

EMERGENCY MEDICAL SERVICE

RATOWNICTWO MEDYCZNE



**Repeated chest compression training determines the effectiveness
of cardiopulmonary resuscitation**

Trening w zakresie uciskania klatki piersiowej
a skuteczność resuscytacji oddechowej

The tele-ems physician project in Aachen, Germany

Projekt e-lekarza systemu w niemieckim Aachen

**Lung ultrasound – the new tool for chest examination
in the emergency department**

Ultrasonografia płuc – nowe narzędzie
w diagnostyce chorób klatki piersiowej

**Hyperbaric oxygen therapy – indications,
contraindications and complications**

Tlenoterapia hiperbaryczna – wskazania,
przeciwwskazania i powikłania

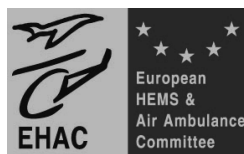
EMERGENCY MEDICAL SERVICE

RATOWNICTWO MEDYCZNE



Patronaty

Prof. dr hab. med. Jerzy Robert Ładny – Konsultant Krajowy w dziedzinie medycyny ratunkowej



Editorial Board/Redakcja

Editor in Chief/Redaktor naczelny – dr n. med. Robert Gałązkowski (Warszawa, Polska)

Associate Editors/Redaktorzy tematyczni:

Małgorzata Popławska, MD, PhD (Cracow, Poland)
– Emergency Medical Service

Dariusz Timler, MD, PhD (Łódź, Poland)
– Emergency Medicine

Rakesh Jalali, MD, PhD (Olsztyn, Poland)
– Recommendations, Guidelines

Language Editors/Redaktorzy językowi:

mgr Agnieszka Rosa
dr Thomas Drazba

Linguistic Supervisor

dr n. med. Rakesh Jalali

Statistical Editor/Redaktor statystyczny

mgr Ewa Guterman

Editorial Board/Komitet redakcyjny:

Ignacy Baumberg (Łódź, Polska)
Maciej Chruścikowski (Warszawa, Polska)
Agata Dąbrowska (Poznań, Polska)
Marek Dąbrowski (Poznań, Polska)
Michael Hough (Londyn, Wielka Brytania)
Mateusz Komza (Warszawa, Polska)
Kai Kranz (Nottwil, Szwajcaria)
Heidi Laine (Turku, Finlandia)
Bernd Lang (Wiedeń, Austria)

Marek Maślanka (Kraków, Polska)
Paweł Panieński (Poznań, Polska)
Marcin Podgórski (Warszawa, Polska)
Joanna Sowizdraniuk (Kraków, Polska)
Adrian Stanisławski (Kraków, Polska)
Stanisław Świeżewski (Warszawa, Polska)
Edyta Wcisło (Łódź, Polska)
Arkadiusz Wejnarski (Warszawa, Polska)
Zbigniew Żyła (Warszawa, Polska)

Scientific Board/Rada naukowa:

prof. Janusz Andres (Kraków, Polska)
prof. Carlos U. Arancibia (Wirginia, USA)
prof. David Baker (Paryż, Francja)
prof. Andrzej Basiński (Gdańsk, Polska)
dr Odeda Benin-Goren (Tel Aviv, Izrael)
dr Táňa Bulíková (Bratysława, Słowacja)
prof. Michael Cassara (Nowy Jork, USA)
dr Tomasz Darocha (Kraków, Polska)
dr Adam Domanasiewicz (Trzebnica, Polska)
prof. Artur Fedorowski (Malmö, Szwecja)
dr Mark D. Frank (Drezno, Niemcy)
prof. Michał Gaca (Poznań, Polska)
prof. Ryszard Gajdosz (Kraków, Polska)
prof. Wojciech Gaszyński (Łódź, Polska)
dr Mariusz Goniewicz (Lublin, Polska)
dr Roman Gregoř (Ostrava, Czechy)
prof. Arsen Gudyma (Tarnopol, Ukraina)
dr Przemysław Guła (Warszawa, Polska)
dr Kurihara Hayato (Mediolan, Włochy)
dr n. med. Nataliya Izhytska (Lwów, Ukraina)

