysis: NEWS ≥5, NEWS2 ≥5, SEWS ≥5, MEWS ≥5; qSOFA ≥2. The significance level was set at $p < 0.05$.

RESULTS

Most of the patients included in the study were male (71.3%). The median age of the patients was 53 years and the median length of hospital stay was 4 days. More than 5% of the patients had to be admitted to ICU, 56 patients required mechanical ventilation and more than 14% of the patients required nasal high-flow therapy. The most commonly reported comorbidities were hypertension (20.1%) and diabetes (9.9%). Detailed results are shown in Table 6.

Our analysis showed that the mortality rate was significantly higher among male patients than among female patients (64.9% *vs.* 35.1%) ($p < 0.001$). The median age of patients who did not survive was significantly higher than that of patients who survived (75 years *vs.* 50 years). Similarly, the median length of hospital stay was significantly longer for patients who did not survive (3 days *vs.* 9 days) ($p < 0.001$). The mortality rate was significantly higher for patients who had to be admitted to ICU due to their clinical condition (45.6% *vs.* 1.6%), who required mechanical ventilation (22.8% *vs* 0.2%) and who required nasal high-flow therapy (41.2% *vs* 11.8%) ($p < 0.001$). Moreover, the groups analysed differed significantly in terms of the prevalence of comorbidities, diastolic blood pressure, mean arterial pressure, respiratory rate, heart rate and EWS values ($p < 0.05$). Details are shown in Table 6.

Table 6. Patient characteristics and outcome at emergency department admission in patients with COVID-19 infection.

Variables	Total (n = 2449)	Survivor (n = 2251)	Non-Survivor (n = 228)	p-Value
Sex – n (%)				
Female	1208 (48.7)	1128 (50.1)	80 (35.1)	0.000
Male	1271 (71.3)	1123 (49.9)	148 (64.9)	
Age [years] – Me (IQR)	53 (38-69)	50 (37-66)	75 (67-83)	0.000
Duration of hospital stay [days] – Me (IQR)	4 (0-11)	3 (0-11)	9 (3-15)	0.000
ICU admission – n (%)	139 (5.61)	35 (1.6)	104 (45.6)	0.000
Ventilator therapy – n (%)	56 (2.3)	4 (0.2)	52 (22.8)	0.000
Nasal high-flow therapy – n (%)	359 (14.5)	265 (11.8)	94 (41.2)	0.000
Chronic conditions				
Hypertension – n (%)	498 (20.1)	412 (18.3)	86 (37.7)	0.000
Diabetes – n (%)	245 (9.9)	171 (7.6)	74 (32.5)	0.000
ACS – n (%)	135 (5.5)	100 (4.4)	35 (15.4)	0.000
Stroke history – n (%)	95 (3.8)	67 (3.0)	28 (12.3)	0.000
Cancer – n (%)	79 (3.2)	51 (2.3)	28 (12.3)	0.000
Heart failure – n (%)	210 (8.5)	113 (5.0)	97 (42.5)	0.000
COPD – n (%)	54 (2.2)	36 (1.6)	18 (7.9)	0.000
Renal failure – n (%)	110 (4.4)	73 (3.2)	37 (16.2)	0.000
Smoking – n (%)	112 (4.5)	89 (4.0)	23 (10.1)	0.000
SBP (mmHg) – Me (IQR)	132 (120-147)	132 (120-147)	132 (116-150)	0.588
DBP (mmHg) – Me (IQR)	81 (73-90)	82 (74-90)	78 (67-89)	0.000
MAP (mmHg) – Me (IQR)	99 (90-108)	99 (90-108)	97 (84-110)	0.007
RR (breaths/min) – Me (IQR)	18 (16-20)	18 (16-20)	20 (18-25)	0.000
HR (beats/min) – Me (IQR)	85 (75-98)	85 (75-97)	90 (78-107)	0.000
MEWS ≥ 5 – n (%)	120 (4.8)	50 (2.2)	70 (30.7)	0.000
NEWS ≥ 5 – n (%)	446 (18.0)	299 (13.3)	147 (64.5)	0.000
NEWS2 ≥ 5 – n (%)	365 (14.7)	226 (10.0)	139 (61.0)	0.000
SEWS ≥ 5 – n (%)	76 (3.1)	22 (1.0)	54 (23.7)	0.000
qSOFA ≥ 2 – n (%)	31 (1.3)	9 (0.4)	22 (9.6)	0.000

Me – median; IQR – interquartile range; ICU – intensive care unit; ACS – acute coronary syndromes;
COPD – chronic obstructive pulmonary disease; SBP – systolic blood pressure; DBP – diastolic blood pressure; MAP – mean arterial pressure;
RR – respiratory rate; HR – heart rate; MEWS – Modified Early Warning Score; NEWS – National Early Warning Score;
NEWS2 – National Early Warning Score2; SEWS – Standardised Early Warning Score; qSOFA – Sequential Organ Failure Assessment Score (Quick)

Table 7. Performance of EWS in Predicting in-Hospital Mortality of COVID-19 Patients.

Score	AUC (95% CI)	SEN (%)	SPE (%)	PPV	NPV	Difference with AUC of MEWS ≥ 5 (95% CI)	p-value
MEWS ≥ 5	0.64 (0.60-0.69)	30.7	97.7	57.9	93.3	-	0.000
qSOFA ≥ 2	0.55 (0.50-0.59)	9.7	99.5	64.7	91.6	0.10 (0.07-0.13)	0.000
NEWS2 ≥ 5	0.75 (0.72-0.79)	61.0	89.9	38.0	95.8	-0.11 (-0.08-0.14)	0.000
NEWS ≥ 5	0.76 (0.72-0.79)	64.5	86.7	32.9	96.0	-0.11 (-0.08-0.15)	0.000
SEWS ≥ 5	0.61 (0.57-0.66)	23.7	98.9	70.1	92.8	0.03 (0.01-0.05)	0.003

AUC – area under the receiver operating characteristic curve; SEN – sensitivity; SPE – specificity; NPV – negative predictive value; PPV – positive predictive value

ROC analysis was conducted to assess the prognostic value of early warning scores in predicting in-hospital mortality in COVID-19 patients (Fig. 1). AUC values were as follows: NEWS ≥5 0.76 (95% CI 0.72-0.79), NEWS2 ≥5 0.75 (95% CI 0.72-0.79), MEWS ≥5 0.64 (95% CI 0.60-0.69), SEWS ≥5 0.61 (95% CI 0.57-0.66), qSOFA ≥2 0.64 (95% CI 0.60-0.69). NEWS ≥ 5 had the highest AUC, a sensitivity of 64.5% and a specificity of 86.7% for predicting in-hospital mortality. MEWS (cut-off ≥5), which has been used in the emergency department of the Central Clinical Hospital of the Ministry of Interior and Administration in Warsaw during the pandemic, ranked third in predicting in-hospital mortality. MEWS at a cut-off of 5 had a sensitivity of 30.7% and a specificity of 97.7%. The prognostic accuracy of MEWS ≥ 5 was higher compared to SEWS ≥5 and qSOFA ≥2 (difference: MEWS ≥ 5 vs SEWS ≥5: 0.03 (95% CI 0.01-0.05), p =0.003; MEWS ≥ 5 vs qSOFA ≥2: 0.10 (95% CI 0.07-0.13), p < 0.001) (Table 7).

DISCUSSION

Since the beginning of the pandemic, more than 651 million infections and over 6.5 million deaths from COVID-19 have been reported worldwide. More than 770 thousand new cases and over 3.5 thousand deaths from COVID-19 are now reported daily, which indicates that COVID-19 remains a serious threat to global public health [4]. The COVID-19 pandemic and its consequences are discussed extensively in scientific publications, with special focus on risk factors for severe COVID-19 disease and in-hospital death from COVID-19, treatments used, effectiveness of vaccination and the use of early warning scores to identify patients at higher risk of severe disease and death from COVID-19 [30-39].

Our analysis showed that the median age of the patients included in the study was 53 years. Patients who did not survive were older by a median of 25 years compared to those who survived. Most patients were male. The mortality rate was higher among male patients than among female patients. A meta-analysis by Pijls et al. showed that patients aged 70 or over, especially men, are at higher risk of severe illness from COVID-19, ICU admission and death [40]. Similar findings were reported by Hu et al. and Gray et al. [30, 41].

It should be stressed that, according to the literature on the subject, comorbidities are among the most common risk factors for in-hospital death from COVID-19. The most common comorbidities reported in the literature are diabetes, renal failure, heart failure, chronic obstructive pulmonary disease and cancer [13, 30, 34, 42-44]. Our analysis showed that hypertension was the most common comorbidity in the patients included in our study (it was present in one in five of the patients), which is consistent with findings from other authors. Moreover, all comorbidities were found to be significantly associated with higher mortality.

The in-hospital mortality rate among the COVID-19 patients included in the present study was over 10%. Ciceri et al. reported a 30-day mortality of 17% for a group of Italian patients [45]. A study by Aygun et al. (2022) on COVID-19 patients in Turkey showed that the 28-day mortality rate among the patients was 16.8% [46]. In a study by Rentsch et al. on patients who tested positive for COVID-19 in the USA, the 30-day mortality was 10.7% [20], which is similar to our findings.

The use of early warning scores may effectively help to identify patients whose clinical condition is deteriorating. No scoring systems specific to COVID-19 are currently available. One solution may be to apply the existing scores which are used to assess patients with sepsis, injuries or other severe illness [36,47]. Our analysis showed that NEWS on admission to an emergency department had the highest discriminatory power (AUC 0.76) of the early warning scores studied, indicating that it may be useful for medical personnel in assessing COVID-19 patients. All the other early warning scores were found to be acceptable for screening COVID-19 patients. Our findings are consistent with those from a study by Hu et al., who assessed the predictive value of five early warning scores based on an analysis of the medical records of a group of Chinese patients with COVID-19. The study showed that the AUC value of NEWS was 0.809 and was higher than the AUC values of NEWS2, HEWS, SEWS and

MEWS [13]. In a study by Myrstad et al. (2020) comparing the prognostic value of five early warning scores in predicting severe disease in COVID-19 patients, NEWS2 ≥5 (AUC 0.82) was found to be superior to other clinical risk scores for the assessment of patients with COVID-19. In a study by Aygun et al., which evaluated the effectiveness of MEWS and TREWS in predicting in-hospital mortality in COVID-19 patients admitted to an emergency department, the AUC value of MEWS was 0.83 and the AUC value of TREWS was 0.823. The authors found that MEWS calculated on admission to an emergency department is effective in identifying critically ill COVID-19 patients and predicting the 28-day mortality in COVID-19 patients [20].

LIMITATIONS

The present study is probably the first to evaluate the prognostic value of five early warning scores in predicting in-hospital mortality in Polish COVID-19 patients. However, it should be noted that, as any other analysis, this study has limitations. First, it was a single-centre study. Second, it was carried out based on a retrospective analysis of medical records, which had data gaps, were not completed in a uniform manner and included entries made by different staff members involved in the care of the patients. Third, the primary outcome measure was in-hospital mortality. Thus, all discharged patients were considered not to have died. However, we made every effort to ensure that the study is of high quality despite its limitations. Given the limitations referred to above, further research is necessary on the use of prognostic tools to assess disease severity and in-hospital mortality in COVID-19 patients in order to improve patient care management and resource use.

CONCLUSIONS

Early warning scores, which are fast and easily calculable scoring methods, can assist in rapid identification of patients in critical condition. In the present study, NEWS was found to have the highest discriminatory power, indicating that it can be used to predict in-hospital mortality in COVID-19 patients.

REFERENCES

1. Hu B, Guo H, Zhou P, et al. Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. Nat Rev Microbiol. 2021;19(3):141-154. doi: 10.1038/s41579-020-00459-7.
2. Adil MT, Rahman R, Whitelaw D, et al. SARS-CoV-2 and the pandemic of COVID-19. Postgrad Med J. 2021;97(1144):110-116. doi: 10.1136/postgradmedj-2020-138386.
3. Rothan HA, Byrareddy SN. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. J Autoimmun. 2020;109: 102433. doi: 10.1016/j.jaut.2020.102433.
4. World Health Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Available online: https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019?adgroupsurvey={adgroupsurvey}&gclid=EAIaIQobChMImMzj05Kk_QIVKAWiAx2SjwgSEAAYASAAEgIsBfD_BwE (Access: 29 December 2022).
5. Pinkas J, Jankowski M, Szumowski Ł, et al. Public Health Interventions to Mitigate Early Spread of SARS-CoV-2 in Poland. Med Sci Monit. 2020;26:e924730. doi: 10.12659/MSM.924730.
6. COVID-19 Coronavirus Pandemic. Available https://www.worldometers.info/coronavirus/country/poland/. (Access: 29 December 2022).
7. Weiss P, Murdoch DR. Clinical course and mortality risk of severe COVID-19. Lancet. 2020;395(10229):1014-1015. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30633-4.
8. Meyerowitz EA, Richterman A, Gandhi RT, et al. Transmission of SARS-CoV-2: A Review of Viral, Host, and Environmental Factors. Ann Intern Med. 2021;174(1):69-79. doi: 10.7326/M20-5008.
9. Boehm E, Kronig I, Neher RA, et al. Geneva Centre for Emerging Viral Diseases. Novel SARS-CoV-2 variants: The pandemics within the pandemic. Clin Microbiol Infect. 2021;27(8):1109-1117. doi: 10.1016/j.cmi.2021.05.022.
10. Chen N, Zhou M, Dong X, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. Lancet. 2020;395(10223):507-513. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30211-7.
11. Huang C, Wang Y, Li X, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. Lancet. 2020;395(10223): 497-506. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
12. Zhou F, Yu T, Du R, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. Lancet. 2020;395(10229):1054-1062. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30566-3.
13. Hu H, Yao N, Qiu Y. Predictive Value of 5 Early Warning Scores for Critical COVID-19 Patients. Disaster Med Public Health Prep. 2022;16(1):232-239. doi: 10.1017/dmp.2020.324.
14. Ji Y, Ma Z, Peppelenbosch MP, et al. Potential association between COVID-19 mortality and health-care resource availability. Lancet Glob Health. 2020;8(4):e480. doi: 10.1016/S2214-109X(20)30068-1.
15. Smith MEB, Chiovaro JC, O'Neil M, et al. Early warning system scores for clinical deterioration in hospitalized patients: a systematic review. Ann Am Thorac Soc. 2014;11:1454-1465. doi: 10.1513/AnnalsATS.201403-1020C
16. Gautret P, Lagier J-C, Parola P, et al. Clinical and microbiological effect of a combination of hydroxychloroquine and azithromycin in 80 COVID-19 patients with at least a six-day follow up: a pilot observational study. Travel Med Infect Dis. 2020;11:101663. doi: 10.1016/j.tmaid.2020.101663.
17. Cao B, Wang Y, Wen D, et al. A trial of lopinavir-ritonavir in adults hospitalized with severe Covid-19. N Engl J Med. 2020;18:NEJMoa2001282. doi: 10.1056/NEJMoa2001282.
18. Fusi-Schmidhauser T, Preston NJ, Keller N, et al. Conservative management of Covid-19 patients – emergency palliative care in action. J Pain Symptom Manage. 2020;60(1):e27-e30. doi: 10.1016/j.jpainsymman.2020.03.030.

