

# Teleinformatyka w ratownictwie medycznym i medycynie ratunkowej

Arkadiusz Trzos

*Ci, którzy są wystarczająco szaleni, by myśleć, że są w stanie zmienić świat, są tymi, którzy go zmieniają*

Steve Jobs

Współcześnie komputery i informatyka są praktycznie obecne we wszystkich dziedzinach naszego życia. Czym ważniejsza branża przemysłu i usług, tym poziom informatyzacji jest większy. Obecnie trudno wyobrazić sobie życie codzienne bez wykorzystania urządzeń cyfrowych i systemów teleinformatycznych. Praktycznie każdy dysponuje smartfonem, tabletem lub podobnym urządzeniem, przy pomocy którego komunikuje się z rodziną i ze znajomymi, tworzy i gromadzi informacje, przechowuje je i przesyła dalej.

Jesteśmy społeczeństwem informacyjnym. Powszechnie uważa się, że dostęp do informacji i jej posiadanie są najważniejsze na drodze do osiągnięcia jakiegokolwiek sukcesu. Praktyka pokazuje, że dopiero umiejętność zarządzania informacją odgrywa decydującą rolę. Ta powszechnie obowiązująca prawda dotyczy również środowiska ratownictwa medycznego i medycyny ratunkowej.

Szybkość przepływu informacji pozwala obecnie na komunikowanie się z najbardziej odległym punktem świata zaledwie w ciągu sekund. Bariera czasu i odległości dla wymiany informacji przestała praktycznie istnieć. Ta nowa sytuacja zmusiła ludzi do zmiany sposobu myślenia i postępowania. Dzięki powszechnie dostępnym komputerom i systemom informatycznym mamy możliwość pracy w czasie rzeczywistym, „tu i teraz”, czyli po prostu *online*.

Wynikające z cyfryzacji życia zmiany sposobu myślenia, a co za tym idzie – zmiany zachowań, dotyczą również obszaru ratownictwa i medycyny. Wykorzystanie technologii informatycznych nadaje nowy wymiar opiece zdrowotnej w XXI wieku. Dzięki narzędziom informatycznym bardzo szybko gromadzimy informacje o pacjentach (np. wyniki

## ROZDZIAŁ 7

badań, wyniki konsultacji), przetwarzamy je, interpretujemy i przekazujemy do właściwego adresata. Są dziedziny, w których szybkość przepływu informacji odgrywa decydującą rolę w ratowaniu życia i zdrowia ludzkiego. Tymi dziedzinami są ratownictwo medyczne i medycyna ratunkowa. Przepływ informacji odgrywa szczególną rolę podczas sytuacji kryzysowych spowodowanych katastrofami, wypadkami masowymi czy sytuacjami szczególnymi.

### Teleinformatyka i telemedycyna

Technologie informatyczne (IT, ang. *Information Technology*) i informacyjno-komunikacyjne (ICT, ang. *Information & Communication Technology*) to dziedziny wiedzy obejmujące informatykę, w tym sprzęt komputerowy razem z jego oprogramowaniem wykorzystywanym do pozyskiwania, gromadzenia, przetwarzania i prezentowania informacji, oraz telekomunikację, czyli narzędzia i technologie związane z przesyłaniem informacji (1). Technologia informacyjna zmienia system opieki medycznej w sposób, który pozwala na rozwiązywanie wielu nierozwiązywalnych dotąd problemów. Dodatkowo, implementując rozwiązanie cyfrowe na potrzeby zarządzania informacją, można obniżyć koszty i poprawić jakość opieki zdrowotnej.

Telemedycyna to dział medycyny wykorzystujący technologie informatyczne i informacyjne do diagnozowania, leczenia i monitorowania stanu zdrowia pacjentów (2). Wykorzystanie nowoczesnych technologii, niekoniecznie informatycznych, ułatwia dostęp pacjenta do lekarza, przyspiesza diagnostykę, poszerza zakres konsultacji, a na ich podstawie ułatwia podejmowanie decyzji co do dalszego postępowania diagnostycznego i terapeutycznego.

Praktyka telemedycyny jest stosunkowo nowa i wciąż szybko się rozwija. Już teraz liczne badania wskazują na korzyści płynące z korzystania z technologii informacyjnych w innowacyjnym sposobie opieki nad pacjentami.

### Pacjent w społeczeństwie informacyjnym

Aby sprawnie zarządzać pomocą medyczną w XXI wieku, niezbędny jest dostęp do informacji o pacjencie. Założenie pacjentom indywidualnych kont pacjenta i korzystanie z elektronicznych kart medycznych (EMR – ang. *Electronic Medical Records*), z których każda zawiera jego indywidualny identyfikator umożliwiający dostęp do danych, historię medyczną zarejestrowanego pacjenta, wyniki badań i informacje na temat wystawionej recepty może poprawić jakość i obniżyć koszty świadczenia usług medycznych na różnym poziomie i w różnych obszarach (3). Podobne zastosowanie ma wprowadzana w Polsce elektroniczna dokumentacja medyczna (EDM), umożliwiająca zestandaryzowaną wymianę informacji dotyczących dokumentacji medycznej pacjenta.

Tylko niewielki odsetek szpitali i lekarzy korzysta obecnie z usług EMR i EDM, ale coraz większa liczba podmiotów świadczących opiekę zdrowotną i niezależne usługi oferuje pacjentom możliwość bezpiecznego przechowywania i zarządzania własnymi systemami EMR i EDM w odpowiednio zabezpieczonym miejscu w internecie, dzięki czemu są one dostępne dla indywidualnego pacjenta i każdego lekarza, a, co ważne, dla systemu ratownictwa medycznego.



Źródło: Armed Medycyna i Edukacja/CDiE S.A.

Rys. 1. Zarządzanie informacją w systemie ratownictwa medycznego

Ponieważ większość pacjentów jest diagnozowana i leczona przez wielu lekarzy, zdalnie dostępna historia choroby pozwala na lepszą koordynację opieki nad pacjentami. W rzeczywistości EMR i EDM są niezbędne w szybko rozwijającym się obszarze telemedycyny, w zdalnym monitorowaniu pacjentów z chorobami przewlekłymi i interwencjami podejmowanymi przez system ratownictwa medycznego w domu pacjenta, na oddziale ratunkowym lub w przyszłości w każdym punkcie zaawansowanej pomocy medycznej organizowanym w miejscu zdarzenia masowego lub katastrofy. Ponadto zdalny dostęp lekarzy do bazy danych sprawia, że konsultacje są bardziej użyteczne, a możliwość przeglądania i dodawania informacji do historii choroby przez wielu pracowników ochrony zdrowia i systemu ratownictwa medycznego ułatwia współpracę między lekarzami pierwszego kontaktu, ratownikami medycznymi i lekarzami ratunkowymi, pielęgniarkami i specjalistami w różnych dziedzinach (**rys. 1**).