dr Rakesh Jalali (Olsztyn, Polska)
prof. Juliusz Jakubaszko (Wrocław, Polska)
prof. Anthony J. LaPorta (Parker, USA)
Thomas LeClair (Windsor, Kanada)
prof. David Lockett (Londyn, Wielka Brytania)
prof. Hans Morten Lossius (Drobak, Norwegia)
prof. Jerzy Robert Ładny (Białystok, Polska)
prof. Waldemar Machała (Łódź, Polska)
prof. Konrad Meissner (Greifswald, Niemcy)
prof. Olle Melander (Malmö, Szwecja)
dr Grzegorz Michalak (Warszawa, Polska)
dr Marek Migdał (Warszawa, Polska)
dr Franz Mikulcic (Wiedeń, Austria)
dr Piotr Misiak (Łódź, Polska)
dr Pavel Müller (Brno, Czechy)
prof. Adam Nogalski (Lublin, Polska)
dr Okan Ozmen (Izmir, Turcja)
dr Gal Pachys (Jeruzalem, Izrael)
prof. Cezary Pakulski (Szczecin, Polska)

prof. Jarosław Pidhirnyj (Lwów, Ukraina)
dr Volodymyr Pokhmurskii (Iwano – Frankowsk, Ukraina)
dr Małgorzata Popławska (Kraków, Polska)
dr Jerzy Rekosz (Warszawa, Polska)
prof. Marek Rudnicki (Chicago, USA)
prof. Pranas Šerpytis (Wilno, Litwa)
dr Zeynep Sofuoğlu (Izmir, Turcja)
dr David Thomson (Greenville, USA)
dr Dariusz Timler (Łódź, Polska)
dr Štefan Trenkler (Koszyce, Słowacja)
dr Arkadiusz Trzós (Kraków, Polska)
prof. Bernard Wiśniewski (Warszawa, Polska)
dr Magdalena Witt (Poznań, Polska)
dr Marzena Wojewódzka-Żeleznikowicz (Białystok, Polska)
prof. Richard Vincent (Brighton, England)
prof. Wolfgang Voelckel (Salzburg, Austria)
prof. Andrzej Zawadzki (Warszawa, Polska)
prof. Iwan Zozula (Kijów, Ukraina)
prof. Dorota Zyśko (Wrocław, Polska)

Wydanie czasopisma **Emergency Medical Service** w formie papierowej jest wersją pierwotną (referencyjną). Redakcja wdraża procedurę zabezpieczającą oryginalność publikacji naukowych oraz przestrzega zasad recenzowania prac zgodnie z wytycznymi Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Copyright: ALUNA PUBLISHING

Wydawnictwo Aluna
ul. Z.M. Przesmyckiego 29
05-510 Konstancin - Jeziorna
tel. +48 604 776 311
a.luczynska@wydawnictwo-aluna.pl



Editorial Office/Redakcja:

redakcja@ems.edu.pl
reklama@wydawnictwo-aluna.pl

www.ems.edu.pl

SUBSCRIPTION

Emergency Medical Service quarterly journal

You can purchase the subscription for the journal from Wydawnictwo Aluna:

✉ e-mail: prenumerata@wydawnictwo-aluna.pl

✉ post:

Wydawnictwo Aluna

ul. Z.M. Przesmyckiego 29, 05-510 Konstancin-Jeziorna, Poland

Payment should be done to the following account of the Publisher:

Credit Agricole Bank Polska S. A.

SWIFT: AGRIP LPR, account number: 82 1940 1076 3010 7407 0000 0000 PL

Subscription of four consecutive issues (foreign countries): **60 euro/year**

PRENUMERATA

Emergency Medical Service. Ratownictwo Medyczne kwartalnik

Zamówienia na prenumeratę przyjmuje Wydawnictwo Aluna:

✉ e-mail: prenumerata@wydawnictwo-aluna.pl

✉ telefonicznie: (22) 754-60-79 w godz. 9-15

✉ listownie na adres:

Wydawnictwo Aluna

ul. Z.M. Przesmyckiego 29, 05-510 Konstancin-Jeziorna

Prosimy o dokonywanie wpłat na numer rachunku Wydawnictwa:

Credit Agricole Bank Polska S. A., numer rachunku: 82 1940 1076 3010 7407 0000 0000

Cena prenumeraty czterech kolejnych numerów:
prenumeratorzy indywidualni – 40 zł/rok (w tym 5% vat)
biblioteki i inne instytucje – 60 zł/rok (w tym 5% vat)

Cena pojedynczego numeru – 15 zł (w tym 5% vat)

CONTENTS

EDITORIAL

How do HEMS teams cope with human factors?

