

## ARTYKUŁ POGLĄDOWY / REVIEW PAPER

Otrzymano/Submitted: 01.03.2020 • Zaakceptowano/Accepted: 10.03.2020

© Akademia Medycyny

# Symulacja hybrydowa w kształceniu anestezjologów i specjalistów medycyny ratunkowej

## *Hybrid simulation in the medical teaching of anaesthesiologists and emergency medicine specialists*

Krzysztof Karwan<sup>1</sup>, Kamil Radzikowski<sup>2</sup>, Bartłomiej Wódarski<sup>1</sup>, Łukasz Bilski<sup>1</sup>, Piotr Werżanowski<sup>1</sup>, Michał Pirożyński<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centrum Alergologii, Pneumonologii i Medycyny Ratunkowej – Ośrodek Symulacji, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, Warszawa

<sup>2</sup> Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, Warszawa



### Streszczenie

Kompetentny lekarz, specjalista anestezjologii i intensywnej terapii lub medycyny ratunkowej musi posiadać szeroką wiedzę w zakresie leczenia stanów nagłych, umiejętności praktyczne i interpersonalne. Aby je zdobyć, niezbędne jest ciągłe doskonalenie zarówno w warunkach klinicznych, jak i z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi dydaktycznych i technologii. Dziedziną dydaktyki, która pozwala na ćwiczenie wybranych umiejętności oraz weryfikację wiedzy jest symulacja medyczna. Jej funkcjonalności dają możliwość zdobywania doświadczenia bez stwarzania zagrożenia dla prawdziwego pacjenta. Dla zapewnienia wysokiego realizmu nauczania możliwe jest wykorzystanie symulacji hybrydowych. Pozwalają one na doskonalenie wybranych umiejętności z porównywalnym do realnego poziomem trudności oraz w środowisku zbliżonym do rzeczywistych warunków pracy. *Anestezjologia i Ratownictwo 2020; 14: 64-72.*

*Słowa kluczowe: symulacja medyczna, symulacja hybrydowa, anestezjologia, medycyna ratunkowa, kształcenie, ocena kompetencji*

### Abstract

A modern physician, specially anaesthetist, intensive care or emergency medicine specialist must not only have an extensive knowledge in his field, but also practical and non-technical skills. In order to obtain them, continuous improvement is necessary both in clinical conditions and with the use of modern teaching tools and technologies. Use of medical simulation gives us an opportunity to practise particular skills but also to verify them. What is important, the whole process is safe, with no risk of doing any harm to the real patient. Hybrid simulation gives exceptional possibility to practise in high fidelity conditions. It allows for the improvement of selected skills with a level of difficulty comparable to real life and in near real-life environment. *Anestezjologia i Ratownictwo 2020; 14: 64-72.*

*Keywords: medical simulation, hybrid simulation, anaesthesiology, emergency medicine, medical teaching, skill assessment*

## Wstęp

W ciągu ostatnich dwóch dekad nastąpił znaczny postęp w wykorzystaniu symulacji jako narzędzia dydaktyki w medycynie [1]. Funkcjonalności symulacji medycznej pozwalają na praktyczne kształcenie studentów oraz doskonalenie kompetencji rezydentów oraz lekarzy posiadających doświadczenie kliniczne. Jest to niezwykle istotne w przypadku dziedzin takich jak anestezjologia i intensywne terapia oraz medycyna ratunkowa, w których potrzeba dynamicznego działania wymaga od personelu medycznego szerokiej wiedzy, umiejętności praktycznych i doświadczenia.

Specyfika wymienionych specjalizacji jest często porównywana do przemysłu lotniczego [2]. Oba systemy zależności cechuje minimalna tolerancja na błąd i potencjalne zagrożenie życia wielu osób [3]. O ile przemysł lotniczy charakteryzuje wyjątkowo wysoki poziom bezpieczeństwa, to liczba zdarzeń niepożądanych w medycynie pozostaje nadal na niepokojąco wysokim poziomie. Szacuje się, że w USA błędy medyczne stanowią przyczynę nawet 98 tys. zgonów rocznie [4]. Są one także przyczyną wielu powikłań. Wykazano, że zdarzenia te nie są spowodowane jedynie brakiem wiedzy merytorycznej czy umiejętności praktycznych. W większości przypadków ich przyczyną jest czynnik ludzki, w szczególności nieumiejętne wykorzystanie własnych doświadczeń w praktyce, nieprawidłowa organizacja pracy i błędy w relacjach interpersonalnych [4]. Sytuacja ta implikuje konieczność poszukiwania narzędzi, które mogą pozytywnie wpłynąć na wzrost kompetencji personelu medycznego w tych obszarach i poprawę jakości opieki zdrowotnej.

Czynnikiem, który umożliwił poprawę bezpieczeństwa lotów było rutynowe wdrożenie symulatorów do procesu szkolenia pilotów i kontrolerów ruchu lotniczego [5]. W analogiczny sposób postrzega się obecnie nowoczesny model doskonalenia zawodowego personelu medycznego [1-3]. Dzięki symulacji medycznej możliwe jest ćwiczenie wybranych umiejętności praktycznych i interpersonalnych z uwzględnieniem specyfiki wykonywanej specjalizacji lekarskiej. Takie podejście do nauczania może stanowić ogromne wsparcie dla lekarzy na każdym etapie ich kariery zawodowej [6]. Przekładać się to powinno na poprawę bezpieczeństwa pacjentów oraz wyższą jakość opieki w ramach całego systemu ochrony zdrowia [1].