Firma Microsoft wdrożyła internetową usługę zarządzania rekordami zdrowia, zwaną *HealthVault*, zaprojektowaną w celu ułatwienia osobom fizycznym bezpiecznego przechowywania osobistych informacji zdrowotnych w internecie, kontrolowania dostępu do ich informacji przez pracowników służby zdrowia oraz zapewnienia dokładności danych. Historia zdrowia osoby jest chroniona hasłem; wszelkie próby uzyskania dostępu do zapisów są rejestrowane, a wszelkie dodatki, usunięcia lub zmiany są śledzone (4).

Microsoft oczekuje od firm technologicznych projektowania produktów, które współpracują z usługą. Zaadaptowanie na potrzeby usługi *HealthVault* urządzeń powszechnie wykorzystywanych w ratownictwie medycznym i medycynie ratunkowej jest tylko kwestią czasu.

## ROZDZIAŁ 7

Również w Polsce możemy znaleźć kilku dostawców skutecznie realizujących projekty, dzięki którym w sposób w pełni elektroniczny można przetwarzać dane medyczne i umożliwiać do nich dostęp wszystkim osobom do tego uprawnionym. Jednym z nich jest firma Gabos Software, która stworzyła autorski system Wide Medical Solution, który umożliwia pełną informatyzację podmiotów medycznych, takich jak: szpital, przychodnia, sieć przychodni, gabinety lekarskie czy też podmioty ratownictwa medycznego, w tym uruchomienie w pełni elektronicznej dokumentacji medycznej. Rozwiązanie udostępnia szereg tzw. usług elektronicznych dla pacjentów i lekarzy, umożliwiających m.in.: umawianie wizyt przez internet, dostęp do historii choroby, powiadamianie o nadchodzących badaniach i wynikach, a nawet konsultację z lekarzem przez internet czy też uczestniczenie w ćwiczeniach rehabilitacyjnych z wykorzystaniem technologii Virtual Reality oraz zdalną analizę danych obrazowych na potrzeby radiologii. Z produktów tych skutecznie korzystają szpitale powiatowe, centra rehabilitacyjne czy też podmioty świadczące usługi z zakresu medycyny pracy.

Dzięki rozwiązaniom ICT ilość informacji pozyskiwanych na potrzeby systemu, szybkość ich przesyłania i przetwarzania, wyciągania z przeprowadzanych analiz wniosków oraz trafność podejmowanych na ich podstawie decyzji przynoszą korzyść zarówno świadczącym usługi medyczne, jak również ich odbiorcom. Dzięki przedstawionym rozwiązaniom system ratownictwa medycznego ma dostęp do informacji o pacjencie w każdym miejscu, w którym udzielana jest mu pomoc medyczna.

### **Dynamiczna baza danych**

W dobie cyfryzacji systemów zarządzania szpitalem pojawia się możliwość dostępu do informacji o zdolnościach leczniczych szpitala w czasie rzeczywistym. Jeżeli szpitale połączone są w sieć szpitali wzajemnie się uzupełniających i wspierających, uzyskujemy znacznie większą bazę danych o możliwościach leczniczych w rejonie operacyjnym. Na podstawie planów ratowniczych opracowywanych przez wojewodów dysponujemy obecnie statycznymi, a w konsekwencji tylko przybliżonymi informacjami na temat możliwości leczniczych danej placówki medycznej. Mimo że informacje na potrzeby dyspozytorskiego systemu PRM są aktualizowane raz lub dwa razy dziennie, to w momencie zaistnienia zdarzenia masowego i tak są już nieaktualne i wymagają weryfikacji. Współcześnie nie można już opierać planowania transportu poszkodowanych do placówek medycznych w oparciu o nieaktualne, a tym samym błędne informacje.

Przy rutynowym sposobie postępowania i tradycyjnym sposobie zarządzania informacją, bazującą na statycznych planach operacyjnych, w sytuacji kryzysowej (np. wypadek masowy, sytuacja szczególna) jesteśmy narażeni na podjęcie błędnych decyzji, z tragicznymi w skutkach konsekwencjami dla pacjentów.

Aktualizacja danych i ich przetworzenie, a w konsekwencji wypracowanie decyzji o alokacji poszkodowanych wymagają czasu. Dodatkowo w wielu wypadkach nie jesteśmy w stanie sprostać temu zadaniu ze względu na ogrom napływających informacji i ograniczenia czasowe. W dobie cyfryzacji systemów zarządzania postępowanie takie nie wydaje się racjonalne, opóźnia moment podjęcia decyzji transportowych i naraża system na popełnianie wielu niepotrzebnych błędów.

Dynamiczna baza danych zapewnia stały dopływ do aktualnych informacji, pozwala na elastyczne planowanie działań i natychmiastowe reagowanie w przypadku zmiany warunków ich realizacji. Jest to obecnie największe wyzwanie na drodze informatyzacji systemu opieki zdrowotnej na świecie.

### Koordinacja działań ratunkowych

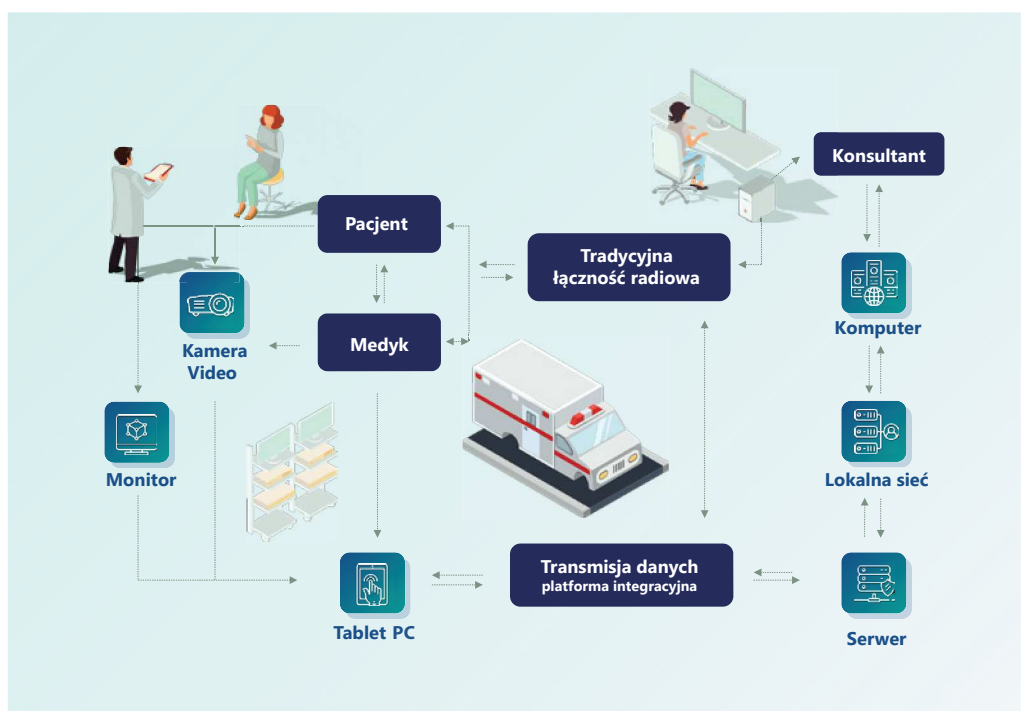
Dla systemu ratownictwa medycznego niezwykle istotna jest współpraca pomiędzy zespołami ratownictwa medycznego a personelem oddziału ratunkowego zarówno w codziennej praktyce, jak również w sytuacjach kryzysowych. Informacja o dostępnych zasobach (ludzkich i sprzętowych) i wynikających z tego możliwościach leczniczych ma kluczowe znaczenie dla prawidłowego organizowania pomocy. Wzajemna wymiana informacji o potrzebach i możliwościach pozwala w sposób prawidłowy zadysponować pacjenta do właściwego szpitala. Ma to szczególne znaczenie w przypadku transportu pacjenta w stanie ciężkim (kod czerwony), wymagającego intensywnej terapii lub operacji ratującej życie wykonanej w trybie natychmiastowym w warunkach oddziału ratunkowego (kategoria *load and go*) lub w trybie pilnym na bloku operacyjnym.