19. Myrstad M, Ihle-Hansen H, Tveita AA, Andersen EL, Nygård S, Tveit A, Berge T. National Early Warning Score 2 (NEWS2) on admission predicts severe disease and in-hospital mortality from Covid-19 - a prospective cohort study. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2020;28(1):66. doi: 10.1186/s13049-020-00764-3.
20. Aygun H, Eraybar S. The role of emergency department triage early warning score (TREWS) and modified early warning score (MEWS) to predict in-hospital mortality in COVID-19 patients. Ir J Med Sci. 2022;191(3):997-1003. doi: 10.1007/s11845-021-02696-y.
21. Wang L, Lv Q, Zhang X, et al. The utility of MEWS for predicting the mortality in the elderly adults with COVID-19: a retrospective cohort study with comparison to other predictive clinical scores. PeerJ. 2020;8:e10018. doi: 10.7717/peerj.10018.
22. Mahmoodpoor A, Sanaie S, Saghaleini SH, et al. Prognostic value of National Early Warning Score and Modified Early Warning Score on intensive care unit readmission and mortality: A prospective observational study. Front Med (Lausanne). 2022;9:938005. doi: 10.3389/fmed.2022.938005.
23. Aygun H, Eraybar S, Ozdemir F, et al. Predictive Value of Modified Early Warning Scoring System for Identifying Critical Patients with Malignancy in Emergency Department. Arch Iran Med. 2020;23(8):536-541. doi: 10.34172/aim.2020.56.
24. World Health Organization Emergency use ICD codes for COVID-19 disease outbreak. Available online: https://www.who.int/classifications/classification-of-diseases/emergency-use-icd-codes-for-covid-19-disease-outbreak. (Access: 29 December 2022).
25. Subbe CP, Kruger M, Rutherford P, et al. Validation of a modified Early Warning Score in medical admissions. QJM. 2001;94(10):521-6. doi: 10.1093/qjmed/94.10.521.
26. Paterson R, MacLeod DC, Thetford D, et al. Prediction of in-hospital mortality and length of stay using an early warning scoring system: clinical audit. Clin Med (Lond). 2006;6(3):281-4. doi: 10.7861/clinmedicine.6-3-281.
27. Day T, Oxton J. The National Early Warning Score in practice: a reflection. Br J Nurs. 2014;23(19):1036-1040. doi: 10.12968/bjon.2014.23.19.1036.
28. Zaidi H, Bader-El-Den M, McNicholas J. Using the National Early Warning Score (NEWS/NEWS 2) in different intensive care units (ICUs) to predict the discharge location of patients. BMC Public Health. 2019;19(1):1231. doi: 10.1186/s12889-019-7541-3.
29. Raith EP, Udy AA, Bailey M, et al. Prognostic accuracy of the SOFA score, SIRS criteria, and qSOFA score for in-hospital mortality among adults with suspected infection admitted to the Intensive Care Unit. JAMA. 2017;317(3):290-300. doi: 10.1001/jama.2016.20328.
30. Hu K, Lin L, Liang Y, et al. COVID-19: risk factors for severe cases of the Delta variant. Aging (Albany NY). 2021;13(20):23459-23470. doi: 10.18632/aging.203655.
31. Gao YD, Ding M, Dong X, et al. Risk factors for severe and critically ill COVID-19 patients: A review. Allergy. 2021;76(2):428-455. doi: 10.1111/all.14657.
32. Zheng Z, Peng F, Xu B, et al. Risk factors of critical & mortal COVID-19 cases: A systematic literature review and meta-analysis. J Infect. 2020;81(2):e16-e25. doi: 10.1016/j.jinf.2020.04.021.
33. Vila-Corcoles A, Satue-Gracia E, Vila-Rovira A, et al. Development of a predictive prognostic rule for early assessment of COVID-19 patients in primary care settings. Aten Primaria. 2021;53(9):102118. doi: 10.1016/j.aprim.2021.102118.
34. Yek C, Warner S, Wiltz JL, et al. Risk Factors for Severe COVID-19 Outcomes Among Persons Aged ≥18 Years Who Completed a Primary COVID-19 Vaccination Series - 465 Health Care Facilities, United States, December 2020-October 2021. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2022;71(1):19-25. doi: 10.15585/mmwr.mm7101a4.
35. Booth A, Reed AB, Ponzo S, et al. Population risk factors for severe disease and mortality in COVID-19: A global systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2021;16(3):e0247461. doi: 10.1371/journal.pone.0247461.
36. Su Y, Ju MJ, Xie RC, et al. Prognostic Accuracy of Early Warning Scores for Clinical Deterioration in Patients With COVID-19. Front Med (Lausanne). 2021;7:624255. doi: 10.3389/fmed.2020.624255.
37. Baker KF, Hanrath AT, Schim van der Loeff I, et al. National Early Warning Score 2 (NEWS2) to identify inpatient COVID-19 deterioration: a retrospective analysis. Clin Med (Lond). 2021;21(2):84-89. doi: 10.7861/clinmed.2020-0688.
38. Scott LJ, Tavaré A, Hill EM, et al. Prognostic value of National Early Warning Scores (NEWS2) and component physiology in hospitalised patients with COVID-19: a multicentre study. Emerg Med J. 2022;39(8):589-594. doi: 10.1136/emermed-2020-210624.
39. Cr P, Vanidassane I, Pownraj D, et al. National Early Warning Score 2 (NEWS2) to predict poor outcome in hospitalised COVID-19 patients in India. PLoS One. 2021;16(12):e0261376. doi: 10.1371/journal.pone.0261376.
40. Pijls BG, Jolani S, Atherley A, et al. Demographic risk factors for COVID-19 infection, severity, ICU admission and death: a meta-analysis of 59 studies. BMJ Open. 2021;11(1):e044640. doi: 10.1136/bmjopen-2020-044640.
41. Gray WK, Navaratnam AV, Day J, et al. Changes in COVID-19 in-hospital mortality in hospitalised adults in England over the first seven months of the pandemic: An observational study using administrative data. Lancet Reg Health Eur. 2021;5:100104. doi: 10.1016/j.lanepe.2021.100104.
42. Kim L, Garg S, O'Halloran A, et al. Risk Factors for Intensive Care Unit Admission and In-hospital Mortality Among Hospitalized Adults Identified through the US Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)-Associated Hospitalization Surveillance Network (COVID-NET). Clin Infect Dis. 2021;72(9):e206-e214. doi: 10.1093/cid/ciaa1012.
43. Alizadehsani R, Alizadeh Sani Z, Behjati M, et al. Risk factors prediction, clinical outcomes, and mortality in COVID-19 patients. J Med Virol. 2021;93(4):2307-2320. doi: 10.1002/jmv.26699.
44. Li J, Huang DQ, Zou B, et al. Epidemiology of COVID-19: A systematic review and meta-analysis of clinical characteristics, risk factors, and outcomes. J Med Virol. 2021;93(3):1449-1458. doi: 10.1002/jmv.26424.
45. Ciceri F, Ruggeri A, Lembo R, et al. Decreased in-hospital mortality in patients with COVID-19 pneumonia. Pathog Glob Health. 2020;114(6):281-282. doi: 10.1080/20477724.2020.1785782.
46. Rentsch CT, Kidwai-Khan F, Tate JP, et al. Patterns of COVID-19 testing and mortality by race and ethnicity among United States veterans: A nationwide cohort study. PLoS Med. 2020;17(9):e1003379. doi: 10.1371/journal.pmed.1003379.
47. Smith MEB, Chiovaro JC, O'Neil M, et al. Early warning system scores for clinical deterioration in hospitalized patients: a systematic review. Ann Am Thorac Soc. 2014;11:1454-1465. doi: 10.1513/AnnalsATS.201403-102OC.

ORCID AND CONTRIBUTIONSHIP *
Sławomir Butkiewicz – 0000-0001-5164-4250 A-D, F
Paula Dobosz – 0000-0002-5134-0975 E
Anna Tuka – 0000-0001-7453-0854 C
Robert Gałązkowski – 0000-0002-7205-2219 E
Patryk Rzońca – 0000-0001-7008-1721 C, F

CONFLICT OF INTEREST
The Authors declare no conflict of interest.

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE
Patryk Rzońca
Zakład Anatomii Człowieka
Wydział Nauk o Zdrowiu
Warszawski Uniwersytet Medyczny
Warszawa, Poland
e-mail: patryk.rzonca@gmail.com

RECEIVED: 29.09.2022
ACCEPTED: 22.02.2023

CREATIVE COMMONS 4.0

* Contribution: A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval.

healthcare

MDPI

Article

Predicting Mortality for COVID-19 Patients Admitted to an Emergency Department Using Early Warning Scores in Poland

Patryk Rzońca [1,*], Sławomir Butkiewicz [2], Paula Dobosz [3], Artur Zaczyński [4], Marcin Podgórski [5], Robert Gałązkowski [5], Waldemar Wierzba [6] and Katarzyna Życińska [7]

1 Department of Human Anatomy, Faculty of Health Sciences, Medical University of Warsaw, 02-091 Warsaw, Poland
2 Emergency Department, The National Institute of Medicine of the Ministry of Interior and Administration, 02-507 Warsaw, Poland; slawomir.butkiewicz@cskmswia.gov.pl
3 Institute of Genetics and Biotechnology, Faculty of Biology, University of Warsaw, 00-927 Warsaw, Poland
4 Clinical Department of Neurosurgery, The National Institute of Medicine of the Ministry of Interior and Administration, 02-507 Warsaw, Poland; artur.zaczynski@cskmswia.gov.pl
5 Department of Emergency Medical Services, Faculty of Health Sciences, Medical University of Warsaw, 02-091 Warsaw, Poland; marcin.podgorski@wum.edu.pl (M.P.); robert.galazkowski@wum.edu.pl (R.G.)
6 Satellite Campus in Warsaw, University of Humanities and Economics, 90-212 Łódź, Poland; waldemar.wierzba@cskmswia.gov.pl
7 Department of Rheumatology, Systemic Connective Tissue Diseases and Rare Diseases, The National Institute of Medicine of the Ministry of Interior and Administration, 02-507 Warsaw, Poland
* Correspondence: patryk.rzonca@wum.edu.pl

Abstract: COVID-19 disease is characterised by a wide range of symptoms that in most cases resemble flu or cold. Early detection of infections, monitoring of patients' conditions, and identification of patients with worsening symptoms became crucial during the peak of pandemic. The aim of this study was to assess and compare the performance of common early warning scores at the time of admission to an emergency department in predicting in-hospital mortality in patients with COVID-19. The study was based on a retrospective analysis of patients with SARS-CoV-2 infection admitted to an emergency department between March 2020 and April 2022. The prognostic value of early warning scores in predicting in-hospital mortality was assessed using the receiver operating characteristic (ROC) curve. Patients' median age was 59 years, and 52.33% were male. Among all the EWS we assessed, REMS had the highest overall accuracy (AUC 0.84 (0.83–0.85)) and the highest NPV (97.4%). REMS was the most accurate scoring system, characterised by the highest discriminative power and negative predictive value compared to the other analysed scoring systems. Incorporating these tools into clinical practice in a hospital emergency department could provide more effective assessment of mortality and, consequently, avoid delayed medical assistance.