## Bezpieczeństwo pacjenta a kompetencje personelu medycznego

W roku 1927 dr William H. Mayo, rozumiejąc potrzebę gruntownego przygotowania lekarza do pełnienia swojej roli, stwierdził, że *nie ma usprawiedliwienia dla chirurga, aby uczyć się na pacjencie* [7]. Nie chodziło mu o brak potrzeby praktycznego nauczania chirurgii przy stole operacyjnym. Przeciwnie, stwierdzeniem tym wyraził głęboką troskę o bezpieczeństwo chorego i potrzebę odpowiedniego przygotowania teoretycznego i praktycznego każdego chirurga do realizacji procedur operacyjnych. Słowa te dotyczą nie tylko chirurgii, ale każdej dziedziny medycyny oraz wszystkich aspektów opieki nad chorymi wpisując się w naczelną zasadę etyczną medycyny – *primum non nocere*.

Specyfika dziedzin, takich jak anestezjologia i intensywne terapia oraz medycyna ratunkowa, wymaga od praktykującego lekarza szerokiego wachlarza umiejętności praktycznych i doświadczenia klinicznego [8,9]. Potrzeba szybkiego działania w obliczu stanu zagrożenia zdrowia i życia implikuje potrzebę ciągłego doskonalenia w realizacji procedur ratujących życie. Niewątpliwie praktyka kliniczna stanowi najlepszą drogę do zdobywania doświadczenia, jednak obawa o bezpieczeństwo pacjenta ogranicza niekiedy możliwość wykonania ryzykownych procedur przez lekarza nieposiadającego biegłości w ich wykonywaniu. Obserwowany w dzisiejszych czasach dynamiczny rozwój narzędzi i technik symulacji medycznej i coraz większy dostęp do nowych technologii symulacyjnych sprawia, że możliwe stało się wypełnienie naturalnej luki w procesie kształcenia pomiędzy etapem nauczania teoretycznego a praktyką kliniczną [10]. Symulacja medyczna może wspierać rozwój podstawowych lub zaawansowanych umiejętności klinicznych na wszystkich etapach doskonalenia zawodowego [10]. Pozwala na odejście od klasycznej relacji uczeń–mistrz, na korzyść nauczania ukierunkowanego na zdobycie konkretnych kompetencji (ang. *Competency – based Education and Training*) [11,12]. Edukacja oparta na kompetencjach opiera się na założeniu, że subiektywny charakter oceny, dominujący w tradycyjnych formach nauczania, zostaje zastąpiony mierzalnymi, przejrzystymi, jasno sprecyzowanymi celami, które kursanci muszą osiągnąć [11,12]. Szkolenie takie jest realizowane z wykorzystaniem adekwatnych do zaawansowania kursantów narzędzi w bezpiecznych warunkach pra-

cowni symulacyjnej. Dopiero osiągnięcie biegłości w wykonywaniu danej procedury, upoważnia do praktycznego jej wykonywania w warunkach klinicznych. Istotne jest także umiejętne przeniesienie zdobytych podczas symulacji umiejętności na właściwe zachowania w realnych warunkach opieki nad pacjentem będącym w stanie zagrożenia życia [1].

## Symulacja hybrydowa jako narzędzie dydaktyki

W zależności od potrzeb edukacyjnych symulacja medyczna daje możliwość wykorzystania różnych narzędzi – trenażerów, fantomów, zaawansowanych symulatorów pacjenta, wirtualnej rzeczywistości czy pacjentów symulowanych [13,14]. Ich funkcjonalności pozwalają na ćwiczenie różnych umiejętności praktycznych z późniejszym wdrożeniem zdobytych kompetencji w praktyce klinicznej. Należy pamiętać, że praktyka lekarska to nie tylko sprawne wykonywanie poszczególnych czynności, ale przede wszystkim umiejętne łączenie ich w skutecznym procesie diagnostyczno-terapeutycznym. Jest to niezwykle ważne w przypadku specjalności takich jak anestezjologia i intensywne terapię oraz medycyna ratunkowa, w których lekarz musi jednocześnie analizować wiele informacji oraz podejmować trafne decyzje, uwzględniając jednocześnie potrzebę aktywnej współpracy z pozostałymi członkami zespołu. Oprócz sprawnej realizacji procedur medycznych, musi nadzorować całość procesu leczenia, kierować podległym zespołem oraz modyfikować postępowanie terapeutyczne uwzględniając zmieniający się stan pacjenta. Możliwość doskonalenia wymienionych umiejętności jednocześnie daje symulacja hybrydowa. Zgodnie z definicją *symulacja hybrydowa stanowi połączenie dwóch lub więcej narzędzi symulacji medycznej podczas jednego scenariusza w celu zapewnienia uczestnikom bardziej realistycznych wrażeń* [15]. Jej metodologia zakłada połączenie różnych narzędzi symulacji w jednym scenariuszu w celu osiągnięcia większego realizmu. Niewątpliwie taka forma nauki sprawia, że kursanci mają możliwość ćwiczenia różnych umiejętności z porównywalnym do realnego poziomem trudności oraz w środowisku zbliżonym do rzeczywistych warunków pracy. Realizacja tak przygotowanych symulacji wymaga od uczestników doświadczenia klinicznego, znajomości obowiązujących procedur i wytycznych, jak również opanowania