Poprawnie prowadzona komunikacja pomiędzy zespołem ratownictwa medycznego a zespołem urazowym oddziału ratunkowego wpływa pozytywnie na organizację pomocy w warunkach szpitalnego oddziału ratunkowego (SOR). Przekaz teleinformatyczny z ambulansu parametrów pacjenta, wsparty obrazem wideo i bezpośrednią komunikacją ratownika z lekarzem, pozwala na przeprowadzenie konsultacji, wymianę niezbędnych informacji, a w konsekwencji – odpowiednie przygotowanie zespołu SOR. Taki model postępowania skraca czas reakcji systemu w warunkach SOR, liczony od momentu przybycia pacjenta do szpitala do momentu podjęcia interwencji krytycznych. Sposób pozyskiwania informacji i transmisji danych z ambulansu przy wykorzystaniu ICT ilustruje **rys. 2**.

Skoro przedstawiony model postępowania sprawdza się w codziennej praktyce, to szczególnego znaczenia nabiera podczas sytuacji kryzysowych. Brak koordynacji działań pomiędzy zespołami ratownictwa medycznego i zespołami oddziału ratunkowego w sposób negatywny wpływa na efektywność działań ratunkowych w sytuacji kryzysowej (5). Na przykład podczas zamachu terrorystycznego na World Trade Center 11 września 2001 roku z powodu braku przepływu informacji i współpracy pierwszych poszkodowanych przetransportowano do trzech najbliższych szpitali, powodując ich paraliż (6).

Reddy i wsp. zidentyfikowali trzy główne czynniki wpływające na obniżenie efektywności współpracy w sytuacjach kryzysowych pomiędzy ratownictwem przedszpitalnym i szpitalnym. Do tych czynników należą: nieskuteczność obecnie wykorzystywanych technologii informacyjnych i komunikacyjnych, brak wspólnego gruntu (płaszczyzny wzajemnego zrozumienia), błędy w przepływie informacji (7).

Zdefiniowanie problemu właściwej komunikacji spowodowało konieczność wypracowania nowatorskich rozwiązań na bazie ICT w komunikacji pomiędzy miejscem zdarzenia, dyspozytorem systemu a szpitalami.



Źródło: Atmed Medycyna i Edukacja/CDIG S.A.

Rys. 2. Możliwości pozyskiwania informacji i transmisji danych z ambulansu przy wykorzystaniu ICT

## Triage

Segregacja medyczna (*triage*) to ocena stopnia zagrożenia życia dokonywana przez medyka na podstawie przyjętych dla danego wypadku lub choroby kryteriów (patrz rozdział 2). Z punktu widzenia funkcjonowania oddziału ratunkowego *triage* to też system zarządzania ryzykiem medycznym towarzyszącym pracy oddziałów ratunkowych (i nie tylko), pozwalający na jak najszybsze usytuowanie pacjenta w odpowiedniej grupie ryzyka (8). *Triage* jest wykonywany przy bezpośrednim kontakcie pacjenta z ratownikiem medycznym, pielęgniarką lub lekarzem. Obecnie pojawiły się nowe możliwości prowadzenia segregacji medycznej. *Teletriage* to ocena stanu pacjenta dokonywana przez medyka z odległości, bez bezpośredniego kontaktu, na podstawie przesłanych do oceny parametrów (10).

W dobie cyfryzacji systemów monitorowania stanu pacjenta pojawił się *e-triage*, czyli permanentna ocena stanu pacjenta dokonywana przy wykorzystaniu możliwości urządzeń cyfrowych. Miniaturyzacja urządzeń monitorujących stan pacjenta pozwala na ich wykorzystanie przy pełnej aktywności fizycznej osoby monitorowanej (*m-triage*, ang. *mobile triage*).

Segregacja medyczna, w tym *e-triage*, *m-triage* i *teletriage*, opiera się przede wszystkim na ocenie stanu świadomości i przytomności wybranych parametrów fizjologicznych, najczęściej oceniających wydolność układu krążenia i oddechowego, oraz danych uzyskanych z wywiadu (E). Większość niezbędnych do oceny pacjenta parametrów jest możliwa do sczytania przy pomocy urządzeń monitorujących. Uzyskane informacje mogą być przetwarzane i wizualizowane na monitorze lub transmitowane na tablet lekarza, pielęgniarki,

ratownika medycznego stale śledzących stan pacjenta podczas dyżuru lub opiekujących się pacjentem w warunkach ambulatoryjnych. Na podstawie przesłanego do analizy i oceny parametru lub grupy parametrów podejmowana jest decyzja o dalszym postępowaniu z pacjentem. Urządzenia monitorujące i kontrolujące stan pacjenta mają ustawione krytyczne wartości wybranych parametrów, przy osiągnięciu których włączane są alarmy oznajmiające niebezpieczne pogorszenie się stanu pacjenta i konieczność podjęcia interwencji.

Wykorzystanie tradycyjnych systemów komunikowania, jak: e-mail, telefon, dwukierunkowy radiotelefon czy telekonferencja z obrazem wideo, pozwala na zaprezentowanie lekarzowi informacji o stanie zdrowia pacjenta i uzyskanie informacji zwrotnej. Najczęściej model konsultacji przy wykorzystaniu różnych form transmisji jest stosowany w monitorowaniu pacjentów kardiologicznych, z zaburzeniami rytmu serca (telekardiologia, tele-EKG), ostrymi zespołami wieńcowymi, przewlekłą niewydolnością krążenia, przewlekłą obturacyjną chorobą płuc oraz w radiologii (10, 11). Jednym z ciekawszych przykładów praktycznego wykorzystania telemedycyny jest projekt badawczo-rozwojowy Monitel realizowany przez Śląskie Centrum Chorób Serca z partnerem technologicznym, firmą Wasko S.A. Co ciekawe, w projekcie udało się stworzyć uniwersalną platformę informatyczną pozwalającą na śledzenie danych i alarmów przesyłanych automatycznie z rozruszników serca różnych producentów wszczepionych pacjentom w Zabrze. Z kolei telemedycyna z wykorzystaniem transmisji wideo ma zastosowanie przede wszystkim w obszarach, w których dostęp do lekarza jest ograniczony, gdy występuje bariera odległości i czasu dojazdu.