Keywords: COVID-19; mortality; early warning score; emergency department; outcome

check for updates

Citation: Rzońca, P.; Butkiewicz, S.; Dobosz, P.; Zaczyński, A.; Podgórski, M.; Gałązkowski, R.; Wierzba, W.; Życińska, K. Predicting Mortality for COVID-19 Patients Admitted to an Emergency Department Using Early Warning Scores in Poland. *Healthcare* **2024**, *12*, 687. https://doi.org/10.3390/healthcare12060687

Academic Editor: Luigi Vetrugno

Received: 22 February 2024
Revised: 14 March 2024
Accepted: 16 March 2024
Published: 19 March 2024

Copyright: © 2024 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

1. Introduction

The SARS-CoV-2 virus was first identified in late December 2019 in Wuhan, China. It is a pathogen belonging to the coronavirus family that spreads through droplet or contact transmission [1,2]. In humans, it causes a disease called COVID-19, which is characterised by a wide range of symptoms that in most cases resemble flu or cold. However, in some cases, it can lead to serious complications, including pneumonia, respiratory failure, and death [2,3]. The severity of the disease and mortality due to COVID-19 may vary depending on the patient's age, health status, presence of comorbidities, and regional availability of medical services. According to numerous studies, about 15% of patients infected with SARS-CoV-2 require hospitalisation, with approximately 5% requiring intensive care unit treatment [4–8].

The COVID-19 pandemic had a huge impact on healthcare systems worldwide, forcing quick and effective action to combat the disease. In the initial phase of the pandemic, the

biggest challenge was the rapid increase in the number of patients requiring treatment, including hospitalisation, mechanical ventilation, and intensive care. The pressure that healthcare systems faced when COVID-19 became a global problem was enormous and necessitated many changes aimed at dealing with a large number of patients infected with SARS-CoV-2 [9–11]. The methods for dealing with this problem varied depending on the country and region. Many countries decided to build new hospitals, usually temporarily kept, to accommodate a large number of patients, while others, operating under crisis conditions, decided to transform existing infrastructure into temporary hospitals. Ensuring adequate infrastructure, medical equipment, and appropriate healthcare staff was just the first step taken in the event of an increasing number of COVID-19 patients [12–14].

During the COVID-19 pandemic, early detection of infections, monitoring of patients' conditions, and identification of patients with worsening symptoms became crucial. To achieve this goal, many countries utilised existing early warning scores (EWS) that are widely used in clinical practice in hospital emergency departments [15]. The use of EWS became particularly significant during the pandemic, as they enabled the rapid identification of patients requiring medical intervention as well as assessments of the risk of hospitalisation and the need for treatment in intensive care units. Moreover, EWS scales allow for the monitoring of COVID-19 patients and determining whether their condition is improving or worsening and provide a tool to support physicians in making therapeutic decisions and planning the treatment of COVID-19 patients [16–19]. The use of EWS scales may also play a key role in making decisions about which patients should be admitted to the hospital emergency department and receive treatment in the hospital setting and which can be discharged for outpatient treatment. This aspect of patient management is particularly important in light of a recent study by Fried et al., who demonstrated that with correct patient selection, even severe COVID-19 cases can be safely treated in the outpatient setting [20].

The aim of this study was to assess and compare the performance of the common early warning scores at the time of admission to the emergency department in predicting in-hospital mortality in patients with COVID-19.

2. Materials and Methods

2.1. Study Design and Setting

This was a retrospective study carried out in a National Institute of Medicine of the Ministry of Interior and Administration in Warsaw (Poland), which is one of the largest teaching hospitals in Warsaw and was a Referral Centre for COVID-19 in central Poland. The study was carried out based on the medical records covering the period between March 2020 and April 2022 of patients admitted to the Emergency Department of the Central Clinical Hospital of the Ministry of Interior and Administration in Warsaw.

2.2. Study Cohort and the Eligibility Criteria

A total cohort of 5024 cases were included in the final analysis. In the following study, all adult (>18 years old) patients admitted to the Emergency Department with SARS-CoV-2, which was confirmed by laboratory testing (dedicated test performed with the real-time reverse-transcriptase-polymerase-chain-reaction technique—RT-PCR) and/or whose final diagnosis expressed with the aid of the ICD-10 (International Classification of Diseases 10) code was U07.1, meaning COVID-19 disease. The exclusion criteria were: pregnancy among women (n = 316), pneumonia caused by other pathogens (n = 713), and incomplete data required to retrospectively calculate early warning scores (n = 1301).

2.3. Data Collection and Measurements

The data were extracted from the hospital's internal database of clinical records and prepared by the hospital's IT Department. Extracted data included: age and sex of the patients, length of hospital stay, temperature, heart rate (HR), respiratory rate (RR), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), mean arterial pressure (MAP),

laboratory test results, Glasgow Coma Scale (GCS) score, oxygen therapy, and peripheral oxygen saturation (SpO_2), clinical symptoms and comorbidities, as well as outcomes of hospitalisation (survival or death).

Among all the EWSs available, we chose those that were the quickest to use and that could be calculated for each patient from available vital signs and physiological measurements recorded on admission to the Emergency Department. In this study, we selected six EWSs: Modified Early Warning Score (MEWS) [21], National Early Warning Score 2 (NEWS2) [22], National Early Warning Score (NEWS) [23,24], Standardised Early Warning Score (SEWS) [25], Rapid Emergency Medicine Score (REMS) [26], and Rapid Acute Physiology Score (RAPS) [27]. During the pandemic, MEWS was used to identify patients admitted to the hospital emergency department, and its results were featured in the database we obtained. The scores on the other scales, on the other hand, were calculated retrospectively. For NEWS2 calculation, patients were considered at risk of hypercapnic respiratory failure (SpO_2 Scale 2) if they had a confirmed history of chronic obstructive pulmonary disease (COPD).

2.4. Statistical Analysis

Categorical variables were reported as numbers (n) and percentages (%), while continuous variables were reported as medians (Me) and interquartile ranges (IQR). Data distribution was evaluated using the Kolmogorov–Smirnov test and the Lilliefors test. Baseline data were compared using the chi-squared test for categorical variables and the Mann–Whitney U-test for continuous variables.

The prognostic value of early warning scores in predicting in-hospital mortality was assessed using the receiver operating characteristic (ROC) curve. The optimal cut-off values were calculated by the Youden index. Sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV), positive likelihood ratio (+LR), and negative likelihood ratio (−LR) were then calculated. The areas under the ROC curve (AUROCs) were compared by the method described by DeLong.

The data obtained were analysed statistically using IBM SPSS statistics for Windows, Version 25.0 (Armonk, NY, USA: IBM Corp.) and MedCalc Statistical Software version 20.218 (MedCalc Software Ltd., Ostend, Belgium). In the study, a two-tailed p value of <0.05 was considered statistically significant.

2.5. Ethics

The study protocol was approved by the Bioethics Committee at the Medical University of Warsaw, which confirmed that the study did not require consent due to its retrospective nature (AKBE/13/2022). The study was performed in accordance with the principles established in the 1964 Declaration of Helsinki and its later amendments. Reports from the database did not permit identification of individual patients at any stage of the study.

3. Results

3.1. Population and Outcomes

Baseline characteristics of all 5024 patients who were included in the study cohort are presented in Table 1. Patients' median age was 59 (IQR 42–74) years and 52.33% (2629 patients) were male. More than 21% of the patients required passive oxygen therapy, 1.13% patients required mechanical ventilation and more than 18% of the patients required nasal high-flow therapy. Admission to the ICU was recorded for more than 6% of the patients. The most commonly reported comorbidities were hypertension (23.09%) and diabetes (10.27%). Fever was the most common symptom (26.21%), followed by dyspnoea (18.31%) and cough (17.54%). The baseline MEWS, SEWS, NEWS, NEWS2, REMS and RAPS at the moment of admission were 1 (0–3), 1 (0–2), 2 (0–4), 2 (0–4), 5 (2–7), and 0 (0–2), respectively. Detailed results are shown in Table 1.

Table 1. Patients' characteristics and a comparative analysis between the surviving and non-surviving groups of patients with COVID-19 infection.

Variables	Total (n = 5024)	Survivors (n = 4023)	Non-Survivors (n = 1104)	p-Value
Age [years]—Me (IQR)	59 (42–74)	55 (40–70)	77 (69–86)	<0.001
>65—n (%)	2122 (42.24)	1573 (35.85)	549 (86.32)	<0.001
Sex [Male]—n (%)	2629 (52.33)	2237 (50.98)	392 (61.64)	<0.001
Comorbidities—n (%)				
Hypertension	1160 (23.09)	877 (19.99)	283 (44.50)	<0.001
Diabetes	516 (10.27)	360 (8.20)	156 (24.53)	<0.001
Acute coronary syndromes history	367 (7.30)	256 (5.83)	111 (17.45)	<0.001
Stroke history	254 (5.06)	175 (3.99)	79 (12.42)	<0.001
Cancer	202 (4.02)	127 (2.89)	75 (11.79)	<0.001
Renal failure	422 (8.40)	261 (5.95)	161 (25.31)	<0.001
Heart failure	350 (6.97)	237 (5.40)	113 (17.77)	<0.001
COPD	107 (2.16)	72 (1.64)	35 (5.50)	<0.001
Smoking	248 (4.94)	197 (4.49)	51 (8.02)	<0.001
Symptoms—n (%)				
Fever	1317 (26.21)	1118 (25.48)	199 (31.29)	0.002
Cough	881 (17.54)	768 (17.50)	113 (17.77)	0.870
Dyspnoea	920 (18.31)	736 (16.77)	184 (28.93)	<0.001
Muscle pain	365 (7.27)	339 (7.73)	26 (4.09)	0.001
Diarrhoea	361 (7.19)	309 (7.04)	52 (8.18)	0.301
Loss/change in sense of taste	271 (5.39)	254 (5.79)	17 (2.67)	0.001
Loss/change in sense of smell	311 (6.19)	291 (6.63)	20 (3.14)	0.001
Headache	386 (7.68)	362 (8.25)	24 (3.77)	<0.001
Passive oxygen therapy [Yes]—n (%)	1092 (21.74)	748 (17.05)	344 (54.09)	<0.001
Ventilator therapy [Yes]—n (%)	57 (1.13)	9 (0.21)	48 (7.55)	<0.001
Nasal high-flow therapy [Yes]—n (%)	915 (18.21)	652 (14.86)	263 (41.35)	<0.001
ICU admission [Yes]—n (%)	310 (6.17)	106 (2.42)	204 (32.08)	<0.001
Vital signs—Me (IQR)				
Systolic blood pressure [mmHg]	133 (119–149)	134 (120–149)	127 (108–150)	<0.001
Diastolic blood pressure [mmHg]	81 (72–90)	81 (93–90)	75 (63–88)	<0.001
MAP [mmHg]	99 (89–108)	99 (90–108)	93 (81–107)	<0.001
Heart rate [beats per minute]	87 (77–100)	87 (76–100)	92 (78–110)	<0.001
Respiratory rate [breaths per minute]	17 (15–20)	17 (15–19)	20 (18–25)	<0.001
Oxygen saturation [%]	97 (95–99)	97 (95–99)	92 (86–96)	<0.001
Body temperature [°C]	36.7 (36.4–37.5)	36.7 (36.4–37.4)	36.9 (36.3–38.0)	0.083
Laboratory test results—Me (IQR)				
WBC count [thousand/μL]	6 (5–9)	6 (5–8)	10 (6–18)	<0.001
RBC count [million/μL]	5 (4–5)	5 (4–5)	4 (3–4)	<0.001
Haemoglobin [g/dL]	14 (12–15)	14 (13–15)	12 (10–13)	<0.001
Hematocrit [%]	40 (37–44)	40 (38–44)	36 (32–40)	<0.001
Platelet count [thousand/μL]	209 (163–265)	210 (165–265)	188 (128–252)	0.001
Neutrophil count [thousand/μL]	4 (3–7)	4 (3–6)	8 (5–14)	<0.001
Lymphocyte count [thousand/μL]	1.3 (0.9–1.8)	1.3 (0.9–1.8)	0.8 (0.5–1.3)	<0.001
Scores on admission—Me (IQR)				
MEWS	1 (0–3)	1 (0–2)	3 (1–5)	<0.001
SEWS	1 (0–2)	1 (0–2)	3 (1–5)	<0.001
NEWS	2 (0–4)	1 (0–3)	5 (3–7)	<0.001
NEWS2	2 (0–4)	2 (0–3)	5 (2–7)	<0.001
REMS	5 (2–7)	4 (2–6)	8 (6–10)	<0.001
RAPS	0 (0–2)	0 (0–2)	1 (0–3)	<0.001

Me—median; IQR—interquartile range; COPD—chronic obstructive pulmonary disease; ICU—intensive care unit; MAP—mean arterial pressure; WBC—white blood cells; RBC—red blood cells; MEWS—Modified Early Warning Score; NEWS—National Early Warning Score; NEWS2—National Early Warning Score 2; SEWS—Standardised Early Warning Score; REMS—Rapid Emergency Medicine Score; RAPS—Rapid Acute Physiology Score.

Cases were categorised into non-survivor and survivor groups. Patients in the non-survivor group were more likely to be male (61.64% vs. 50.98%), of older age (median 77 vs. 55 years). The comorbidities identified were more common among patients who did not survive. Fever (31.29% vs. 25.29%) and dyspnoea (28.93% vs. 16.77%) were more common in the non-survivor group. Passive oxygen therapy (54.09% vs. 17.05%), ventilator therapy (7.55% vs. 0.21%), nasal high-flow therapy (41.35% vs. 14.86%) and intensive care unit admission (32.08% vs. 2.42%) were more often required in the non-survivor group. The survivor and non-survivor groups also differed in terms of the vital signs and laboratory test results. Non-survivors were more likely to have higher MEWS (3 vs. 1), SEWS (3 vs. 1), NEWS (5 vs. 1), NEWS2 (5 vs. 2), REMS (8 vs. 4) and RAPS (1 vs. 0) (Table 1).