z aparaturą medyczną, sprzętem i środowiskiem pracy. Z założenia jest więc dedykowana ćwiczeniu złożonych procedur z wysokim realizmem symulacji imitującym rzeczywiste zdarzenia w środowisku klinicznym. Odbywa się to bez narażania prawdziwego pacjenta na ryzyko powikłań [1]. Symulacje hybrydowe pozwalają także doskonalić umiejętności miękkie (*non-technical skills*) związane z zarządzaniem zespołem, komunikacją i zdolnością zachowania świadomości sytuacyjnej [1], niezbędne w przypadku potrzeby jednoczesnego wykonywania procedur diagnostycznych i terapeutycznych wobec pacjenta będącego w stanie zagrożenia życia.

## Doskonalenie wybranych umiejętności technicznych

Symulacja hybrydowa pozwala na wyjście poza tradycyjne metody nauczania poprzez umożliwienie praktycznej realizacji procedur klinicznych w bezpiecznych warunkach sal symulacyjnych. Kontrolowane środowisko symulacyjne stwarza warunki do praktycznej nauki poprzez działanie, samodzielne podejmowanie decyzji bez ograniczeń rzeczywistego środowiska pracy [16]. Umożliwia ekspozycję na rzadko występujące sytuacje, stanowiące wyzwanie w codziennej praktyce i będące bezpośrednią przyczyną zagrożenia zdrowia i życia pacjenta (*rare and life-threatening cases*) [16].

Istotnym elementem szkolenia anestezjologa i specjalisty medycyny ratunkowej jest umiejętność postępowania w przypadku wystąpienia nieprzewidzianych trudności w zabezpieczeniu drożności dróg oddechowych (*difficult airway management*) [17]. W celu doskonalenia praktycznych umiejętności postępowania w tego typu przypadkach najczęściej wykorzystuje się trenażery zadań częściowych (*part-task trainers*) lub manekiny niskiej wierności (low fidelity manikins). W taki sposób doskonalili się m.in. umiejętność zabezpieczania drożności dróg oddechowych z wykorzystaniem urządzeń nadgłośniowych, poprzez intubację z użyciem klasycznego laryngoskopu, wideolaryngoskopu lub fiberoskopu oraz metodami chirurgicznymi [17,18]. Możliwe jest również ćwiczenie procedury szybkiej indukcji znieczulenia (*Rapid – Sequence Induction*) [19]. Symulacja hybrydowa z jednoczesnym użyciem realistycznego sprzętu i aparatury medycznej w połączeniu z narzędziami symulacji i interaktywnym symulatorem pacjenta pozwala na wykorzystanie wcześniej zdobytych

umiejętności w wirtualnej przestrzeni imitującej rzeczywiste środowisko pracy. Umiejętności techniczne są ćwiczone w kontekście realnych, trudnych sytuacji w dynamicznie zmieniających się warunkach. Umożliwia to doskonalenie kompetencji w czasie rzeczywistym i pod presją czasu. Symulacje tego typu umożliwiają także zdobycie doświadczeń związanych z powikłaniami prowadzonych procedur, ich rozpoznawaniem i leczeniem bez stwarzania zagrożenia dla prawdziwego pacjenta. Wielu autorów potwierdza skuteczność takiej formy szkolenia w zakresie trudnych dróg oddechowych, rekomendując ją do wykorzystania w kształceniu podyplomowym rezydentów anestezjologii i medycyny ratunkowej [17,20].

W ostatnich latach w medycynie stanów nagłych obserwuje się wzrost wykorzystania ultrasonografii jako możliwości szybkiej oceny stanu pacjenta [21-23]. W medycynie ratunkowej i anestezjologii z powodzeniem wykorzystuje się ultrasonograficzne algorytmy diagnostyczne (np. eFAST, FATE, BLUE) pozwalające na postawienie diagnozy przy łóżku chorego i wdrożenie adekwatnego leczenia [24]. Pod kontrolą obrazu USG możliwe jest wykonywanie zabiegów takich jak kaniulacja naczyń, perikardiocenteza, torakocenteza, paracenteza lub znieczulenie regionalne [25]. Symulacja medyczna daje możliwość doskonalenia umiejętności wykonywania wyżej wymienionych procedur, a co ważne – nie jest uzależniona od dostępu do prawdziwych pacjentów [26]. Dzięki niej kursanci mają możliwość wielokrotnego powtarzania scenariuszy z uwzględnieniem wzrastającego poziomu ich trudności oraz zakresu posiadanych umiejętności. Pod tym względem nauka oparta na symulatorze może zapewnić skuteczny i bezpieczny sposób szkolenia rezydentów oraz doświadczonych specjalistów. Parks i wsp. udowodnili skuteczność symulacji wysokiej wierności w doskonaleniu umiejętności interpretacji obrazów ultrasonograficznych w przyłożkowej ocenie stanu pacjenta będącego w stanie zagrożenia życia [27]. Dynamiczny rozwój technik symulacyjnych w zakresie ultrasonografii stwarza idealne warunki do ich wykorzystania w ramach symulacji hybrydowych. Girzadas i wsp. wykorzystali ultrasonograficzny symulator ginekologiczny w połączeniu z symulatorem pacjenta wysokiej wierności w ramach scenariusza hybrydowego przedstawiającego pacjentkę z pękniętą ciążą ekotopową [28]. Wykazali, że taka forma symulacji poprawia efekty kształcenia lekarzy medycyny ratunkowej w zakresie rozpoznawania i leczenia wstrząsu