Doświadczenia z zastosowania telemedycyny są obecnie wprowadzane do ratownictwa medycznego i medycyny ratunkowej. Pozwalają na lepszą komunikację pomiędzy zespołami ratownictwa medycznego i pomiędzy zespołami a personelem oddziału ratunkowego.

### Teleinformatyka w ratownictwie medycznym

System ratownictwa medycznego składa się z trzech podstawowych elementów, wspieranych przez dodatkowe podmioty stanowiące jego uzupełnienie.

Podstawowymi elementami systemu są:

- zespoły ratownictwa medycznego,
- oddziały ratunkowe i centra urazowe,
- dyspozytornie systemu.

Do podmiotów wspierających system PRM możemy zaliczyć: centra zarządzania kryzysowego, ośrodki informacji toksykologicznej, bazę szpitalną, specjalistyczne przychodnie i ośrodki zdrowia oraz Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy (KSRG) z podmiotami wspierającymi. Wszystkie te podmioty dysponują rozwiązaniami informatycznymi wykorzystywanymi na własne potrzeby. Dla dobra systemu powinny być spięte uniwersalnym systemem informatycznym pozwalającym na wzajemną wymianę informacji (12).

W służbach ratowniczych systemy informacyjne są wykorzystywane w celu zapewnienia sprawnego zarządzania i funkcjonują w ramach Systemu Wspomagania Dowodzenia (SWD). SWD to platforma dyspozytorska przeznaczona do koordynacji działań ratowniczych i porządkowych w zakresie m.in. przyjmowania zgłoszeń i obsługi zdarzeń, dysponowania i zarządzania zasobami logistycznymi, a także: wizualizacji, gromadzenia i przetwarzania danych

## ROZDZIAŁ 7

pochodzących z różnych obszarów działania. Obecnie każda ze służb ratowniczych i porządkowych dysponuje własnym systemem wspomagania dowodzenia, odzwierciedlającym specyfikę i potrzeby danej służby. Opracowywane na świecie technologie informatyczne i informacyjne mają na celu pomóc personelowi medycznemu zarządzać przepływem informacji, przemieszczaniem zasobów i pacjentów na miejscu zdarzenia, komunikowaniem się pomiędzy sobą na miejscu zdarzenia i partnerami zewnętrznymi, segregować pacjentów i dysponować ich do szpitali. Te systemy bazują na osobistych cyfrowych asystentach (PDAs, ang. *Personal Digital Assistants*), w tym celu są również wykorzystywane: tablety, smartfony, iphony, system informacji geograficznej (GIS, ang. *Geographic Information System* – system informacyjny służący do wprowadzania, gromadzenia, przetwarzania oraz wizualizacji danych geograficznych), system nawigacji satelitarnej (GPS-NAVSTAR, ang. *Global Positioning System – Navigation Signal Timing and Ranging*, dostarczający użytkownikowi informacji o jego położeniu i ułatwiający nawigację w terenie) oraz sieć bezprzewodowa (ang. *wireless networks*) pozwalająca na bezprzewodowe przesyłanie danych. Przykłady sieci bezprzewodowej obejmują: sieci komórkowe, bezprzewodowe sieci lokalne (WLAN), bezprzewodowe sieci czujników, satelitarne sieci komunikacyjne i naziemne sieci mikrofalowe.

System Wspomagania Dowodzenia Państwowego Ratownictwa Medycznego (SWD PRM) to system teleinformatyczny, który umożliwia:

- przyjęcie zgłoszeń alarmowych i powiadomień o zdarzeniach z numerów alarmowych (112, 999),
- dysponowanie zespołów ratownictwa medycznego (ZRM),
- rejestrowanie zdarzeń medycznych,
- lokalizację poszczególnych zdarzeń, miejsc pobytu ZRM i ich statusów na mapie, która stanowi zintegrowany z systemem moduł (Uniwersalny Moduł Mapowy).

Jednolity dla całego kraju SWD PRM w opinii jego twórców ma zapewnić realizację zadań przez:

- dyspozytorów medycznych,
- członków zespołów ratownictwa medycznego,
- lekarzy koordynatorów ratownictwa medycznego,
- uprawnionych przedstawicieli Ministerstwa Zdrowia.

System ten jest w trakcie rozbudowy i dostosowywania do współczesnych potrzeb (13, 14). Na podstawie udostępnionych informacji o systemie i planów jego modernizacji możemy stwierdzić, że spełnia on oczekiwania ratownictwa medycznego w ograniczonym stopniu. W 2010 roku w Bielskim Pogotowiu Ratunkowym, a następnie w Krakowskim Pogotowiu Ratunkowym oraz jednostkach ratownictwa medycznego z województwa małopolskiego wdrożono nowatorski system wspomagania dowodzenia SWD WASKO (fot. 1). Mimo że system ten dysponował ciekawymi rozwiązaniami, a już w 2011 roku – nowatorskim na skalę światową modułem do obsługi zdarzeń masowych nie został on wprowadzony w skali kraju (15).

Informatycy medyczni zaangażowani w proces tworzenia rozwiązań ICT biorą pod uwagę wiele czynników, które mają wpływ na interakcje człowiek – technologia informatyczna. W szczególności koncentrują się na zrozumieniu cech podmiotu medycznego,





Źródło: R. Kijanka

Fot. 1. System Wspomagania Dowodzenia SWD WASKO wykorzystywany w codziennej praktyce

dla którego przeznaczona jest aplikacja, i sposobu, w jaki technologie ICT powinny być zaprojektowane, aby wspierać i wzmacniać ludzi korzystających z efektów ich pracy. Obok wyzwań czysto technicznych projektanci biorą pod uwagę czynniki społeczne przewidywany wpływ wdrożonych rozwiązań na kulturę pracy organizacji (czynniki socjotechniczne), wynikające z interakcji ludzi i technologii (16-18).

Korzystanie z aplikacji w procesie zarządzania i podejmowania decyzji musi być intuicyjne, wpisane w proces myślowy i analityczny danego podmiotu. Sposób prezentowania informacji musi wychodzić naprzeciw oczekiwaniom odbiorców, by był przydatny w procesie podejmowania decyzji. Ta cecha aplikacji ma szczególne znaczenie w zarządzaniu informacją podczas zdarzeń masowych i sytuacji szczególnych. Wypracowanie interfejsu dla służb ratunkowych na różnych poziomach reagowania decyduje o przydatności rozwiązań ICT w zarządzaniu działaniami ratunkowym w zdarzeniach masowych.