3.2. Prognostic Accuracy of Early Warning Score in Predicting the in-Hospital Mortality Rate

To assess the utility of EWS to predict the in-hospital mortality, the ROC curves were constructed and the AUCs were calculated (Figure 1A). The AUCs of MEWS, NEWS2, NEWS, SEWS, REMS, and RAPS were 0.74, 0.74, 0.79, 0.77, 0.84, and 0.66, respectively. Based on the best Youden index, an optimum cut-off value was used to predict in-hospital mortality using each score. The cut-off values for each score, together with the sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV), positive likelihood ratio (+LR), and negative likelihood ratio (−LR) are shown in Table 2. Among all the EWS we assessed, REMS had the highest overall accuracy (AUC 0.84 (0.83–0.85)) and the highest NPV (97.4%) (Table 2).

In the subgroup of age <65 years, the AUCs of MEWS, NEWS2, NEWS, SEWS, REMS, RAPS were 0.76, 0.77, 0.81, 0.79, 0.81, and 0.71, respectively (Figure 1B), whereas in the subgroup of age ≥65 years, the AUCs of MEWS, NEWS2, NEWS, SEWS, REMS, RAPS were 0.69, 0.68, 0.72, 0.72, 0.69 and 0.62, respectively (Figure 1C). Table 2 shows the cut-off values for each score based on the best Youden index together with the sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV), positive likelihood ratio (+LR), and negative likelihood ratio (−LR). An optimum cut-off value was used to predict in-hospital mortality using each score appropriate for the subgroup of age ≥65 years and the subgroup of age <65 years. Among all the EWS we assessed in the subgroup of age <65 years, NEMS had the highest overall accuracy (AUC 0.81 (0.80–0.82)) and the highest sensitivity (81.6%) and NPV (99.2%). In the subgroup of age ≥65 years, SEWS had the highest overall accuracy (AUC 0.72 (0.70–0.74)) and the highest sensitivity (71.4%) and NPV (85.8%) (Table 2).

Table 2. Performance of MEWS score, NEWS2 scores, NEWS score, SEWS score, REMS score, RAPS score in predicting in-hospital mortality of COVID-19 patients.

Score	AUC (95% CI)	*p*-Value	Cut-Off	SEN (%)	SPE (%)	PPV	NPV	LR+	LR−
Overall									
MEWS	0.74 (0.73–0.75)	<0.001	3	71.5	66.3	23.5	94.4	2.12	0.43
NEWS2	0.74 (0.73–0.75)	<0.001	5	73.1	63.7	22.6	94.2	2.0	0.4
NEWS	0.79 (0.77–0.80)	<0.001	5	80.4	65.4	25.2	95.8	2.3	0.3
SEWS	0.77 (0.76–0.78)	<0.001	4	71.2	69.5	25.3	94.3	2.3	0.4
REMS	0.84 (0.83–0.85)	<0.001	7	87.9	66.7	27.7	97.4	2.6	0.2
RAPS	0.66 (0.64–0.67)	<0.001	2	70.8	57.2	19.3	93.1	1.7	0.5
<65 years									
MEWS	0.76 (0.74–0.77)	<0.001	4	60.9	83.1	10.0	98.6	3.6	0.5
NEWS2	0.77 (0.76–0.79)	<0.001	4	75.9	70.7	7.4	99.0	2.6	0.3
NEWS	0.81 (0.80–0.82)	<0.001	4	81.6	73.6	8.7	99.2	3.1	0.3
SEWS	0.79 (0.78–0.81)	<0.001	4	59.8	87.5	12.9	98.6	4.8	0.5
REMS	0.81 (0.80–0.82)	<0.001	6	60.9	87.6	13.2	98.6	4.9	0.5
RAPS	0.71 (0.69–0.72)	<0.001	2	73.6	62.2	5.7	98.7	2.0	0.4

Table 2. *Cont.*

Score	AUC (95% CI)	*p*-Value	Cut-Off	SEN (%)	SPE (%)	PPV	NPV	LR+	LR−
≥65 years									
MEWS	0.69 (0.67–0.71)	<0.001	3	71.8	57.1	36.9	85.3	1.7	0.5
NEWS2	0.68 (0.66–0.70)	<0.001	6	52.6	74.4	41.8	81.8	2.1	0.6
NEWS	0.72 (0.70–0.74)	<0.001	5	65.0	66.8	40.6	84.5	2.0	0.5
SEWS	0.72 (0.70–0.74)	<0.001	3	71.4	60.3	38.5	85.8	1.8	0.5
REMS	0.69 (0.67–0.71)	<0.001	7	57.9	69.0	39.5	82.4	1.9	0.6
RAPS	0.62 (0.60–0.64)	<0.001	2	70.3	48.3	32.2	82.3	1.4	0.6

AUC—area under the curve of the receiver operating characteristic; 95% CI—95% confidence interval; SEN—sensitivity; SPE—specificity; PPV—positive predictive value; NPV—negative predictive value; LR+—likelihood ratio positive; LR−—likelihood ratio negative; MEWS—Modified Early Warning Score; NEWS—National Early Warning Score; NEWS2—National Early Warning Score 2; SEWS—Standardised Early Warning Score; REMS—Rapid Emergency Medicine Score; RAPS—Rapid Acute Physiology Score.

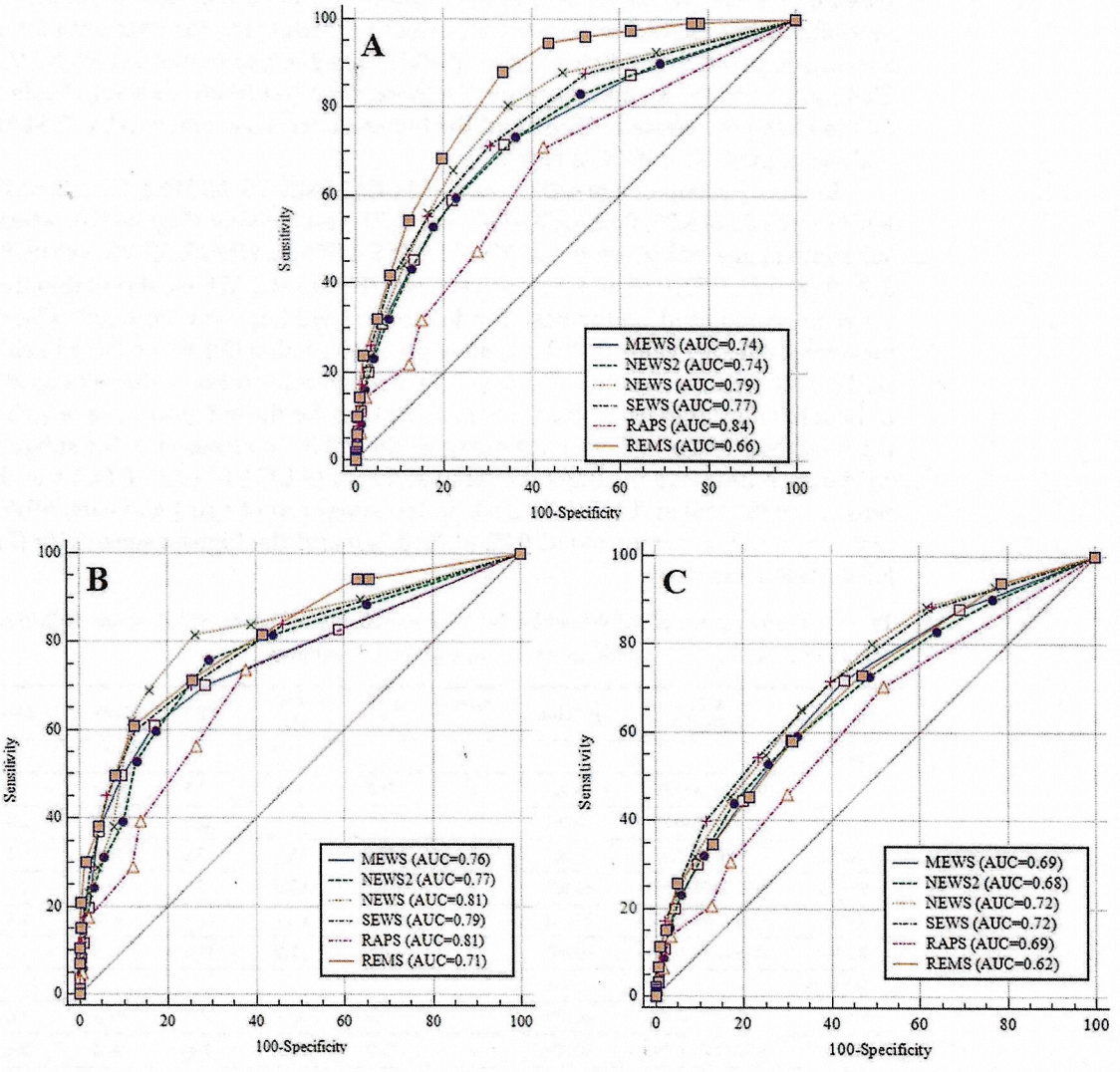


Figure 1. Receiver operator characteristic curves illustrating the ability of MEWS score, NEWS2 scores, NEWS score, SEWS score, REMS score, RAPS score at emergency department admission to predict mortality from COVID-19 for overall cases and for subgroups ((**A**)—overall cases; (**B**)—subgroup of age <65 years; (**C**)—subgroup of age ≥65 years).

Pairwise comparisons of the AUCs associated with the six EWSs showed significant differences among all investigated scales. The AUC of the REMS for predicting in-hospital mortality was much higher than that for MEWS, NEWS2, NEWS, SEWS, REMS, RAPS. The greatest difference between areas under curves, respectively, was observed in the case of REMS—RAPS (0.188, <0.001), REMS—MEWS (0.103, <0.001) and REMS—NEWS2 (0.102, <0.001) (Table 3).

Table 3. The comparisons between AUROCs of EWS for predicting mortality.

AUROC Overall	**RAPS (0.66)**	**REMS (0.84)**	**SEWS (0.77)**	**NEWS (0.79)**	**NEWS2 (0.74)**
MEWS (0.74)	0.085 ***	0.103 ***	0.031 ***	0.046 ***	0.001 *
NEWS2 (0.74)	0.086 ***	0.102 ***	0.030 ***	0.045 ***	
NEWS (0.79)	0.131 ***	0.057 ***	0.014 **		
SEWS (0.77)	0.117 ***	0.072 ***			
REMS (0.84)	0.188 ***				
AUROC <65 years	**RAPS (0.71)**	**REMS (0.81)**	**SEWS (0.79)**	**NEWS (0.81)**	**NEWS2 (0.77)**
MEWS (0.76)	0.051 *	0.054 **	0.034 **	0.054 **	0.015 *
NEWS2 (0.77)	0.066 **	0.039 *	0.020 *	0.039 **	
NEWS (0.81)	0.085 **	0.000 *	0.105 ***		
SEWS (0.79)	0.020 *	0.085 **			
REMS (0.81)	0.105 ***				
AUROC ≥65 years	**RAPS (0.62)**	**REMS (0.69)**	**SEWS (0.72)**	**NEWS (0.72)**	**NEWS2 (0.68)**
MEWS (0.69)	0.075 ***	0.001 *	0.032 ***	0.029 ***	0.009 *
NEWS2 (0.68)	0.066 ***	0.010 *	0.041 ***	0.038 ***	
NEWS (0.72)	0.103 ***	0.028 **	0.003 *		
SEWS (0.72)	0.106 ***	0.031 **			
REMS (0.69)	0.075 ***				

*—$p < 0.05$; **—$p < 0.01$; ***—$p < 0.001$. MEWS—Modified Early Warning Score; NEWS—National Early Warning Score; NEWS2—National Early Warning Score 2; SEWS—Standardised Early Warning Score; REMS—Rapid Emergency Medicine Score; RAPS—Rapid Acute Physiology Score.

Pairwise comparisons of the AUCs associated with the 6 EWSs showed significant differences among 9 pairs in the subgroup of age <65 years and 11 pairs in the subgroup of age ≥65 years. In the subgroup of age <65 years, the AUC of the NEMS for predicting in-hospital mortality was much higher than that for MEWS, NEWS2, SEWS, REMS, RAPS. The greatest difference between areas under curves was observed between NEMS and SEWS (0.105, <0.001). In the subgroup of age ≥65 years, the AUC of the SEWS for predicting in-hospital mortality was much higher than that for MEWS, NEWS2, NEWS, REMS, RAPS, of which the greatest difference between areas under curves was observed between SEWS and RAPS (0.106, <0.001) (Table 3).

4. Discussion

The SARS-CoV-2 pandemic, its impact, and consequences have been the subject of numerous scientific publications worldwide. The aims of these studies have been and continue to be the analysis of risk factors for severe disease progression and in-hospital mortality, diagnostic evaluation, and treatment; thus, ongoing research is necessary for a better understanding of this global problem. This requires patience, improvement, innovation, the need for evolution, and learning from others' experience during the SARS-CoV-2 pandemic [28–32]. Therefore, the aim of the undertaken research was to assess and compare the performance of common early warning scores (EWS) at the time of admission

to the Accident and Emergency department in predicting in-hospital mortality in patients with COVID-19.