krwotocznego wikłającego pękniętą ciążę pozamaciczną. Europejskie i amerykańskie towarzystwa naukowe rekomendują symulację medyczną wysokiej wierności do doskonalenia ultrasonograficznych technik diagnostycznych z wykorzystaniem scenariuszy symulacyjnych [29].

Symulacje hybrydowe mogą być również wykorzystywane w doskonaleniu umiejętności prowadzenia zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych u osób dorosłych i dzieci. Scenariusze symulacyjne wysokiej wierności wykorzystuje się w ramach szkoleń rekomendowanych przez ERC (European Resuscitation Council) i AHA (American Heart Association) [30,31]. Uczestnicy tych kursów rozwijają swoje umiejętności w zakresie diagnozowania oraz podejmowania interwencji w przypadku nagłego zatrzymania krążenia, niewydolności oddechowej czy zaburzeń rytmu serca. Sesje szkoleniowe wymagają praktycznego i aktywnego uczestnictwa w symulowanych scenariuszach klinicznych, w trakcie których korzysta się z interaktywnych symulatorów pacjenta, różnych narzędzi symulacji i realistycznej aparatury medycznej [30,31].

Kształcenie z wykorzystaniem symulacji hybrydowych może dotyczyć także postępowania w stanach nagłych. Walacik i wsp. wykazali możliwość nauki postępowania w zaburzeniach rytmu serca u niestabilnego pacjenta w ramach scenariusza symulacyjnego wysokiej wierności [32]. Wykorzystali do jego realizacji standaryzowanego pacjenta, generator rytmów serca i realistyczną aparaturę medyczną. Wykazali, że możliwe jest wykorzystanie różnych narzędzi symulacji medycznej w ramach scenariusza hybrydowego w celu osiągnięcia wysokiego realizmu symulacji, co przełożyło się na lepsze efekty nauczania.

Noeler i wsp. zaprojektowali symulacje hybrydowe mające na celu doskonalenie rezydentów medycyny ratunkowej w zakresie postępowania w wybranych stanach nagłych w Szpitalnym Oddziale Ratunkowym (SOR) [33]. Scenariusze dotyczyły leczenia obrażeń wielonarządowych, zaawansowanych czynności resuscytacyjnych u osób dorosłych i dzieci, postępowania w zaburzeniach rytmu serca i zatruciu lekami. W ich trakcie ćwiczone również umiejętność przekazywania złych informacji rodzinie pacjenta. Dzięki wykorzystaniu hybrydowego modelu symulacyjnego autorzy byli w stanie osiągnąć założone cele dydaktyczne, uzyskując wysoki realizm symulacji, pozytywną ocenę i satysfakcję kursantów.

Kyaw i wsp. wykorzystując hybrydowy model

symulacji wykazali możliwość oceny umiejętności postępowania w przypadku urazu w obrębie narządu ruchu jako często występującej patologii wymagającej leczenia w SOR [34]. Użyli w tym celu pacjenta standaryzowanego i trenażer urazowy. Wykazali duży potencjał symulacji hybrydowych w praktycznym doskonaleniu lekarzy ratunkowych w tego typu zdarzeniach.