### ICT w zdarzeniach masowych i sytuacjach szczególnych

Zdarzenia masowe charakteryzują się brakiem możliwości udzielenia pacjentom będącym w stanie zagrożenia życia standardowej pomocy medycznej i podjęcia natychmiastowego transportu do właściwych szpitali. Sytuacje szczególne charakteryzują się brakiem możliwości udzielania standardowej pomocy poszkodowanym z powodu istniejących zagrożeń i wynikających z tego ograniczeń oraz konieczności stosowania specjalistycznego wsparcia i środków ochrony osobistej. Umiejętne dysponowanie skromnymi, jak na potrzeby danego zdarzenia, zasobami odgrywa decydującą rolę.

## ROZDZIAŁ 7

Zarządzanie zdarzeniem masowym, w tym z udziałem CBRNiE/HAZMAT, wymaga zastosowania nowatorskich medyczno-logistycznych rozwiązań ze względu na ekstremalne zapotrzebowanie na informacje. W konsekwencji wymaga to wsparcia struktury organizacyjnej, pracujących ludzi i stosowanych procedur systemami zarządzania przepływem informacji i komunikacji ICT (19).

Moduł do obsługi zdarzeń masowych opiera się na wspieraniu funkcjonującego systemu zarządzania, usprawniając przepływ informacji, segregując i analizując, a na końcu prezentując wyniki. Działa on w ramach systemów wspomaganie dowodzenia, jest zintegrowany z bazą danych szpitali i bazą danych pacjentów (EMR lub EDM). W ten sposób tworzy zasób informacji, który pozwala racjonalnie i efektywnie podejmować decyzje na wszystkich etapach działań ratunkowych (**rys. 2**).

Obszary wykorzystania ICT w zarządzaniu pomocą medyczną możemy sprowadzić do trzech grup podstawowych zadań:

- segregacji medycznej i segregacji zasobów,
- zarządzania leczeniem na miejscu zdarzenia i dysponowania zasobami,
- zarządzania transportem i alokacją w szpitalach.

### Możliwości ICT w segregacji medycznej

Wykorzystanie ICT w segregacji medycznej możemy sprowadzić do zadań związanych z gromadzeniem danych o pacjentach, ich przetwarzania, prezentacji wyników i propozycji postępowania. Systemy informatyczne wykorzystują do oceny stanu pacjentów te same parametry i te same algorytmy oceny, które są wykorzystywane w codziennej praktyce.

Proces zbierania danych o pacjentach może przebiegać w sposób pasywny (dane są wprowadzane do systemu komputerowego przez ratownika/rekordera<sup>1</sup>) (**fot. 2**) i/lub aktywny przy wykorzystaniu urządzeń monitorujących parametry fizjologiczne. W pierwszym przypadku w trakcie dokonywanej segregacji przez zespół segregujący ratownik/rekorder czytuje wszystkich oznakowanych pacjentów, tworząc tym sposobem bazę danych o pacjentach. Jednym z pierwszych ciekawych systemów pracujących na tym pomysśle jest WISSARD (ang. *Wireless Internet Information System for Medical Response to Disasters*). To wieloletni projekt naukowo-badawczy fundowany przez US National Institutes of Health National Library of Medicine w celu opracowania, testowania i wyszukiwania skalowalnych technologii bezprzewodowego internetu i poprawy opieki medycznej nad ofiarami przebywającymi w miejscu katastrofy lub terrorystycznego ataku (20, 21).

Równolegle w Polsce był realizowany podobny projekt SWD WASKO, który koncentrował się przede wszystkim na *triage'u* i zarządzaniu informacją o stanie pacjentów (15).

W systemach pasywnych pacjent w trakcie segregacji zostaje oznakowany kartą lub barwną taśmą segregacyjną. Na każdej karcie lub taśmie segregacyjnej znajduje się kod pozwalający po jego sczytaniu identyfikować pacjenta w systemie informatycznym. Każdy pacjent dysponuje tym sposobem wirtualną kartą segregacyjną, uzupełnianą podczas dzia-

<sup>1</sup> Rekorder (ang. *recorder* – kronikarz, protokolant, zapisywacz), inaczej skryba – osoba odpowiedzialna za zapisywanie danych, gromadzenie informacji, prowadzenie dziennika.



Źródło: Atmed Medycyna i Edukacja

Fot. 2. Wprowadzanie danych o pacjencie przez ratownika/rekordera przy wykorzystaniu PDA (SWD WASKO)

łań ratunkowych na miejscu i w transporcie. Informacje zawarte w wirtualnej karcie mogą być przesyłane, a następnie inkorporowane do rutynowo wykorzystywanej elektronicznej dokumentacji medycznej. Integracja dwóch systemów zapewnia ciągłość przepływu informacji w systemie informatycznym. Dzięki temu następuje płynne przejście z obsługi dokumentacji kryzysowej na dokumentację rutynową.

Zeskanowanie kodu umieszczonego na karcie segregacyjnej pacjenta pozycjonuje go na mapie GIS, a następnie wizualizuje go ikoną, w odpowiednim do stanu pacjenta kolorze. Informacje te są prezentowane w formie mapy lub tabelarycznej na monitorze komputerów kierownika segregacji (KS) i kierującego akcją medyczną (KAM) w sztabie akcji i dyspozytorni systemu. Wykorzystanie mapy GIS pozwala śledzić rozmieszczenie poszkodowanych na miejscu zdarzenia i transport zarówno wewnętrzny w obszarze miejsca zdarzenia i punktu medycznego, jak i zewnętrzny do szpitali. Brak odświeżenia pacjenta w systemie powoduje włączenie alarmu na tablecie kierującego segregacją. Tym samym przekazywana jest informacja, że nie dokonano kolejnej oceny pacjenta (*re-triage'u*). Stanowi to element systemu kontroli jakości świadczonych usług medycznych podczas zdarzenia.

Zastosowanie układu tabelarycznego pozwala na wykorzystanie możliwości aplikacji do ustalania i wizualizacji priorytetów (wg ustalonego dla danego zdarzenia algorytmu *triage'u*) w określeniu pilności udzielania pomocy i transportu do szpitali (**fot. 3**).

Papierowe karty segregacyjne i systemy pasywne pozwalają jedynie na „sekwencyjne zarządzanie” informacją. W odróżnieniu od nich systemy aktywne monitorują stan pacjenta



Źródło: Atmed Medycyna i Edukacja

Fot. 3. Wizualizacja danych z segregacji w układzie tabelarycznym na monitorze tabletu (SWD WASKO)

i przesyłają w sposób ciągły dane do systemu informatycznego. W tym celu wykorzystywane są zminiaturyzowane urządzenia telemetryczne (tzw. inteligentne karty segregacyjne).