The results of our research have shown that, among the analysed participants who did not survive, there were males and older individuals, which is consistent with the findings of López-Pérez et al. [33]. At the same time, the literature emphasises strongly that advanced age and male gender are the main risk factors for severe disease and mortality due to COVID-19 [32–34]. Numerous studies published to date have demonstrated that comorbidities such as hypertension, diabetes, COPD, malignancy and chronic kidney disease are associated with a severe course of infection and higher mortality due to COVID-19 [35–41]. Our results have shown that the highest mortality rate was associated with hypertension, renal failure and diabetes. Furthermore, the main symptoms of COVID-19 include fever, headache, muscle pain, cough, fatigue, and shortness of breath [28,34,42,43]. In our study, non-survivors more frequently required specialised medical procedures such as respiratory therapy and nasal high-flow therapy. They also more frequently required admission to the Intensive Care Unit. Similar results were obtained by van Halem et al. and Díaz-Vélez et al. [44,45]. The clinical picture in hospitalised patients who died due to COVID-19 showed elevated values of selected vital signs, such as heart rate and respiration rate, and lower MAP or oxygen saturation values. Moreover, the results of laboratory tests pointed to higher inflammation, which has been corroborated by our findings and those of other researchers [32,45–47]. The obtained results of our research reflect scientific reports from around the world regarding the characteristics of individuals who did not survive due to COVID-19.

It should be emphasised that since the beginning of the COVID-19 pandemic, a total of 6,950,655 deaths have been reported worldwide, according to data from the World Health Organization [48]. Rentsch et al. demonstrated a mortality rate of 10.7% among their studied patients with a positive PCR test in the United States [49]. On the other hand, Olivas-Martinez et al. reported an in-hospital mortality rate of 30.1% for hospitalised patients with severe COVID-19 in a tertiary care centre in Mexico [50]. Aygun et al. found a 16.8% 28-day mortality rate among their analysed patients with a positive PCR test in Turkey [17]. López-Pérez et al. reported a mortality rate of 13.1% among the analysed patients in their study on risk factors for mortality of hospitalised adult patients with COVID-19 pneumonia in a private tertiary care centre in Mexico [33]. In our analysis, the mortality rate among patients was nearly 22%. It should be noted that factors such as the duration of the study period and the organisation of the healthcare system (including the level of the referring hospital) can influence the mortality rates observed in COVID-19 patients.

A study by Martín-Rodríguez et al. on patients transferred to the hospital emergency department with suspected COVID-19 infection showed that non-survivors had higher scores on the following scales: NEWS2, qSOFA, Modified REMS and RAPS [51]. In our study, patients who did not survive also had significantly higher scores on early warning scales. Therefore, the identification of patients who are likely to deteriorate clinically and die from COVID-19 in a short period of time is absolutely essential for proper organisation of work in the hospital emergency department and rational utilisation of medical staff. Of all the early warning scores analysed, the best overall prognostic performance was obtained by the Rapid Emergency Medicine Score (REMS), which had the highest discriminatory power (AUC 0.84) and the highest negative predictive value (97.4%) when assessed upon admission to the emergency department compared to other scoring systems. This is consistent with studies by other researchers [27,52,53]. These results can be explained by the components of REMS, i.e., MAP and age, which are not part of the other EWS scales analysed. A study by Nam et al. on the effect of blood pressure variability in patients with COVID-19 and hypertension showed that age and higher MAPcv were significantly associated with in-hospital mortality [54]. It is worth emphasising that there are also studies that used other early warning scales. Wei et al. found that the National Early Warning Score 2 (NEWS2) exhibits excellent sensitivity and specificity in predicting early mortality in both prehospital and emergency department settings. In their study comparing triage

tools for identifying mortality risk and injury severity in patients with multiple traumas admitted to the emergency department (ED) during daytime and night time [55], Ying et al. demonstrated that NEWS is the best tool in this regard for both daytime and night-time admissions. They also found that the modified Rapid Emergency Medicine Score (mREMS) was better at identifying serious injuries during the day [56]. Kostakis et al. conducted an analysis of the use of NEWS and NEWS2 in hospitalised patients with SARS-CoV-2 and found that the results of NEWS or NEWS2 were good and similar across all five analysed cohorts (range = 0.842–0.894), suggesting that adjustments to these scores, such as adding new variables or changing the weights of existing parameters, are not necessary for evaluating patients with COVID-19 [57].

Several studies indicate that advanced age is an independent factor associated with mortality in patients with COVID-19 [58–61]. Therefore, the next step of our study was to calculate the prognostic value of early warning scales in two subgroups (<65 years and ≥65 years). Analysis of our research revealed that for the subgroup of patients under the age of 65, NEWS and REMS upon admission to the emergency department had the highest discriminatory power values (AUC 0.81) compared to other scoring systems. For the subgroup of patients aged 65 and above, NEWS and Standardised Early Warning Score (SEWS) achieved the highest discriminatory power values (AUC 0.72) compared to the other scores. Additionally, the findings of Hu et al. showed that NEWS and NEWS2 had the highest AUC values (0.829) for the subgroup aged 65 and above, while for the subgroup under the age of 65, SEWS had the highest AUC (0.893) [15].

This study had several limitations. Firstly, it was a single-centre study and had a retrospective nature. Further validation in a multi-centre cohort is still required. Secondly, in the study, the EWS value was calculated only based on parameters at the time of admission to the hospital emergency department, without recording parameter changes during the hospital stay. Thirdly, the primary outcome measure was in-hospital mortality, assuming that all patients who were discharged did not die. Despite these limitations, we made every effort to ensure the study had high-quality results.

5. Conclusions

REMS was the most accurate scoring system, characterised by the highest discriminative power and negative predictive value compared to the other analysed scoring systems. This may stem from the fact that REMS is the only scale whose parameters include the patient's age and MAP. In the group of patients below 65 years of age, NEWS and REMS were the most effective in predicting mortality in COVID-19 patients, while in the group of patients aged 65 years and above, NEWS and SEWS had the highest predictive value. Despite MEWS being used in many hospitals during the pandemic in Poland, it is not suitable for COVID-19 patients, as its performance and prognostic value in predicting mortality are inferior to other early warning scales. Incorporating these tools into clinical practice in the hospital emergency department could provide more effective assessment of mortality and, consequently, avoid delayed medical assistance.

Author Contributions: Conceptualisation, P.R. and K.Ż.; methodology, P.R. and. S.B.; formal analysis, P.R.; resources, P.R.; data curation, P.R. and S.B.; writing—original draft preparation, P.R. and S.B.; writing—review and editing, P.R., S.B., P.D., A.Z., R.G., K.Ż., M.P. and W.W.; supervision, K.Ż.; project administration, P.R. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: The study protocol was submitted to the Bioethics Committee at the Medical University of Warsaw, which confirmed that the study did not require consent due to its retrospective nature (AKBE/13/2022).

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available on request from the corresponding author.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Hu, B.; Guo, H.; Zhou, P.; Shi, Z.L. Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nat. Rev. Microbiol.* **2021**, *19*, 141–154. [CrossRef]
2. Adil, M.T.; Rahman, R.; Whitelaw, D.; Jain, V.; Al-Taan, O.; Rashid, F.; Munasinghe, A.; Jambulingam, P. SARS-CoV-2 and the pandemic of COVID-19. *Postgrad. Med. J.* **2021**, *97*, 110–116. [CrossRef]
3. Li, Q.; Guan, X.; Wu, P.; Wang, X.; Zhou, L.; Tong, Y.; Ren, R.; Leung, K.S.M.; Lau, E.H.Y.; Wong, J.Y.; et al. Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus-Infected Pneumonia. *N. Engl. J. Med.* **2020**, *382*, 1199–1207. [CrossRef]
4. Meyerowitz, E.A.; Richterman, A.; Gandhi, R.T.; Sax, P.E. Transmission of SARS-CoV-2: A Review of Viral, Host, and Environmental Factors. *Ann. Intern. Med.* **2021**, *174*, 69–79. [CrossRef] [PubMed]
5. Boehm, E.; Kronig, I.; Neher, R.A.; Eckerle, I.; Vetter, P.; Kaiser, L.; Geneva Centre for Emerging Viral Diseases. Novel SARS-CoV-2 variants: The pandemics within the pandemic. *Clin. Microbiol. Infect.* **2021**, *27*, 1109–1117. [CrossRef] [PubMed]
6. Peltan, I.D.; Caldwell, E.; Admon, A.J.; Attia, E.F.; Gundel, S.J.; Mathews, K.S.; Nagrebetsky, A.; Sahetya, S.K.; Ulysse, C.; Brown, S.M.; et al. Characteristics and Outcomes of US Patients Hospitalized With COVID-19. *Am. J. Crit. Care.* **2022**, *31*, 146–157. [CrossRef] [PubMed]
7. Chaudhary, A.; Singh, U.N.; Paudel, P.; Thapa, N.; Khadka, K.; Sah, P.K.; Kamar, S.B.; Joshi, J.; Ansari, K.H.; Tiwari, S.R.; et al. Characteristics and outcomes of hospitalized adults with COVID-19 in Nepal: A multicenter, prospective cohort study. *J. Infect. Dev. Ctries.* **2022**, *16*, 469–477. [CrossRef] [PubMed]
8. Goyal, P.; Reshetnyak, E.; Khan, S.; Musse, M.; Navi, B.B.; Kim, J.; Allen, L.A.; Banerjee, S.; Elkind, M.S.V.; Shah, S.J.; et al. Clinical Characteristics and Outcomes of Adults With a History of Heart Failure Hospitalized for COVID-19. *Circ. Heart Fail.* **2021**, *14*, e008354. [CrossRef] [PubMed]
9. Arabi, Y.M.; Murthy, S.; Webb, S. COVID-19: A novel coronavirus and a novel challenge for critical care. *Intensive Care Med.* **2020**, *46*, 833–836. [CrossRef] [PubMed]
10. Filip, R.; Gheorghita Puscaselu, R.; Anchidin-Norocel, L.; Dimian, M.; Savage, W.K. Global Challenges to Public Health Care Systems during the COVID-19 Pandemic: A Review of Pandemic Measures and Problems. *J. Pers. Med.* **2022**, *12*, 1295. [CrossRef]
11. Zhang, H. Challenges and Approaches of the Global Governance of Public Health Under COVID-19. *Front. Public Health* **2021**, *9*, 727214. [CrossRef] [PubMed]
12. Brambilla, A.; Sun, T.Z.; Elshazly, W.; Ghazy, A.; Barach, P.; Lindahl, G.; Capolongo, S. Flexibility during the COVID-19 Pandemic Response: Healthcare Facility Assessment Tools for Resilient Evaluation. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 11478. [CrossRef]
13. Candel, F.J.; Canora, J.; Zapatero, A.; Barba, R.; González Del Castillo, J.; García-Casasola, G.; San-Román, J.; Gil-Prieto, R.; Barreiro, P.; Fragiel, M.; et al. Temporary hospitals in times of the COVID pandemic. An example and a practical view. *Rev. Esp. Quimioter.* **2021**, *34*, 280–288. [CrossRef]
14. Campos, A.T.; Dos Santos, C.H.; Gabriel, G.T.; Montevechi, J.A.B. Safety assessment for temporary hospitals during the COVID-19 pandemic: A simulation approach. *Saf. Sci.* **2022**, *147*, 105642. [CrossRef] [PubMed]
15. Hu, H.; Yao, N.; Qiu, Y. Predictive Value of 5 Early Warning Scores for Critical COVID-19 Patients. *Disaster Med. Public Health Prep.* **2022**, *16*, 232–239. [CrossRef] [PubMed]
16. Myrstad, M.; Ihle-Hansen, H.; Tveita, A.A.; Andersen, E.L.; Nygård, S.; Tveit, A.; Berge, T. National Early Warning Score 2 (NEWS2) on admission predicts severe disease and in-hospital mortality from COVID-19—A prospective cohort study. *Scand. J. Trauma. Resusc. Emerg. Med.* **2020**, *28*, 66. [CrossRef] [PubMed]
17. Aygun, H.; Eraybar, S. The role of emergency department triage early warning score (TREWS) and modified early warning score (MEWS) to predict in-hospital mortality in COVID-19 patients. *Ir. J. Med. Sci.* **2022**, *191*, 997–1003. [CrossRef]
18. Mahmoodpoor, A.; Sanaie, S.; Saghaleini, S.H.; Ostadi, Z.; Hosseini, M.S.; Sheshgelani, N.; Vahedian-Azimi, A.; Samim, A.; Rahimi-Bashar, F. Prognostic value of National Early Warning Score and Modified Early Warning Score on intensive care unit readmission and mortality: A prospective observational study. *Front. Med.* **2022**, *9*, 938005. [CrossRef]
19. Aygun, H.; Eraybar, S.; Ozdemir, F.; Armagan, E. Predictive Value of Modified Early Warning Scoring System for Identifying Critical Patients with Malignancy in Emergency Department. *Arch. Iran. Med.* **2020**, *23*, 536–541. [CrossRef]
20. Fried, S.; Bar-Shai, A.; Frydman, S.; Freund, O. Transition of care interventions to manage severe COVID-19 in the ambulatory setting: A systematic review. *Intern. Emerg. Med.* **2023**. [CrossRef]
21. Chang, S.H.; Hsieh, C.H.; Weng, Y.M.; Hsieh, M.S.; Goh, Z.N.L.; Chen, H.Y.; Chang, T.; Ng, C.J.; Seak, J.C.; Seak, C.K.; et al. Performance Assessment of the Mortality in Emergency Department Sepsis Score, Modified Early Warning Score, Rapid Emergency Medicine Score, and Rapid Acute Physiology Score in Predicting Survival Outcomes of Adult Renal Abscess Patients in the Emergency Department. *Biomed Res. Int.* **2018**, *2018*, 6983568. [CrossRef]
22. Zaidi, H.; Bader-El-Den, M.; McNicholas, J. Using the National Early Warning Score (NEWS/NEWS 2) in different intensive care units (ICUs) to predict the discharge location of patients. *BMC Public Health* **2019**, *19*, 1231. [CrossRef]
23. Kivipuro, M.; Tirkkonen, J.; Kontula, T.; Solin, J.; Kalliomäki, J.; Pauniaho, S.L.; Huhtala, H.; Yli-Hankala, A.; Hoppu, S. National early warning score (NEWS) in a Finnish multidisciplinary emergency department and direct vs. late admission to intensive care. *Resuscitation* **2018**, *128*, 164–169. [CrossRef]