O ile symulacja medyczna od dawna dawała możliwość ćwiczenia poszczególnych umiejętności praktycznych i ich implementacji w sytuacjach klinicznych, szczególnie nagłych i zagrażających życiu pacjenta, to nie zawsze pozwalała w pełni odtworzyć pełen proces diagnostyczno-terapeutyczny. Wdrażanie procedur krytycznych takich jak zabezpieczenie trudnych dróg oddechowych czy postępowania w wypadku rzadkich powikłań przebiegu okołoperacyjnego (takich jak na przykład śródoperacyjne zatrzymanie krążenia czy hipertermia złośliwa) są kluczowe, bowiem nie da się ich przećwiczyć w codziennej pracy. Jednak równie ważne wydaje się nauczanie praktyczne tej części pracy anestezjologa, która nie jest tak widowiskowa, a polega na dbaniu o optymalny przebieg znieczulenia lub poszczególnych etapów leczenia chorego w Oddziale Intensywnej Terapii. Dzięki rozwojowi technologii i zastosowaniu metod symulacji hybrydowych pokonanie tych ograniczeń staje się możliwe. Umiejętne wykorzystanie przez instruktorów symulacji z dużym doświadczeniem klinicznym zestawu kilku narzędzi symulacyjnych w procesie hybrydowym pozwala odtworzyć warunki bliskie rzeczywistym z uwzględnieniem patofizjologii poszczególnych zaburzeń. Do takich narzędzi należy na przykład sztuczne płuco TestChest (AQAI, Niemcy), które reaguje w sposób naśladujący rzeczywisty na wentylację za pomocą prawdziwego respiratora. Po połączeniu z symulatorem pacjenta pozwala to rozszerzyć symulację wysokiej wierności skupioną na temacie układu oddechowego z prostego zabezpieczenia dróg oddechowych, na globalne podejście do problemu i pacjenta. A przecież to właśnie holistyczne spojrzenie na chorego jest sednem współczesnej medycyny, a szczególnie anestezjologii i intensywnej terapii. Umiejętność rozwiązania problemu stanowi niezbędną podstawę, ale to zdolność zachowania czujności, szybkiego rozpoznania, umocowania technicznej umiejętności w kontekście fizjologii i rozbudowanej terapii stanowi o prawdziwym sukcesie. Dlatego jest to tak ważne w procesie dydaktycznym.

## Doskonalenie umiejętności interpersonalnych

W złożonym środowisku pracy, jakim jest zespół anestezjologiczny, urazowy czy resuscytacyjny decyzje terapeutyczne są często podejmowane mimo braku pewności co do rozpoznania, na podstawie niepełnych danych i pod presją czasu. Praca w tak złożonym systemie zależności wymaga właściwych działań i prawidłowej komunikacji pomiędzy osobami biorącymi udział w leczeniu pacjenta. Jak wykazano, nawet 70% popełnianych w sytuacjach krytycznych błędów wynika nie z braku wiedzy, a uchybień w pracy zespołowej, nieprawidłowej komunikacji, zaburzonej świadomości sytuacyjnej czy braku skutecznego kierowania zespołem [4]. Aby zredukować ryzyko popełnianych błędów, od lekarzy działających w stanach nagłych wymaga się dodatkowych umiejętności, określanych mianem nietechnicznych (*non technical skills*) [4,35]. Są nimi: umiejętne kierowanie zespołem, podejmowanie decyzji, świadomość sytuacyjna, prawidłowa komunikacja i konstruktywna interwencja [35]. W dobie symulacji medycznej istnieją doskonałe warunki do nauczania tych umiejętności z wykorzystaniem symulacji hybrydowych w rzeczywistym środowisku pracy (*in situ*) lub poza nim, np. w pracowni symulacyjnej.

W 1986 roku Gaba i wsp. stworzyli środowisko symulacji anestezjologicznej (*Comprehensive Anesthesia Simulation Environment*) [36]. W warunkach sali operacyjnej wykorzystali manekin intubacyjny i sprzęt medyczny używany podczas rutynowego znieczulenia. Pozwoliło to na symulację wybranych zdarzeń niepożądanych podczas znieczulenia z zachowaniem wysokiego realizmu i złożoności wykonywanych procedur.

W 1992 roku Howard i wsp. zaadaptowali na potrzeby medycyny funkcjonujące w lotnictwie procedury zarządzania w sytuacjach kryzysowych (*Crisis Resource Management*) [37]. W ten sposób powstały zasady *Anesthesia Crisis Resource Management* (ACRM), które zgodnie z założeniem autorów stanowią model postępowania w sytuacjach krytycznych występujących podczas znieczulenia. Zasady ACRM zostały przyjęte przez inne ośrodki w USA, a w kolejnych latach zostały rozpowszechnione w krajach takich jak Kanada [38], Wielka Brytania [39], Niemcy [40] i Nowa Zelandia [41]. W trakcie szkoleń z tego zakresu wykorzystuje się m.in. symulacje hybrydowe w celu osiągnięcia jak najwyższego realizmu, a nacisk jest

kładziony na czynniki wpływające na odpowiednią dynamikę pracy zespołu, prawidłową komunikację i inne umiejętności nietechniczne. W kolejnych latach szkolenie symulacyjne oparte na zasadach ACRM stało się rutynowym w innych dziedzinach medycyny i przyczyniło się do poprawy bezpieczeństwa ciężko chorych pacjentów. W praktyce anestezjologa i specjalisty medycyny ratunkowej niezwykle cenne są certyfikowane szkolenia rekomendowane przez europejskie i amerykańskie towarzystwa naukowe uwzględniające elementy ACRM. Są one oparte na symulacjach niskiej i wysokiej wierności oraz symulacjach hybrydowych. Wśród nich należy wymienić szkolenia dotyczące leczenia obrażeń ciała, jak np. ETC i ATLS [42,43] oraz kursy dotyczące zaawansowanych zabiegów resuscytacyjnych, jak np. ACLS i ALS [30,31].