Inteligentne karty segregacyjne ITT (ITT, ang. *Intelligent Triage Tag*) to zminiaturyzowane urządzenia mobilne umieszczane na pacjencie, pozwalające na monitorowanie wybranych parametrów życiowych. Najczęściej monitorowane są: czynność serca (EKG), ciśnienie tętnicze, częstość oddechów, saturacja, temperatura ciała. Ustawione w urządzeniu kryteria oceny pozwalają na wykrywanie parametrów krytycznych i powiadomianie segregujących ratowników o powstałym zagrożeniu życia. Zarządzanie pozyskaną tym sposobem informacją przebiega zazwyczaj dwutorowo. Informacje są przekazywane do systemu informatycznego i wizualizowane na monitorze tabletu lub prezentowane na kartach w postaci migających diod. Kolor migającej diody i częstotliwość migotania określają poziom zagrożenia i rodzaj zakodowanej informacji (np.: błąd odczytu danych, obecność materiałów niebezpiecznych, konieczność dekontaminacji, niski poziom baterii itp.). Przykładowymi rozwiązaniami wykorzystującymi ten model zbierania danych i zarządzania informacją są systemy AID-N (ang. *The Advanced Health and Disaster Aid Network*) i WISSARD (20-22).

Bardziej zaawansowane systemy integrują działania ratunkowe przedszpitalne ze szpitalnymi. Zebrana baza danych o pacjentach jest przesyłana do szpitali, co pozwala im na odpowiednie przygotowanie na przyjęcie ofiar zdarzenia masowego. Przykładem tego typu rozwiązań są systemy MEDTOC (ang. *Medical Data Transmission Over Cellular Network*) i ATS (*Atmed Triage System*) (23, 24).

W systemach informatycznych są wykorzystywane algorytmy wstępnej segregacji, takie same jak w tradycyjnej segregacji medycznej (START, JumpSTART, SALT) lub poszerzone o możliwości systemów informatycznych (*Sacco Triage System, Atmed Triage System*) (24-28). Dzięki systemom informatycznym wprowadzenie kryterium wieku pozwala na dokładniejsze przesegregowanie dzieci i osób starszych na wstępnym etapie (27). Przy tradycyjnym systemie zarządzania informacja trafia do kierownika segregacji z opóźnieniem, systemy informatyczne pozwalają natychmiast zarządzać nową informacją i włączyć ją w proces podejmowania decyzji.

Na etapie *re-triage'u* i segregacji właściwej w punkcie medycznym wprowadzenie do procesu segregacji dodatkowych kryteriów oceny, np. w oparciu o skale urazowe, pozwala na pełniejsze i dokładniejsze wykonanie segregacji i podjęcie bardziej trafnych decyzji co do dalszego postępowania z pacjentem. Wprowadzenie wybranych skal urazowych (np. skala RTS) do segregacji pacjentów, wykonywanych sposobem tradycyjnym, tzn. w bezpośrednim kontakcie, wymaga skomplikowanego, jak na warunki zdarzenia masowego, procesu ich analizy, narażonego na możliwość popełnienia błędów w obliczeniach, a tym samym podjęcia błędnych decyzji (29).

W sytuacjach szczególnych (CBRNiE/HAZMAT) wykorzystanie bazy danych znajdujących się w systemie informatycznym pozwala na szybkie wykonanie *triage'u* biologicznego, chemicznego i radiacyjnego. Dostępny na miejscu wykaz substancji niebezpiecznych i znajdująca się tam charakterystyka objawów wynikających z zatrucia środkiem chemicznym pozwalają na szybki dostęp algorytmu segregacji dedykowanego dla danej substancji lub grupy substancji i jego wykorzystanie. W przypadku braku informacji o rodzaju substancji chemicznej będącej przyczyną zatrucia systemy komputerowe w oparciu o posiadaną bazę danych pozwalają na wykonanie szybkiej identyfikacji klinicznej na podstawie wprowadzonego opisu objawów, a tym samym ustalenie toksydromu (Protokół RaPiD-T) (30). W przypadku zagrożeń radiacyjnych mobilna aplikacja REMM (ang. *Radiation Emergency Medical Management*) dostarcza wskazówek dla pracowników służby zdrowia w sprawie diagnozowania i leczenia uszkodzeń radiologicznych. Zawiera ona: algorytm postępowania w wypadku radiacyjnym, estymator dawki, system segregacyjny i niezbędne informacje (31).

Podejrzanie wystąpienia choroby wysoce zakaźnej i ryzyka wystąpienia epidemii wymaga złożonych i wieloprofilowych działań. Próba rozwiązania tego problemu jest program o nazwie LEADERS (ang. *Lightweight Epidemiology Advanced Detection and Emergency Response System*). System ten zawiera wiele modułów, które zapewniają usługi w zakresie nadzoru biologicznego: wprowadzania danych, dystrybucji danych, algorytmy analizy danych, dystrybucji wiedzy oraz system dowodzenia i kontroli danej sytuacji. LEADERS jest zaprojektowany jako system ciągłego nadzoru (32).

### **Triage zasobów ratownictwa medycznego**

Do sprawnego zarządzania działaniami ratunkowymi niezbędne jest posiadanie informacji o zasobach logistycznych ratownictwa medycznego i bazy szpitalnej. Szybki *triage* zasobów, a tym samym określenie możliwości systemu ratowniczego na dany moment pozwala na optymalne dopasowanie dostępnych zasobów do potrzeb i wypracowanie tym sposobem

## ROZDZIAŁ 7

najbardziej skutecznej metody pozwalającej na rozwiązanie powstałego problemu. Przy tradycyjnym modelu zarządzania informacje o zasobach logistycznych docierają na miejsce zdarzenia z opóźnieniem, a w dalszej kolejności napływają skokowo przy każdorazowej ich aktualizacji. To powoduje, że od początku zaczynamy proces planowania lub wprowadzamy znaczne poprawki do planu. System informatyczny aktualizuje dane z *triage'u* pacjentów i z oceny zasobów automatycznie, wypracowując jednocześnie najlepsze rozwiązania. Wykorzystanie systemów informatycznych pozwala na dynamiczne planowanie operacyjne (DPO) i elastyczne zarządzanie zasobami. Wsparcie informatyczne pozwala na zintegrowanie działań ratunkowych podejmowanych na miejscu zdarzenia, w transporcie, na oddziale ratunkowym i w szpitalu w jeden proces zarządzania pomocą medyczną.

Coraz częściej przy planowaniu procesu leczenia w oddziale ratunkowym uwzględnia się zasoby logistyczne szpitala. Przykładowym modelem zarządzania i podejmowania decyzji podczas segregacji na oddziale ratunkowym jest system segregacji medycznej ESI (ang. *Emergency Severity Index*) (33). Obecnie coraz głośniej mówi się o informatyzacji oddziałów ratunkowych w zakresie zarządzania procesem *triage'u*, udzielania pomocy w warunkach oddziału ratunkowego (koncepcja eSOR), transportu i diagnostyki wewnątrzszpitalnej. Wykorzystanie w tym procesie metod zarządzania opartych na Lean Six Sigma optymalizuje i zwiększa efektywność pomocy udzielanej na oddziałach ratunkowych (34, 35). Wykorzystanie wspomnianych metod zarządzania (Lean Six Sigma) wspartych technologiami informatycznymi (IT) i informacyjnymi (ICT) pozwala śledzić na bieżąco możliwości lecznicze oddziałów ratunkowych i SOR, prezentować te możliwości i wykorzystywać je do planowania alokacji poszkodowanych z miejsca zdarzenia masowego lub sytuacji szczególnej. System zarządzania i dynamicznej segregacji medycznej Australasian Triage Scale (ATS) to koncepcja wykorzystująca opisane rozwiązania i analizująca zasoby logistyczne na każdym z etapów, co optymalizuje pomoc medyczną od momentu zdarzenia do sali resuscytacyjno-zabiegowej oddziału ratunkowego (24).