24. Day, T.; Oxton, J. The National Early Warning Score in practice: A reflection. *Br. J. Nurs.* **2014**, *23*, 1036–1040. [CrossRef]
25. Paterson, R.; MacLeod, D.C.; Thetford, D.; Beattie, A.; Graham, C.; Lam, S.; Bell, D. Prediction of in-hospital mortality and length of stay using an early warning scoring system: Clinical audit. *Clin. Med.* **2006**, *6*, 281–284. [CrossRef] [PubMed]
26. Bidari, A.; Talachian, E. Rapid Emergency Medicine Score (REMS) As a Predictor of Early Mortality in the Setting of Emergency Department. *Iran. J. Med. Sci.* **2022**, *47*, 81–82. [CrossRef]
27. Özdemir, S.; Akça, H.Ş.; Algın, A.; Altunok, İ.; Eroğlu, S.E. Effectiveness of the rapid emergency medicine score and the rapid acute physiology score in prognosticating mortality in patients presenting to the emergency department with COVID-19 symptoms. *Am. J. Emerg. Med.* **2021**, *49*, 259–264. [CrossRef] [PubMed]
28. Ochani, R.; Asad, A.; Yasmin, F.; Shaikh, S.; Khalid, H.; Batra, S.; Sohail, M.R.; Mahmood, S.F.; Ochani, R.; Hussham Arshad, M.; et al. COVID-19 pandemic: From origins to outcomes. A comprehensive review of viral pathogenesis, clinical manifestations, diagnostic evaluation, and management. *Infez. Med.* **2021**, *29*, 20–36. [PubMed]
29. Leither, L.M.; Buckel, W.; Brown, S.M. Care of the Seriously Ill Patient with SARS-CoV-2. *Med. Clin. N. Am.* **2022**, *106*, 949–960. [CrossRef] [PubMed]
30. Mukherjee, S.; Ray, S.K. Third Wave of the COVID-19 Pandemic: Prominence of Initial Public Health Interference. *Infect. Disord. Drug Targets* **2022**, *22*, e080222200919. [CrossRef] [PubMed]
31. Deana, C.; Rovida, S.; Orso, D.; Bove, T.; Bassi, F.; De Monte, A.; Vetrugno, L. Learning from the Italian experience during COVID-19 pandemic waves: Be prepared and mind some crucial aspects. *Acta Biomed.* **2021**, *92*, e2021097. [CrossRef]
32. Zhang, J.J.; Dong, X.; Liu, G.H.; Gao, Y.D. Risk and Protective Factors for COVID-19 Morbidity, Severity, and Mortality. *Clin. Rev. Allergy Immunol.* **2023**, *64*, 90–107. [CrossRef] [PubMed]
33. López-Pérez, C.A.; Santa Cruz-Pavlovich, F.J.; Montiel-Cortés, J.E.; Núñez-Muratalla, A.; Morán-González, R.B.; Villanueva-Gaona, R.; Franco-Mojica, X.; Moreno-Sandoval, D.G.; González-Bañuelos, J.A.; López-Pérez, A.U.; et al. Risk Factors for Mortality of Hospitalized Adult Patients with COVID-19 Pneumonia: A Two-Year Cohort Study in a Private Tertiary Care Center in Mexico. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2023**, *20*, 4450. [CrossRef] [PubMed]
34. Long, B.; Carius, B.M.; Chavez, S.; Liang, S.Y.; Brady, W.J.; Koyfman, A.; Gottlieb, M. Clinical update on COVID-19 for the emergency clinician: Presentation and evaluation. *Am. J. Emerg. Med.* **2022**, *54*, 46–57. [CrossRef] [PubMed]
35. Wang, D.; Hu, B.; Hu, C.; Zhu, F.; Liu, X.; Zhang, J.; Wang, B.; Xiang, H.; Cheng, Z.; Xiong, Y.; et al. Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA* **2020**, *323*, 1061–1069. [CrossRef] [PubMed]
36. Liang, W.; Guan, W.; Chen, R.; Wang, W.; Li, J.; Xu, K.; Li, C.; Ai, Q.; Lu, W.; Liang, H.; et al. Cancer patients in SARS-CoV-2 infection: A nationwide analysis in China. *Lancet Oncol.* **2020**, *21*, 335–337. [CrossRef]
37. Wang, L.; Li, X.; Chen, H.; Yan, S.; Li, D.; Li, Y.; Gong, Z. Coronavirus Disease 19 Infection Does Not Result in Acute Kidney Injury: An Analysis of 116 Hospitalized Patients from Wuhan, China. *Am. J. Nephrol.* **2020**, *51*, 343–348. [CrossRef]
38. Sami, R.; Hajian, M.R.; Amra, B.; Soltaninejad, F.; Mansourian, M.; Mirfendereski, S.; Sadegh, R.; Khademi, N.; Jalali, S.; Shokri-Mashhadi, N. Risk Factors for the Mortality in Hospitalized Patients with COVID-19: A Brief Report. *Iran. J. Med. Sci.* **2021**, *46*, 487–492. [CrossRef]
39. Karasneh, R.A.; Khassawneh, B.Y.; Al-Azzam, S.; Al-Mistarehi, A.H.; Lattyak, W.J.; Aldiab, M.; Kabbaha, S.; Hasan, S.S.; Conway, B.R.; Aldeyab, M.A. Risk Factors Associated with Mortality in COVID-19 Hospitalized Patients: Data from the Middle East. *Int. J. Clin. Pract.* **2022**, *2022*, 9617319. [CrossRef]
40. Riziki Ghislain, M.; Muzumbukilwa, W.T.; Magula, N. Risk factors for death in hospitalized COVID-19 patients in Africa: A systematic review and meta-analysis. *Medicine* **2023**, *102*, e34405. [CrossRef] [PubMed]
41. O'Leary, A.L.; Wattengel, B.A.; Carter, M.T.; Drye, A.F.; Mergenhagen, K.A. Risk factors associated with mortality in hospitalized patients with laboratory confirmed SARS-CoV-2 infection during the period of omicron (B.1.1.529) variant predominance. *Am. J. Infect. Control* **2022**, *51*, 603–606. [CrossRef] [PubMed]
42. Chilamakuri, R.; Agarwal, S. COVID-19: Characteristics and Therapeutics. *Cells* **2021**, *10*, 206. [CrossRef] [PubMed]
43. Liu, Q.; Xu, K.; Wang, X.; Wang, W. From SARS to COVID-19: What lessons have we learned? *J. Infect. Public Health* **2020**, *13*, 1611–1618. [CrossRef] [PubMed]
44. van Halem, K.; Bruyndonckx, R.; van der Hilst, J.; Cox, J.; Driesen, P.; Opsomer, M.; Van Steenkiste, E.; Stessel, B.; Dubois, J.; Messiaen, P. Risk factors for mortality in hospitalized patients with COVID-19 at the start of the pandemic in Belgium: A retrospective cohort study. *BMC Infect. Dis.* **2020**, *20*, 897. [CrossRef]
45. Díaz-Vélez, C.; Urrunaga-Pastor, D.; Romero-Cerdán, A.; Peña-Sánchez, E.R.; Fernández Mogollon, J.L.; Cossio Chafloque, J.D.; Marreros Ascoy, G.C.; Benites-Zapata, V.A. Risk factors for mortality in hospitalized patients with COVID-19 from three hospitals in Peru: A retrospective cohort study. *F1000Research* **2021**, *10*, 224. [CrossRef] [PubMed]
46. Soto, A.; Quiñones-Laveriano, D.M.; Azañero, J.; Chumpitaz, R.; Claros, J.; Salazar, L.; Rosales, O.; Nuñez, L.; Roca, D.; Alcantara, A. Mortality and associated risk factors in patients hospitalized due to COVID-19 in a Peruvian reference hospital. *PLoS ONE* **2022**, *17*, e0264789. [CrossRef] [PubMed]
47. Hanh, D.L.M.; Hao, P.T.; Oanh, D.T.T.; Tho, N.V. Risk Factors Related to the Death of Admitted COVID-19 Patients: A Buffalo Study. *Open Respir. Med. J.* **2023**, *17*, e187430642302200. [CrossRef] [PubMed]
48. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Available online: https://covid19.who.int/ (accessed on 14 July 2023).

49. Rentsch, C.T.; Kidwai-Khan, F.; Tate, J.P.; Park, L.S.; King, J.T., Jr.; Skanderson, M.; Hauser, R.G.; Schultze, A.; Jarvis, C.I.; Holodniy, M.; et al. Patterns of COVID-19 testing and mortality by race and ethnicity among United States veterans: A nationwide cohort study. *PLoS Med.* **2020**, *17*, e1003379. [CrossRef]
50. Olivas-Martínez, A.; Cárdenas-Fragoso, J.L.; Jiménez, J.V.; Lozano-Cruz, O.A.; Ortiz-Brizuela, E.; Tovar-Méndez, V.H.; Medrano-Borromeo, C.; Martínez-Valenzuela, A.; Román-Montes, C.M.; Martínez-Guerra, B.; et al. In-hospital mortality from severe COVID-19 in a tertiary care center in Mexico City; causes of death, risk factors and the impact of hospital saturation. *PLoS ONE.* **2021**, *16*, e0245772. [CrossRef]
51. Martín-Rodríguez, F.; Martín-Conty, J.L.; Sanz-García, A.; Rodríguez, V.C.; Rabbione, G.O.; Cebrían Ruíz, I.; Oliva Ramos, J.R.; Castro Portillo, E.; Polonio-López, B.; Enríquez de Salamanca Gambarra, R.; et al. Early Warning Scores in Patients with Suspected COVID-19 Infection in Emergency Departments. *J. Pers. Med.* **2021**, *11*, 170. [CrossRef]
52. Ruangsomboon, O.; Phanprasert, N.; Jirathanavichai, S.; Puchongmart, C.; Boonmee, P.; Thirawattanasoot, N.; Dorongthom, T.; Praphruetkit, N.; Monsomboon, A. The utility of the Rapid Emergency Medicine Score (REMS) compared with three other early warning scores in predicting in-hospital mortality among COVID-19 patients in the emergency department: A multicenter validation study. *BMC Emerg. Med.* **2023**, *23*, 45. [CrossRef]
53. Bourn, S.S.; Crowe, R.P.; Fernandez, A.R.; Matt, S.E.; Brown, A.L.; Hawthorn, A.B.; Myers, J.B. Initial prehospital Rapid Emergency Medicine Score (REMS) to predict outcomes for COVID-19 patients. *J. Am. Coll. Emerg. Physicians Open* **2021**, *2*, e12483. [CrossRef]
54. Nam, J.H.; Park, J.I.; Kim, B.J.; Kim, H.T.; Lee, J.H.; Lee, C.H.; Son, J.W.; Kim, U.; Park, J.S.; Shin, D.G.; et al. Clinical impact of blood pressure variability in patients with COVID-19 and hypertension. *Blood Press. Monit.* **2021**, *26*, 348–356. [CrossRef]
55. Wei, S.; Xiong, D.; Wang, J.; Liang, X.; Wang, J.; Chen, Y. The accuracy of the National Early Warning Score 2 in predicting early death in prehospital and emergency department settings: A systematic review and meta-analysis. *Ann. Transl. Med.* **2023**, *11*, 95. [CrossRef]
56. Ying, Y.; Huang, B.; Zhu, Y.; Jiang, X.; Dong, J.; Ding, Y.; Wang, L.; Yuan, H.; Jiang, P. Comparison of Five Triage Tools for Identifying Mortality Risk and Injury Severity of Multiple Trauma Patients Admitted to the Emergency Department in the Daytime and Nighttime: A Retrospective Study. *Appl. Bionics Biomech.* **2022**, *2022*, 9368920. [CrossRef]
57. Kostakis, I.; Smith, G.B.; Prytherch, D.; Meredith, P.; Price, C.; Chauhan, A.; Portsmouth Academic ConsortIum For Investigating COVID-19 (PACIFIC-19). The performance of the National Early Warning Score and National Early Warning Score 2 in hospitalised patients infected by the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2). *Resuscitation* **2021**, *159*, 150–157. [CrossRef]
58. Wu, C.; Chen, X.; Cai, Y.; Xia, J.; Zhou, X.; Xu, S.; Huang, H.; Zhang, L.; Zhou, X.; Du, C.; et al. Risk Factors Associated With Acute Respiratory Distress Syndrome and Death in Patients With Coronavirus Disease 2019 Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA Intern. Med.* **2020**, *180*, 934–943. [CrossRef]
59. Feng, Y.; Ling, Y.; Bai, T.; Xie, Y.; Huang, J.; Li, J.; Xiong, W.; Yang, D.; Chen, R.; Lu, F.; et al. COVID-19 with Different Severities: A Multicenter Study of Clinical Features. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* **2020**, *201*, 1380–1388. [CrossRef] [PubMed]
60. Pijls, B.G.; Jolani, S.; Atherley, A.; Derckx, R.T.; Dijkstra, J.I.R.; Franssen, G.H.L.; Hendriks, S.; Richters, A.; Venemans-Jellema, A.; Zalpuri, S.; et al. Demographic risk factors for COVID-19 infection, severity, ICU admission and death: A meta-analysis of 59 studies. *BMJ Open* **2021**, *11*, e044640. [CrossRef] [PubMed]
61. Su, Y.; Ju, M.J.; Xie, R.C.; Yu, S.J.; Zheng, J.L.; Ma, G.G.; Liu, K.; Ma, J.F.; Yu, K.H.; Tu, G.W.; et al. Prognostic Accuracy of Early Warning Scores for Clinical Deterioration in Patients With COVID-19. *Front. Med.* **2021**, *7*, 624255. [CrossRef] [PubMed]