Jednoczesne wykorzystanie różnych narzędzi w ramach symulacji hybrydowych może być również wykorzystane w trakcie oceny umiejętności działania w warunkach zdarzenia z dużą ilością poszkodowanych. Usłu i wsp., wykorzystując symulatory pacjentów wysokiej wierności oraz odpowiednio przygotowanych pacjentów standaryzowanych, zbadali znajomość procedur segregacji medycznej obowiązujących w SOR wśród rezydentów medycyny ratunkowej [44]. Wykazali, że wysoki realizm przeprowadzonej symulacji i jednoczesne wykorzystanie różnych narzędzi pozwoliło na zidentyfikowanie luk w wiedzy i doświadczeniu w zakresie praktycznego stosowania procedur segregacyjnych. Analogiczne metody szkolenia są wykorzystywane podczas kursów z zakresu medycyny katastrof. Kobayashi i wsp. wykazali możliwość wykorzystania symulacji hybrydowych wysokiej wierności do realizacji ćwiczeń z zakresu zdarzeń masowych i dekontaminacji skażeń wykazując wysoki poziom realizmu takich działań [45]. Symulacja hybrydowa jest również elementem komercyjnych szkoleń z tego zakresu, takich jak np. Advanced Bioterrorism Triage Course lub Advanced Disaster Life Support [46].

## Ocena kompetencji z wykorzystaniem symulacji medycznej

W procesie kształcenia anestezjologów i specjalistów medycyny ratunkowej zarówno na poziomie rezydentckim, jak również po uzyskaniu tytułu specjalisty stosuje się system okresowego oceniania wiedzy i umiejętności praktycznych. W USA (American Board of Anesthesiology), Kanadzie (Royal College of Physicians

and Surgeons of Canada) i Izraelu (Israel Board Examination in Anesthesia) symulacja medyczna jest stosowana podczas egzaminów zawodowych i certyfikujących [47-49]. Kanadyjczycy wymagają, aby rezydenci anestezjologii przed złożeniem egzaminów specjalizacyjnych ukończyli program szkoleniowy oparty na scenariuszach symulacyjnych. Amerykanie wymagają co 10 lat recertyfikacji uprawnień i oceny wiedzy i umiejętności (*Maintenance of Certification in Anesthesiology Program*). Jej elementem jest szkolenie symulacyjne. Ma to na celu potwierdzenie posiadanych kompetencji oraz identyfikację luk w praktyce wymagających dodatkowego doskonalenia. System takiej oceny ma za zadanie ustalić, czy lekarze dysponują odpowiednią wiedzą i umiejętnościami praktycznymi niezbędnymi do bezpiecznej i skutecznej opieki nad chorymi i stanowi istotne uzupełnienie ustnej i pisemnej formy egzaminu.

Symulacja medyczna jest również wykorzystywana w USA do oceny kompetencji rezydentów medycyny ratunkowej. Accreditation Council for Graduate Medical Education (ACGME) w porozumieniu z American Board of Emergency Medicine (ABEM) stworzyły projekt oceniający kluczowe umiejętności, których nabycie jest niezbędne w procesie szkolenia specjalizacyjnego w dziedzinie medycyny ratunkowej (Emergency Medicine Milestones) [50]. Zgodnie z zaleceniami autorów programu znaczna część takich kompetencji może być oceniana w warunkach symulacji medycznej z wykorzystaniem scenariuszy wysokiej wierności i symulacji hybrydowych. Uwzględniając te zalecenia Hart i wsp. z powodzeniem wykorzystali narzędzia symulacji w celu oceny wybranych umiejętności praktycznych i interpersonalnych wśród rezydentów medycyny ratunkowej [51]. Dokonali oceny wybranych kompetencji podczas realizacji scenariuszy dotyczących leczenia chorego z neuroinfekcją, pacjenta z obrażeniami wielonarządowymi i resuscytacji noworodka. Wykazali, że symulacja medyczna stanowi doskonałe narzędzie do kompleksowej oceny wiedzy i doświadczenia praktycznego i stanowi naturalne uzupełnienie bezpośredniej obserwacji i oceny rezydenta w jego codziennej pracy przy łóżku chorego.

## Symulacja hybrydowa – doświadczenia własne

Autorzy pracy posiadają własne doświadczenia w realizacji symulacji hybrydowych. W ośrodku

autorów scenariusze takie są prowadzone jako element zaawansowanego szkolenia z zakresu bronchofiberoskopii w ramach modułu dotyczącego postępowania w stanach nagłych. Uczestnikami szkoleń są lekarze specjalizujący się m.in. w anestezjologii i intensywnej terapii oraz medycynie ratunkowej, którzy pozytywnie ukończyli szkolenie podstawowe z zakresu bronchofiberoskopii. Hybrydowe scenariusze symulacyjne dotyczą postępowania w przypadku wystąpienia powikłań (niewydolność oddechowa, trudne drogi oddechowe, nagłe zatrzymanie krążenia) u pacjenta poddawanego bronchoskopii z powodu podejrzenia oparzenia dróg oddechowych. W trakcie symulacji ocenia się znajomość obowiązujących w tych przypadkach procedur, przebieg procesu decyzyjnego, prawidłowość wdrażania procedur klinicznych medycyny ratunkowej, znajomość obowiązujących wytycznych resuscytacji krążeniowo-oddechowej oraz umiejętności interpersonalne. Nadrzędnym celem tych symulacji jest ocena praktycznego przygotowania kursantów do działania w przypadku nagłego pogorszenia stanu pacjenta poddawanego zabiegom diagnostycznym z wykorzystaniem bronchofiberoskopii.