### Transport i alokacja w szpitalach

Zebranie informacji o pacjentach w procesie segregacji i analizy zasobów transportowych i leczniczych wymaga ich przetworzenia i opracowania najbardziej optymalnych rozwiązań co do transportu i alokacji w szpitalach. Postępowanie z pacjentami opisane w poprzednich rozdziałach, sprowadzające się do zasady „właściwy pacjent, we właściwym czasie, właściwym środkiem transportu, do właściwego szpitala”, wymaga przeprowadzenia złożonego procesu analizy. Wykorzystanie możliwości ICT pozwala na przetworzenie dynamicznie zmieniających się danych i dopasowanie pacjentów do odpowiedniego środka transportu (ambulans P, ambulans S, HEMS<sup>2</sup>) i właściwego im szpitala z uwzględnieniem: poziomu referencyjności, zakresu możliwych do świadczenia usług i czasu dotarcia.

Współcześnie podczas prowadzenia działań ratunkowych w momencie planowania alokacji poszkodowanych w szpitalach ratownictwo medyczne nie ma pełnej informacji o możliwościach leczniczych. Szpitale nie mają pełnej informacji o: liczbie poszkodowa-

---

<sup>2</sup> HEMS – ang. *Helicopter Emergency Medical Service*, pol. Śmigłowcowa Służba Ratownictwa Medycznego

nych, dynamice działań ratunkowych, podjętych czynnościach ratunkowych, kolejności transportu poszczególnych pacjentów, rodzaju ich obrażeń, i w konsekwencji nie mogą zaplanować działań ratunkowych na poziomie SOR. Zarządzanie kryzysowe wymaga szybkiej, terminowej i pełnej koordynacji działań nie tylko pomiędzy zespołami na miejscu zdarzenia, ale także pomiędzy miejscem zdarzenia a szpitalami.

Zespoły ratownictwa medycznego i zespoły urazowe SOR mają różne funkcje do spełnienia i zadania do wykonania w procesie zarządzania pomocą medyczną. W szczególności w czasie zdarzeń masowych i sytuacji szczególnych koordynacja między ZRM a zespołami SOR musi być ściśle powiązana i dostosowana do realizacji celów podmiotów ratowniczych dla skutecznego rozwiązania sytuacji kryzysowej (36, 37). W tym kierunku idą między innymi przedstawione powyżej rozwiązania (MEDTOC i ATS).

Z punktu widzenia ratownictwa medycznego i medycyny ratunkowej najbardziej istotne są informacje dotyczące dostępności do kabin dekontaminacyjnych, sal zabiegowo-resuscytacyjnych oddziałów ratunkowych, bloków operacyjnych czy oddziałów intensywnej terapii w zróżnicowaniu na pacjentów dorosłych i dzieci. Poprzez dostępność rozumiemy możliwość ich wykorzystania. Istnienie w wykazie szpitala sali operacyjnej bez zespołu urazowego czyni ją bezużyteczną.

Celem działania zespołów ratownictwa medycznego jest jak najszybsze przetransportowanie pacjentów z miejsca zdarzenia do właściwego szpitala. Obecnie w trakcie tak wypracowywanych decyzji o transporcie nie bierze się pod uwagę aktualnych możliwości leczniczych szpitali. Wpływa na to przede wszystkim opóźnienie w przesyłaniu aktualnych informacji. Sytuacja jest szczególnie trudna, gdy mamy do czynienia ze szpitalami specjalistycznymi, nastawionymi na leczenie tylko określonej grupy pacjentów. Wykorzystanie tradycyjnych metod *triage'u* i podejmowanie decyzji o alokacji może skutkować przewiezieniem pacjentów wymagających podobnej interwencji chirurgicznej do jednego szpitala. Tym samym nie rozwiązujemy problemu, tylko obarczamy nim kogoś innego. Uzyskanie przez dyspozytora medycznego informacji ze szpitali o rzeczywistych możliwościach leczniczych pozwala na właściwe zadysponowanie pacjentów.

ICT pozwala na elastyczne planowanie działań ratunkowych w oparciu o zmieniające się w czasie dane operacyjne. Zmiana sposobu myślenia z ograniczonego do określonego zadania, realizowanego miejsca i czasu działania, na myślenie procesowe rozciągnięte w czasie i przestrzeni praktycznie od momentu wystąpienia zdarzenia do momentu interwencji ratującej życie w szpitalu to rewolucja w sposobie zarządzania działaniami ratunkowymi. Informatyzacja systemów zarządzania na poszczególnych etapach pozwala na integrację w jeden złożony proces. Zmiana stanu pacjenta, pojawienie się dodatkowych ambulansów, przybycie do szpitala wezwanych z domu lekarzy ratunkowych zmieniają warunki, jakimi dysponuje ratownictwo medyczne. Szybkie przetworzenie tych danych, dzięki ICT i wypracowaniu nowych rozwiązań, pozwala na aktualizację podejmowanych decyzji.

### Podsumowanie

Wprowadzenie rozwiązań informatycznych i komunikacyjnych (ICT), działających w ramach systemów wspomagania dowodzenia, pozwala na poprawę efektywności zarządzania

## ROZDZIAŁ 7

działaniami ratunkowymi poprzez zwiększenie efektywności segregacji medycznej, zarządzania zasobami na miejscu zdarzenia i w transporcie oraz optymalne wykorzystanie możliwości szpitali.

W zdarzeniu masowym ogrom napływających z różnych kierunków i zmieniających się w czasie informacji wymaga ich zgromadzenia, weryfikacji, przetworzenia, a w konsekwencji zaprezentowania i opracowania na ich podstawie optymalnych dla danej sytuacji rozwiązań.

Tradycyjny model przetwarzania informacji oparty wyłącznie na możliwościach pojedynczego człowieka czy nawet grupy ludzi pracujących w sztabie akcji ratunkowej, okazuje się niewystarczający. Wykorzystanie systemów informatycznych rozwiązuje wiele problemów, usprawnia działanie, pozwala wypracować najlepsze rozwiązania i podjąć właściwe decyzje.