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

BIBLIOGRAFIA

1. Golinowska S, Zabdyr-Jamroz M. Zarządzanie kryzysem zdrowotnym w pierwszym półroczu pandemii COVID-19. Analiza porównawcza na podstawie opinii ekspertów z wybranych krajów. Publiczne i Zarządzanie 2020; 18: 1-31.
2. Hu B, Guo H, Zhou P, Shi ZL. Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. Nat Rev Microbiol. 2022;20(5):315. doi: 10.1038/s41579-022-00711-2.
3. Adil MT, Rahman R, Whitelaw D, Jain V, Al-Taan O, Rashid F, Munasinghe A, Jambulingam P. SARS-CoV-2 and the pandemic of COVID-19. Postgrad Med J. 2021;97(1144):110-116. doi: 10.1136/postgradmedj-2020-138386.
4. Tabibzadeh A, Esghaei M, Soltani S, Yousefi P, Taherizadeh M, Safarnezhad Tameshkel F, Golahdooz M, Panahi M, Ajdarkosh H, Zamani F, Karbalaie Niya MH. Evolutionary study of COVID-19, severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) as an emerging coronavirus: Phylogenetic analysis and literature review. Vet Med Sci. 2021;7(2):559-571. doi: 10.1002/vms3.394.
5. Gujski M, Raciborski F, Jankowski M, Nowicka PM, Rakocy K, Pinkas J. Epidemiological Analysis of the First 1389 Cases of COVID-19 in Poland: A Preliminary Report. Med Sci Monit. 2020;26:e924702. doi: 10.12659/MSM.924702.
6. Hussain B, Wu C. Evolutionary and Phylogenetic Dynamics of SARS-CoV-2 Variants: A Genetic Comparative Study of Taiyuan and Wuhan Cities of China. Viruses. 2024;16(6):907. doi: 10.3390/v16060907.
7. Rabaan AA, Al-Ahmed SH, Haque S, Sah R, Tiwari R, Malik YS, Dhama K, Yatoo MI, Bonilla-Aldana DK, Rodriguez-Morales AJ. SARS-CoV-2, SARS-CoV, and MERS-COV: A comparative overview. Infez Med. 2020 Ahead Of Print;28(2):174-184.
8. Abdelrahman Z, Li M, Wang X. Comparative Review of SARS-CoV-2, SARS-CoV, MERS-CoV, and Influenza A Respiratory Viruses. Front Immunol. 2020;11:552909. doi: 10.3389/fimmu.2020.552909.
9. Abdolmaleki G, Taheri MA, Paridehpour S, Mohammadi NM, Tabatabaei YA, Mousavi T, Amin M. A comparison between SARS-CoV-1 and SARS-CoV2: an update on current COVID-19 vaccines. Daru. 2022;30(2):379-406. doi: 10.1007/s40199-022-00446-8.
10. Oran DP, Topol EJ. Prevalence of Asymptomatic SARS-CoV-2 Infection : A Narrative Review. Ann Intern Med. 2020;173(5):362-367. doi: 10.7326/M20-3012.

11. Meyerowitz EA, Richterman A, Gandhi RT, et al. Transmission of SARS-CoV-2: A Review of Viral, Host, and Environmental Factors. Ann Intern Med. 2021;174(1):69-79. doi: 10.7326/M20-5008.
12. Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72 314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention. JAMA. 2020;323(13):1239-1242. doi: 10.1001/jama.2020.2648.
13. Wu J, Li J, Zhu G, Zhang Y, Bi Z, Yu Y, Huang B, Fu S, Tan Y, Sun J, Li X. Clinical Features of Maintenance Hemodialysis Patients with 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. Clin J Am Soc Nephrol. 2020;15(8):1139-1145. doi: 10.2215/CJN.04160320.
14. Liu G, Du C, Du W, You D. The clinical features of severe COVID-19 with respiratory failure: A Chinese single-center retrospective study. Medicine (Baltimore). 2023;102(48):e36110. doi: 10.1097/MD.0000000000036110.
15. Vahabizad F, Togha M, Ariyanfar S, Fattahi MR, Haghighi S, Ebadi Z, Ahmadi Karvigh S, Heidari S, Shafaei M, Ashraf H, Haddadi A, Talebpour M, Safaei A, Asefi H. Clinical characteristics of 365 hospitalized COVID-19 patients with neurological symptoms: an observational study. Acta Neurol Belg. 2023;123(5):1805-1811. doi: 10.1007/s13760-022-02027-7.
16. Gholinataj Jelodar M, Nadershahbaz M, Mirzaei S, Montazerolhodjah M, Saghafi F. Clinical and imaging features of patients with COVID-19 in a double-center cohort study. J Infect Dev Ctries. 2024;18(3):337-349. doi: 10.3855/jidc.17817.
17. Centers for Disease Control and Prevention. Symptoms of COVID-19. Available online: https://www.cdc.gov/covid/signs-symptoms/?CDC_AAref_Val=https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/symptoms-testing/symptoms.html (accessed on 10 June 2024).
18. Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, Qiu Y, Wang J, Liu Y, Wei Y, Xia J, Yu T, Zhang X, Zhang L. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. Lancet. 2020;395(10223):507-513. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30211-7.
19. Onder G, Rezza G, Brusaferro S. Case-Fatality Rate and Characteristics of Patients Dying in Relation to COVID-19 in Italy. JAMA. 2020;323(18):1775-1776. doi: 10.1001/jama.2020.4683.
20. Peckham H, de Gruijter NM, Raine C, Radziszewska A, Ciurtin C, Wedderburn LR, Rosser EC, Webb K, Deakin CT. Male sex identified by global COVID-19 meta-

analysis as a risk factor for death and ITU admission. Nat Commun. 2020;11(1):6317. doi: 10.1038/s41467-020-19741-6.

21. Zhou F, Yu T, Du R, Fan G, Liu Y, Liu Z, Xiang J, Wang Y, Song B, Gu X, Guan L, Wei Y, Li H, Wu X, Xu J, Tu S, Zhang Y, Chen H, Cao B. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. Lancet. 2020;395(10229):1054-1062. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30566-3.
22. Lowe KE, Zein J, Hatipoglu U, Attaway A. Association of Smoking and Cumulative Pack-Year Exposure With COVID-19 Outcomes in the Cleveland Clinic COVID-19 Registry. JAMA Intern Med. 2021;181(5):709-711. doi: 10.1001/jamainternmed.2020.8360.
23. Xie NN, Zhang WC, Chen J, Tian FB, Song JX. Clinical Characteristics, Diagnosis, and Therapeutics of COVID-19: A Review. Curr Med Sci. 2023;43(6):1066-1074. doi: 10.1007/s11596-023-2797-3.
24. Wen Y, Hu XD. Comment on: Clinical Characteristics, Diagnosis, and Treatments for COVID-19. Curr Med Sci. 2024;44(3):667-668. doi: 10.1007/s11596-024-2897-8.
25. Yue J, Cao J, Liu L, Yin L, Li M. Clinical characteristics of 4,520 paediatric patients infected with the SARS-CoV-2 omicron variant, in Xi'an, China. Front Pediatr. 2024;12:1325562. doi: 10.3389/fped.2024.1325562.
26. Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, Qiu Y, Wang J, Liu Y, Wei Y, Xia J, Yu T, Zhang X, Zhang L. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. Lancet. 2020;395(10223):507-513. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30211-7.
27. Pan F, Zheng C, Ye T, Li L, Liu D, Li L, Hesketh RL, Yang L. Different computed tomography patterns of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) between survivors and non-survivors. Sci Rep. 2020;10(1):11336. doi: 10.1038/s41598-020-68057-4.
28. Ye Z, Zhang Y, Wang Y, Huang Z, Song B. Chest CT manifestations of new coronavirus disease 2019 (COVID-19): A pictorial review. Eur Radiol. 2020;30(8):4381-4389. doi:10.1007/s00330-020-06801-0
29. Klok FA, Kruip MJHA, van der Meer NJM, Arbous MS, Gommers DAMPJ, Kant KM, Kaptein FHJ, van Paassen J, Stals MAM, Huisman MV, Endeman H. Incidence of thrombotic complications in critically ill ICU patients with COVID-19. Thromb Res. 2020;191:145-147. doi: 10.1016/j.thromres.2020.04.013.

30. Moll M, Zon RL, Sylvester KW, Chen EC, Cheng V, Connell NT, Fredenburgh LE, Baron RM, Cho MH, Woolley AE, Connors JM. VTE in ICU Patients With COVID-19. Chest. 2020;158(5):2130-2135. doi: 10.1016/j.chest.2020.07.031.
31. Liotta EM, Batra A, Clark JR, Shlobin NA, Hoffman SC, Orban ZS, Koralnik IJ. Frequent neurologic manifestations and encephalopathy-associated morbidity in Covid-19 patients. Ann Clin Transl Neurol. 2020;7(11):2221-2230. doi: 10.1002/acn3.51210.
32. Martínez-Mata LA, Ledesma-Ramírez SA, Ramos-Ramos X. Características clínicas de la pericarditis en pacientes con SARS-CoV-2 [Clinical features of pericarditis in patients with SARS-CoV-2]. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2023;61(Suppl 2):S269-S274.
33. Gao YD, Ding M, Dong X, Zhang JJ, Kursat Azkur A, Azkur D, Gan H, Sun YL, Fu W, Li W, Liang HL, Cao YY, Yan Q, Cao C, Gao HY, Brüggen MC, van de Veen W, Sokolowska M, Akdis M, Akdis CA. Risk factors for severe and critically ill COVID-19 patients: A review. Allergy. 2021;76(2):428-455. doi: 10.1111/all.14657.
34. Zhang JJ, Dong X, Liu GH, Gao YD. Risk and Protective Factors for COVID-19 Morbidity, Severity, and Mortality. Clin Rev Allergy Immunol. 2023;64(1):90-107. doi: 10.1007/s12016-022-08921-5.
35. Hernández JL, Nan D, Fernandez-Ayala M, García-Unzueta M, Hernández-Hernández MA, López-Hoyos M, Muñoz-Cacho P, Olmos JM, Gutiérrez-Cuadra M, Ruiz-Cubillán JJ, Crespo J, Martínez-Taboada VM. Vitamin D Status in Hospitalized Patients with SARS-CoV-2 Infection. J Clin Endocrinol Metab. 2021;106(3):e1343-e1353. doi: 10.1210/clinem/dgaa733.
36. Hu H, Yao N, Qiu Y. Predictive Value of 5 Early Warning Scores for Critical COVID-19 Patients. Disaster Med Public Health Prep. 2022;16(1):232-239. doi: 10.1017/dmp.2020.324.
37. Aygun H, Eraybar S. The role of emergency department triage early warning score (TREWS) and modified early warning score (MEWS) to predict in-hospital mortality in COVID-19 patients. Ir J Med Sci. 2022;191(3):997-1003. doi: 10.1007/s11845-021-02696-y.
38. Wang L, Lv Q, Zhang X, Jiang B, Liu E, Xiao C, Yu X, Yang C, Chen L. The utility of MEWS for predicting the mortality in the elderly adults with COVID-19: a retrospective cohort study with comparison to other predictive clinical scores. PeerJ. 2020;8:e10018. doi: 10.7717/peerj.10018.
39. Mahmoodpoor A, Sanaie S, Saghaleini SH, Ostadi Z, Hosseini MS, Sheshgelani N, Vahedian-Azimi A, Samim A, Rahimi-Bashar F. Prognostic value of National Early Warning Score and Modified Early Warning Score on intensive care unit readmission

and mortality: A prospective observational study. Front Med (Lausanne). 2022;9:938005. doi: 10.3389/fmed.2022.938005.

40. Aygun H, Eraybar S, Ozdemir F, Armagan E. Predictive Value of Modified Early Warning Scoring System for Identifying Critical Patients with Malignancy in Emergency Department. Arch Iran Med. 2020;23(8):536-541. doi: 10.34172/aim.2020.56.
41. Kamal M, Hasan SMT, Sarmin M, Das S, Shahrin L, Faruque ASG, Chisti MJ, Ahmed T. Prognostic accuracy of early warning scores for predicting serious illness and in-hospital mortality in patients with COVID-19. PLOS Glob Public Health. 2024;4(3):e0002438. doi: 10.1371/journal.pgph.0002438.
42. Tsai W, Chen C, Jo SY, Hsiao CH, Chien DK, Chang WH, Chen TH. Evaluation of Early Warning Scores on In-Hospital Mortality in COVID-19 Patients: A Tertiary Hospital Study from Taiwan. Medicina (Kaunas). 2023;59(3):464. doi: 10.3390/medicina59030464.
43. Aygun H, Eraybar S. The role of emergency department triage early warning score (TREWS) and modified early warning score (MEWS) to predict in-hospital mortality in COVID-19 patients. Ir J Med Sci. 2022;191(3):997-1003. doi: 10.1007/s11845-021-02696-y.
44. Mahmoodpoor A, Sanaie S, Saghaleini SH, et al. Prognostic value of National Early Warning Score and Modified Early Warning Score on intensive care unit readmission and mortality: A prospective observational study. Front Med (Lausanne). 2022;9:938005. doi: 10.3389/fmed.2022.938005.
45. World Health Organization Emergency use ICD codes for COVID-19 disease outbreak. https://www.who.int/classifications/classification-of-diseases/emergency-use-icd-codes-for-covid-19-disease-outbreak, Available from: Accessed March 28, 2024.