## Podsumowanie

Symulacja medyczna stanowi nowatorskie narzędzie w kształceniu zarówno rezydentów, jak i specjali-

stów anestezjologii i intensywnej terapii oraz medycyny ratunkowej. Wykorzystanie funkcjonalności różnych jej narzędzi w ramach symulacji hybrydowych daje możliwość odwzorowania rzeczywistych zdarzeń klinicznych w bezpiecznych warunkach sali symulacyjnej z zachowaniem wysokiego realizmu wykonywanych zadań. Dzięki temu stanowi wsparcie w systemie nauczania i doskonalenia umiejętności praktycznych i interpersonalnych, niezbędnych w codziennej pracy z ciężko chorym pacjentem. Symulacja hybrydowa może być również wykorzystywana do podtrzymania utraconych umiejętności w szczególności w przypadku procedur rzadko stosowanych w praktyce klinicznej. Może służyć także do oceny kompetencji zawodowych, a w przyszłości do praktycznej oceny lekarzy podczas egzaminów specjalizacyjnych.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

✉ Krzysztof Karwan

Centrum Alergologii, Pneumonologii i Medycyny Ratunkowej

Ośrodek Symulacji, CMKP

ul. Marymoncka 99/103; 01-813 Warszawa

☎ (+48 22) 569 38 90

✉ kkarwan@cmkp.edu.pl

## Piśmiennictwo/References

- Green M, Tariq R, Green P. Improving Patient Safety through Simulation Training in Anesthesiology: Where Are We? *Anesthesiol Res Pract.* 2016;2016:4237523.
- Helmreich RL, Davies JM. Anaesthetic simulation and lessons to be learned from aviation. *Can J Anaesth.* 1997;44(9):907-12.
- Helmreich RL. On error management: lessons from aviation. *British Med J.* 2000;320(7237):781-5.
- Kohn L, Corrigan J, Donaldson M (red.). *To Err Is Human: Building a Safer Health System.* Washington, DC, USA: Institute of Medicine, National Academy Press; 1999.
- Bent J, Chan K. *Human Factors in Aviation.* 2nd. chapter 10. Philadelphia, Pa, USA: Elsevier; 2010. Flight training and simulation as safety generators; pp. 293-334.
- Murray DJ. Current trends in simulation training in anesthesia: a review. *Minerva Anesthesiol.* 2011;77(5):528-33.
- Murphy JG, Torsher LC, Dunn WF. Simulation medicine in intensive care and coronary care education. *J Crit Care.* 2007;22:51-5.
- <https://www.cmkp.edu.pl/wp-content/uploads/akredytacja2018/0701-program-1.pdf>
- <https://www.cmkp.edu.pl/wp-content/uploads/akredytacja2018/0712-program-1.pdf>
- Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach.* 2005;27(1):10-28.
- Frank JR, Snell LS, Cate OT, Holmboe ES, Carraccio C, Swing SR, et al. Competency-based medical education: theory to practice. *Med Teach.* 2010;32(8):638-45.
- Carraccio C, Englander R, Van Melle E, Ten Cate O, Lockyer J, Chan MK, et al. Advancing Competency-Based Medical Education:

- A Charter for Clinician-Educators. *Acad Med.* 2016;91(5):645-9.
13. Schwid HA. Anesthesia simulators – technology and applications. *Isr Med Assoc J.* 2000;2:949-53.
  14. Cooper JB, Taqueti VR. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Postgrad Med J.* 2008;84:563-70.
  15. Lioce L, Lopreiato J, Downing D, et al. *Healthcare Simulation Dictionary - Second Edition.* Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality; January 2020. AHRQ Publication No. 20-0019.
  16. Grenvik A, Schaefer JJ III, DeVita MA, Rogers P. New aspects on critical care medicine training. *Curr Opin Crit Care.* 2004;10:233-7.
  17. Kennedy CC, Cannon EK, Warner DO, Cook DA. Advanced airway management simulation training in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med.* 2014;42(1):169-78.
  18. Chandra DB, Savoldelli GL, Joo HS, Weiss ID, Naik VN. Fiberoptic oral intubation: the effect of model fidelity on training for transfer to patient care. *Anesthesiology.* 2008;109(6):1007-13.
  19. Komorowski M, Fleming S. Intubation after rapid sequence induction performed by non-medical personnel during space exploration missions: a simulation pilot study in a Mars analogue environment. *Extrem Physiol Med.* 2015;4(1):19.
  20. Yang D, Wei YK, Xue FS, Deng XM, Zhi J. Simulation-based airway management training: application and looking forward. *J Anesthesia.* 2015;30(2):284-9. doi: 10.1007/s00540-015-2116-7.
  21. Shih CH. Effect of emergency physician-performed pelvic sonography on length of stay in the emergency department. *Ann Emerg Med.* 1997;29:348-51.
  22. Durham B. Emergency medicine physicians saving time with ultrasound. *Am J Emerg Med.* 1996;14:309-13.
  23. Counselman F, Sanders A, Slovis CM, Danzl D, Binder LS, Perina DG. The status of bedside ultrasonography training in emergency medicine residency programs. *Acad Emerg Med.* 2003;10:37-42.
  24. *Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine.* *Ann Emerg Med.* 2017;69:e27-e54.
  25. Udani AD, Kim TE, Howard SK, Mariano ER. Simulation in teaching regional anesthesia: current perspectives. *Local Reg Anesth.* 2015;8:33-43.
  26. Hertzberg BS, Klierer MA, Bowie JD, Carroll BA, DeLong DH, Gray L, et al. Physician training requirements in sonography: how many cases are needed for competence? *AJR Am J Roentgenol.* 2000;174:1221-7.
  27. Parks AR, Atkinson P, Verheul G, Leblanc-Duchin D. Can medical learners achieve point-of-care ultrasound competency using a high-fidelity ultrasound simulator?: a pilot study. *Crit Ultrasound J.* 2013;5(1):9.
  28. Girzadas DV Jr, Antonis MS, Zerth H et al. Hybrid simulation combining a high fidelity scenario with a pelvic ultrasound task trainer enhances the training and evaluation of endovaginal ultrasound skills. *Acad Emerg Med.* 2009 May;16(5):429-35
  29. Counselman F, Sanders A, Slovis CM, Danzl D, Binder LS, Perina DG. The status of bedside ultrasonography training in emergency medicine residency programs. *Acad Emerg Med.* 2003;10:37-42.
  30. <https://www.erc.edu/courses/advanced-life-support>
  31. <https://cpr.heart.org/en/courses/advanced-cardiovascular-life-support-for-experienced-providers>
  32. Walacik T, Musiał P. Symulacja hybrydowa w nauczaniu algorytmów ratujących życie – wykorzystanie studium przypadku w scenariuszu symulacyjnym. *Anest Ratow.* 2019;13:220-7.
  33. Noeller TP, Smith MD, Holmes L, Cappaert M, Gross AJ, Cole-Kelly K, et al. A theme-based hybrid simulation model to train and evaluate emergency medicine residents. *Acad Emerg Med.* 2008;15:1199-206.
  34. Kyaw Tun J, Granados A, Mavroveli S, Nuttall S, Kadiyala AN, Brown R, et al. Simulating various levels of clinical challenge in the assessment of clinical procedure competence. *Ann Emerg Med.* 2012 Jul;60(1):112-20.
  35. Fletcher GCL, McGeorge P, Flin RH, Glavin RJ, Maran NJ. The role of non-technical skills in anaesthesia: a review of current literature. *Br J Anaesthesia.* 2002;88(3):418-29.
  36. Gaba, D, DeAnda A. A comprehensive anesthesia simulation environment: Re-creating the operating room for research and training. *Anesthesiology* 1088;69(3):387-94.
  37. Howard S, Gaba D, Fish K, Yang G, Sarnquist F. Anesthesia crisis resource management training: Teaching anesthesiologists to handle critical incidents. *Aviat Space Environ Med.* 1992;63(9):763-70.
  38. Kurrek MM, Fish KJ. Anaesthesia crisis resource management training: an intimidating concept, a rewarding experience. *Can J Anaesth.* 1996;43(5):430-4.
  39. Flin R, Maran N. Basic concepts for crew resource management and non-technical skills. *Best Pract Res: Clin Anaesthesiology.* 2015;29(1): 27-39.
  40. Schröder T, von Heymann CH, Ortwein H, Rau J, Wernecke KD, Spies C. Simulation-based anaesthesia crisis resource management training. Results of a survey on learning success. *Der Anaesthesist.* 2009;58(10):992-1004.
  41. Weller J, Wilson L, Robinson B. Survey of change in practice following simulation-based training in crisis management. *Anaesthesia.* 2003;58(5):471-3.
  42. <https://www.erc.edu/courses/european-trauma-course>
  43. <https://www.facs.org/quality-programs/trauma/atls>
  44. Uslu Y. et al. Hybrid Simulation in Triage Training. *Int J Caring Sci.* September-December 2019;12(3):1626.



45. Kobayashi L, Shapiro MJ, Suner S, et al. Disaster medicine education: the potential role of high fidelity medical simulation in mass casualty incident training. *Med Health RI*. 2003;86(7):196-200.
46. <https://www.ndlsf.org/adls>
47. Boulet JR, Murray D. Review article: Assessment in anesthesiology education. *Can J Anesth*. 2012; 59
48. Berkenstadt H, Ziv A, Gafni N, Sidi A. Incorporating simulation-based objective structured clinical examination into the Israeli National Board Examination in Anesthesiology. *Anesth Analg*. 2006;102:853-8.
49. Steadman RH. Improving on reality: can simulation facilitate practice change? *Anesthesiology*. 2010;112:775-6.
50. <http://www.acgme.org/Portals/0/PDFs/Milestones/EmergencyMedicineMilestones.pdf?ver=2015-11-06-120531-877>.
51. Hart D, Bond W, Siegelman J, Miller D, Cassara M, Barker L, et al. Simulation for assessment of milestones in emergency medicine residents. *Acad Emerg Med*. 2018;25:205-20.