### Piśmiennictwo

1. Ciecziura M.: *Podstawy technologii informacyjnych z przykładami zastosowań*. Opolgraf SA, Warszawa 2006.
2. Rudowski R.: *Telemedycyna i telematyka*. [W:] *Informatyka medyczna*. Rudowski R. (red.). Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012, 182-196.
3. Rudowski R., Grabowski M., Sieradzki J.: *Elektroniczna historia choroby*. [W:] *Informatyka medyczna*. Rudowski R. (red.). Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012, 137-152.
4. <https://international.healthvault.com/us/pl/overview>. dostęp: 10.08.2018 r.
5. Delbridge T.R., Bailey B., Chew J.T. i wsp.: *EMS agenda for the future: where we are... where we want to be*. „PreHospital Emergency Care”, 12 (1998), 1-12.
6. Oster N., Nierenberg R., Menlove S. i wsp.: *Reflections: September 11, 2001 – what we learned*. „Academic Emergency Medicine”, 2002, 9 (3), 216.
7. Reddy M.D., Sharoda A.P., Abraham J. i wsp.: *Challenges to effective crisis management: Using information and communication technologies to coordinate emergency medical services and emergency department teams*. „Int. J. Med. Inform.”, 2008, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2008.08.003. Dostęp: 10.08.2018 r.
8. Mackway-Jones K., Marsden J., Windle J.: *Triage. Ratunkowa segregacja medyczna*. Jakubaszko J. (red. wydania I polskiego) Elsevier Urban & Partner, Wrocław, 2012, 1-19.
9. Gonzales Armengol J.J., Carricondo F., Mingorance C. i wsp.: *Telemedicine in emergency care: Methodological and practical considerations*. „Emergencias”, 2009, 21, 287-294.
10. Whitten P., Mickus M.: *Home telecare for COPD/CHF patients: outcomes and perceptions*. „Journal of Telemedicine and Telecare”, 2007, 13, 69-73.
11. Kasiak K., Surtel W., Maciejewski R.: *Telemedycyna w sytuacjach kryzysowych*. „Ostry Dyżur”, 2014, tom 7, 2, 63-68.
12. Trzos A.: *Teleinformatyka w ratownictwie medycznym*. „Na Ratunek”, 1/09, 64-67.
13. <https://www.gov.pl/zdrowie/system-wspomagania-dowodzenia-panstwowego-ratownictwa-medycznego-swd-prm>, dostęp: 7.08.2018 r.
14. Nadolny K., Kozłowski R., Wardyn T.: *System Wspomagania Dowodzenia Państwowego Ratownictwa Medycznego – przyszłość systemu ratownictwa medycznego w Polsce?*. „Ogólnopolski Przegląd Medyczny”, 2017, 4, 61-67.
15. Trzos A.: *Zintegrowane systemy zarządzania w stacjach pogotowia ratunkowego*. „Na Ratunek”, 4/11, 45-51.
16. Berg M., Langenberg C., Ivd B. i wsp.: *Considerations for socio-technical design: experiences with an electronic patient record in a clinical context*. „International Journal of Medical Informatics”, 1998, 52, 1998, 243-251.
17. Ash J., Sittig R., Dykstra R. i wsp.: *Categorizing the unintended socio-technical consequences of computerized provider order entry*. „International Journal of Medical Informatics”, 2007, 76, 21-27.
18. Mumford E.: *The story of socio-technical design: reflections on its success, failures and potential*. „Information Systems Journal”, 2006, 16, 317-342.
19. Martinez J.D.R.: *A Wearable Platform for Patient Monitoring during Mass Casualty Incidents*. „Scientific Publishing”, 2018, 8-9.
20. Chan T.C., Killeen J., Griswold W. i wsp.: *Information technology and emergency medical care during disasters*. „Academic Emergency Medicine”, 2004, 11(11), 1229-1236.
21. Chan T.C., Griswold W.G., Buono C. i wsp.: *Impact of Wireless Electronic Medical Record system on the Quality of Patient Documentation by emergency field Responders during a disaster Mass-Casualty Exercise*. „Prehospital and disaster Medicine”, 2011, 26 (4), 268-275.
22. Gao T., Massey T., Selavo L. i wsp.: *The advanced health and disaster aid network: a light – weight wireless medical system for triage*. IEEE Transactions on biomedical circuits and systems, 2007, 1, 203-261.
23. Zubairi J.A., Idwan S.: *Smart algorithms for patient assignment in disasters*. „ICT Express”, 2018, 4, 107-111.
24. <https://www.atmed.eu/atmedtrriagesystem> [dostęp: 13.08.2018 r.].
25. Garner A., Lee A., Harrison K. i wsp.: *Comparative analysis of multiple-casualty incident triage algorithms*. „Ann Emerg Med”, 2001, 38 (5), 541-548.
26. Roming L.E.: *Paediatric triage. A system to JumpSTART your triage of young patients at MCI's*. „JEMS”, 2002, 27(7), 52-53.
27. Sacco W.J., Navin M., Fiedler E.A. i wsp.: *Precise formulation and evidence based application of resource-constrained triage*. „Acad Emerg Med”, 2005, 12 (8), 579-770.
28. Cone D.C., Serra J., Burns K., MacMillan D.S., Kurland L., Van Gelder C.: *Pilot test of the SALT mass casualty triage system*. „Prehosp Emerg Care”, 2009, 13(4), 536-540.
29. Trzos A.: *Zarządzanie ratownictwem medycznym w sytuacji kryzysowej*. [W:] *Narodowy System Pogotowia Kryzysowego*. Piątek Z (red.): GRASP Drukarnia Cyfrowa, Warszawa 2007, 101-107.
30. Pach J.: *Zadania toksykologii klinicznej w rozpoznaniu i zmniejszaniu skutków terroryzmu chemicznego*. [W:] *Prace komisji zagrożeń cywilizacyjnych*, 2012, 5, 117.
31. US Department of Health and Human Services: *Radiation emergency Medical Management*. REMM Web. Site. <http://www.remm.nlm.gov/>. Dostęp: 16.08.2018 r.
32. Teich J.M., Wagner M.M., Mackenzie C.F. i wsp.: *The role of informatics in preparedness for bioterrorism and disaster*. „Journal of the American Medical Informatics Association”, Volume 9, Number 2, Mar/Apr 2002, 97-104.
33. <https://www.esitriage.com/esi-algorithm>. Dostęp: 10.08.2018 r.

## ROZDZIAŁ 7

34. Eitel D.: *Czym jest Lean Six Sigma? Wprowadzenie do zarządzania metodą Lean oraz Six Sigma dla nowicjuszy w opiece zdrowotnej*. [W:] Shiver J.M., Eitel D.: *Szpitalny Oddział Ratunkowy. Zarządzanie operacyjne i optymalizacja*. Wolter Kluwer Polska, Warszawa 2012, 59-64.
35. Butler G., Caldwell C., Elswick S.: *Wykorzystanie Lean Six Sigma do poprawy wydajności pracy oddziału ratunkowego*. [W:] Shiver J.M., Eitel D.: *Szpitalny Oddział Ratunkowy. Zarządzanie operacyjne i optymalizacja*. Wolter Kluwer Polska, Warszawa 2012, 65-92.
36. Anantharaman V., Han L.: *Hospital and emergency ambulance link: it to enhance emergency pre-hospital care*. „International Journal of Medical Informatics”, 2001, 61, 147-161.
37. Halperin P., Tsai M.C., Arnold J.L. i wsp.: *Mass-casualty, terrorist bombings: implications for emergency department and hospital emergency response (part II)*. „Prehospital and Disaster Medicine”, 2003, 18(3), 235-241-325 25.