OPINIA KOMISJI BIOETYCZNEJ

Komisja Bioetyczna
przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym

Tel.: 022/ 57 - 20 -303
Fax: 022/ 57 - 20 -165

ul. Żwirki i Wigury nr 61
02-091 Warszawa

e-mail: komisja.bioetyczna@wum.edu.pl
www.komisja-bioetyczna.wum.edu.pl

Warszawa, dnia 17 stycznia 2022r.

AKBE/ 13 / 2022

Dr hab. n. med. i n. o zdr. Patryk Rzońca
Zakład Anatomii Człowieka
ul .Chałubińskiego 5,
02-004 Warszawa

OŚWIADCZENIE

Niniejszym oświadczam, że Komisja Bioetyczna przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym w dniu 17 stycznia 2022r. przyjęła do wiadomości informację na temat badania pt„ „Hospitalizacja pacjentów zakażonych wirusem SARS-COV-2 w Polsce-analiza retrospektywna." Przedstawione badanie nie stanowi eksperymentu medycznego w rozumieniu art. 21 ust. 1 ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentysty(Dz.U. z 2018 r. poz. 617) i nie wymaga uzyskania opinii Komisji Bioetycznej przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym, o której mowa w art. 29 ust.1 ww. ustawy.

Przewodnicząca Komisji Bioetycznej

Prof. dr hab. n. med. Magdalena Kuźma –Kozakiewicz

OŚWIADCZENIA WSPÓŁAUTORÓW PUBLIKACJI

Warszawa, 19.09.2024

Dr n. med. Artur Zaczyński
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Analysis of Risk Factors for In-Hospital Death Due to COVID-19 in Patients Hospitalised at the Temporary Hospital Located at the National Stadium in Warsaw: A Retrospective Analysis*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: pozyskiwaniu bazy danych, pisaniu, recenzji i edycji ostatecznej wersji publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 60%, obejmował on: przygotowanie koncepcji badań, opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

Dr n. med. ARTUR ZACZYŃSKI
Specjalista neurochirurg
1556940

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

lek. Michał Hampel
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Analysis of Risk Factors for In-Hospital Death Due to COVID-19 in Patients Hospitalised at the Temporary Hospital Located at the National Stadium in Warsaw: A Retrospective Analysis*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: pisaniu, recenzji i edycji ostatecznej wersji publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 60%, obejmował on: przygotowanie koncepcji badań, opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

Michał Hampel
.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

lek. Igor Pańkowski
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Analysis of Risk Factors for In-Hospital Death Due to COVID-19 in Patients Hospitalised at the Temporary Hospital Located at the National Stadium in Warsaw: A Retrospective Analysis*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: pisaniu, recenzji i edycji ostatecznej wersji publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 60%, obejmował on: przygotowanie koncepcji badań, opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Prof. dr hab. n. med. i n. o zdr. Robert Gałązkowski
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Analysis of Risk Factors for In-Hospital Death Due to COVID-19 in Patients Hospitalised at the Temporary Hospital Located at the National Stadium in Warsaw: A Retrospective Analysis*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: pisaniu, recenzji i edycji ostatecznej wersji publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 60%, obejmował on: przygotowanie koncepcji badań, opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Dr hab. n. med. i n. o zdr. Patryk Rzońca
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Analysis of Risk Factors for In-Hospital Death Due to COVID-19 in Patients Hospitalised at the Temporary Hospital Located at the National Stadium in Warsaw: A Retrospective Analysis*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: przygotowaniu projektu badań, opracowaniu założeń metodologicznych, wykonaniu analizy statystycznej, pisaniu, recenzji i edycji ostatecznej wersji publikacji oraz nadzorowaniu prac. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 20%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 60%, obejmował on: przygotowanie koncepcji badań, opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

Patryk Rzońca
.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Dr n. med. Artur Zaczyński
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. *„Retrospective Study to Identify Risk Factors for Severe Disease and Mortality Using the Modified Early Warning Score in 5127 Patients with COVID-19 Admitted to an Emergency Department in Poland Between March 2020 and April 2021"* oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: pozyskiwaniu bazy danych. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: przygotowanie koncepcji i projektu badań, opracowanie założeń metodologicznych, wyszukiwanie piśmiennictwa, zbieranie danych, interpretację uzyskanych wyników, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

Dr n. med. ARTUR ZACZYŃSKI
Specjalista neurochirurg
1556940

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

lek. Igor Pańkowski
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Retrospective Study to Identify Risk Factors for Severe Disease and Mortality Using the Modified Early Warning Score in 5127 Patients with COVID-19 Admitted to an Emergency Department in Poland Between March 2020 and April 2021*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: pozyskiwaniu bazy danych. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: przygotowanie koncepcji i projektu badań, opracowanie założeń metodologicznych, wyszukiwanie piśmiennictwa, zbieranie danych, interpretację uzyskanych wyników, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

.....
(podpis oświadczającego)

Lublin, 19.09.2024

lek. Piotr Tomaka
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Retrospective Study to Identify Risk Factors for Severe Disease and Mortality Using the Modified Early Warning Score in 5127 Patients with COVID-19 Admitted to an Emergency Department in Poland Between March 2020 and April 2021*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: poszukiwaniu piśmiennictwa i interpretacji uzyskanych wyników. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: przygotowanie koncepcji i projektu badań, opracowanie założeń metodologicznych, wyszukiwanie piśmiennictwa, zbieranie danych, interpretację uzyskanych wyników, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

PODPIS ZAUFANY
PIOTR
TOMAKA
19.09.2024 18:58:43 (GMT+2)
Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Dr hab. n. med. i n. o zdr. Ewa Rzońca
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Retrospective Study to Identify Risk Factors for Severe Disease and Mortality Using the Modified Early Warning Score in 5127 Patients with COVID-19 Admitted to an Emergency Department in Poland Between March 2020 and April 2021*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: wyszukiwaniu piśmiennictwa i interpretacji uzyskanych wyników. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: przygotowanie koncepcji i projektu badań, opracowanie założeń metodologicznych, wyszukiwanie piśmiennictwa, zbieranie danych, interpretację uzyskanych wyników, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

.....Ewa Rzońca.....
(podpis oświadczającego)

Gdańsk, 19.09.2024

Dr n. o zdr. Daniel Ślęzak
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Retrospective Study to Identify Risk Factors for Severe Disease and Mortality Using the Modified Early Warning Score in 5127 Patients with COVID-19 Admitted to an Emergency Department in Poland Between March 2020 and April 2021*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: poszukiwaniu piśmiennictwa oraz opracowaniu ostatecznej wersji publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: przygotowanie koncepcji i projektu badań, opracowanie założeń metodologicznych, wyszukiwanie piśmiennictwa, zbieranie danych, interpretację uzyskanych wyników, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

PODPIS ZAUFANY
DANIEL
ŚLĘZAK
27.09.2024 15:08:16 [GMT+2]
Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Dr n. o zdr. Marcin Podgórski
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Retrospective Study to Identify Risk Factors for Severe Disease and Mortality Using the Modified Early Warning Score in 5127 Patients with COVID-19 Admitted to an Emergency Department in Poland Between March 2020 and April 2021*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: interpretacji uzyskanych wyników. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: przygotowanie koncepcji i projektu badań, opracowanie założeń metodologicznych, wyszukiwanie piśmiennictwa, zbieranie danych, interpretację uzyskanych wyników, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Prof. dr hab. n. med. i n. o zdr. Robert Gałązkowski
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Retrospective Study to Identify Risk Factors for Severe Disease and Mortality Using the Modified Early Warning Score in 5127 Patients with COVID-19 Admitted to an Emergency Department in Poland Between March 2020 and April 2021*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: poszukiwaniu piśmiennictwa i interpretacji uzyskanych wyników. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: przygotowanie koncepcji i projektu badań, opracowanie założeń metodologicznych, wyszukiwanie piśmiennictwa, zbieranie danych, interpretację uzyskanych wyników, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

.....
(podpis oświadczającego)

Zielona Góra, 19.09.2024

Dr hab. n. med. Jarosław Hiczkiewicz, prof. UZ
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. *„Retrospective Study to Identify Risk Factors for Severe Disease and Mortality Using the Modified Early Warning Score in 5127 Patients with COVID-19 Admitted to an Emergency Department in Poland Between March 2020 and April 2021"* oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: interpretacji uzyskanych wyników. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: przygotowanie koncepcji i projektu badań, opracowanie założeń metodologicznych, wyszukiwanie piśmiennictwa, zbieranie danych, interpretację uzyskanych wyników, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Dr hab. n. med. i n. o zdr. Patryk Rzońca
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Retrospective Study to Identify Risk Factors for Severe Disease and Mortality Using the Modified Early Warning Score in 5127 Patients with COVID-19 Admitted to an Emergency Department in Poland Between March 2020 and April 2021*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: przygotowaniu projektu badań, poszukiwaniu piśmiennictwa, pozyskaniu bazy danych, wykonaniu analizy statystycznej, interpretacji danych, przygotowaniu ostatecznej wersji pracy. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 10%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: przygotowanie koncepcji i projektu badań, opracowanie założeń metodologicznych, wyszukiwanie piśmiennictwa, zbieranie danych, interpretację uzyskanych wyników, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

Patryk Rzońca
.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Dr hab. n. med. Paula Dobosz
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Prognostic value of early warning scores in predicting in hospital mortality among COVID-19 patients in an Emergency Department*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: przygotowaniu i zatwierdzeniu ostatecznej wersji publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 80%, obejmował on: przygotowanie koncepcji i projektu pracy, opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

P. Dobosz

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Mgr Anna Tuka
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Prognostic value of early warning scores in predicting in hospital mortality among COVID-19 patients in an Emergency Department*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: wykonaniu analizy statystycznej. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 80%, obejmował on: przygotowanie koncepcji i projektu pracy, opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

A Tuka

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Prof. dr hab. n. med. i n. o zdr. Robert Gałązkowski
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Prognostic value of early warning scores in predicting in hospital mortality among COVID-19 patients in an Emergency Department*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: przygotowaniu i zatwierdzeniu ostatecznej wersji publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 80%, obejmował on: przygotowanie koncepcji i projektu pracy, opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Dr hab. n. med. i n. o zdr. Patryk Rzońca
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Prognostic value of early warning scores in predicting in hospital mortality among COVID-19 patients in an Emergency Department*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: wykonaniu analizy statystycznej i zatwierdzenie ostatecznej wersji publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 80%, obejmował on: przygotowanie koncepcji i projektu pracy, opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

Patryk Rzońca
.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Dr hab. n. med. i n. o zdr. Patryk Rzońca
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Predicting Mortality for COVID-19 Patients Admitted to an Emergency Department Using Early Warning Scores in Poland*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: przygotowaniu projektu badań, opracowaniu założeń metodologicznych, pozyskaniu danych, wykonaniu analizy statystycznej, pisaniu, recenzji i edycji ostatecznej wersji publikacji oraz nadzorowaniu prac. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 20%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

Patryk Rzońca
.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Dr hab. n. med. Paula Dobosz
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Predicting Mortality for COVID-19 Patients Admitted to an Emergency Department Using Early Warning Scores in Poland*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: pisaniu, recenzji i edycji ostatecznej wersji publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

P. Dobosz

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Dr n. med. Artur Zaczyński
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Predicting Mortality for COVID-19 Patients Admitted to an Emergency Department Using Early Warning Scores in Poland*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: pisaniu, recenzji i edycji ostatecznej wersji publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

Dr n. med. ARTUR ZACZYŃSKI
Specjalista neurochirurg
1556940

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Dr n. o zdr. Marcin Podgórski
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Predicting Mortality for COVID-19 Patients Admitted to an Emergency Department Using Early Warning Scores in Poland*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: pisaniu, recenzji i edycji ostatecznej wersji publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Prof. dr hab. n. med. i n. o zdr. Robert Gałązkowski
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Predicting Mortality for COVID-19 Patients Admitted to an Emergency Department Using Early Warning Scores in Poland*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: pisaniu, recenzji i edycji ostatecznej wersji publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Prof. dr hab. n. med. Waldemar Wierzba
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Predicting Mortality for COVID-19 Patients Admitted to an Emergency Department Using Early Warning Scores in Poland*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: pisaniu, recenzji i edycji ostatecznej wersji publikacji. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

.....
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 19.09.2024

Prof. dr hab. n. med. Katarzyna Życińska
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „*Predicting Mortality for COVID-19 Patients Admitted to an Emergency Department Using Early Warning Scores in Poland*" oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi współudział w: pisaniu, recenzji i edycji ostatecznej wersji publikacji oraz nadzorowaniu prac. Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 5%.

Wkład Sławomira Butkiewicza w powstawanie publikacji określam jako 50%, obejmował on: opracowanie założeń metodologicznych, zbieranie i analizę danych, przygotowanie oryginalnego projektu oraz ostatecznej wersji publikacji.

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej Sławomira Butkiewicza.

K. Życińska

.....
(podpis oświadczającego)