Bernd Lang..... 287

Repeated chest compression training determines the effectiveness of cardiopulmonary resuscitation

Sławomir Pilip, Daniel Celiński, Łukasz Bondaruk, Grzegorz Michalak, Robert Gałqzkowski..... 295

The tele-ems physician project in Aachen, Germany: a teleconsultation system to support paramedics – project overview

Frederik Hirsch, Rolf Rossaint, Stefan K. Beckers, Sebastian Bergrath, Bernd Valentin, Jörg Ch. Brokmann, Michael Czaplik..... 306

Lung ultrasound – the new tool for chest examination in the emergency department

Togay Evrin, Ibrahim Arziman, Dariusz Timler, Nalan Ogan, Başak Yilmaz, Łukasz Szarpak..... 317

Syncope while driving – the selected aspects discussed on the basis of the ED patient case

Dorota Zyśko, Dariusz Timler..... 333

Hyperbaric oxygen therapy – indications, contraindications and complications. The description of first in Poland emergency exercises with the use of hyperbaric oxygen therapy

Jacek Piechocki, Tomasz Janus, Zbigniew Żyła, Robert Gałqzkowski..... 341

Medical Service of the Headquarters of National Resistance

Natalia Izhytska..... 354

Guide for Authors in *Emergency Medical Service*..... 363

SPIS TREŚCI

Czynnik ludzki w zespołach HEMS

Bernd Lang..... 292

Trening w zakresie uciskania klatki piersiowej a skuteczność resuscytacji-oddechowej

Sławomir Pilip, Daniel Celiński, Łukasz Bondaruk, Grzegorz Michalak, Robert Gałązkowski..... 301

Projekt e-lekarza systemu w niemieckim Aachen: system telekonsultacji stanowiący wsparcie dla ratowników medycznych

Frederik Hirsch, Rolf Rossaint, Stefan K. Beckers, Sebastian Bergrath, Bernd Valentin, Jörg Ch. Brokmann, Michael Czaplik..... 312

Ultrasonografia płuc – nowe narzędzie w diagnostyce chorób klatki piersiowej w warunkach szpitalnego oddziału ratunkowego

Togay Evrin, Ibrahim Arzıman, Dariusz Timler, Nalan Ogan, Başak Yilmaz, Łukasz Szarpak..... 328

Omdlenie podczas prowadzenia samochodu – wybrane aspekty na podstawie analizy przypadku pacjenta SOR

Dorota Zyśko, Dariusz Timler..... 337

Tlenoterapia hiperbaryczna – wskazania, przeciwwskazania i powikłania. Opis pierwszych w Polsce ćwiczeń postępowania w stanach nagłych związanych z leczeniem tlenem hiperbarycznym

Jacek Piechocki, Tomasz Janus, Zbigniew Żyła, Robert Gałązkowski..... 348

Організація волонтерської медичної служби на Майдані під час Революції Гідності

Наталя В. Іжицька..... 354

Regulamin publikacji prac w *Emergency Medical Service*..... 364

HOW DO HEMS TEAMS COPE WITH HUMAN FACTORS?

Bernd Lang

Operation and Training Director, ÖAMTC Air Rescue, Austria

Chairman of the EHAC Working Group Aeromedical CRM

Keywords

- Helicopter Emergency Medical Service (HEMS)
- Aeromedical Crew Resource Management (ACRM)
- human factors training
- teamwork
- safety

Abstract

The Helicopter Emergency Medical Service (HEMS) working environment can be defined as very demanding. As in many other occupations, there are complex situations posing a challenge for safe operations. Among other activities, the teamwork of crewmembers is a crucial key to success in this dynamic workplace. To achieve a high level of safety and cooperation in the HEMS team, it requires taking a variety of measures. Team trainings are just an example of one set of activities, which take place and focus on the human factors and “non-technical skills” of pilots, technical crewmembers and emergency physicians. The maximum flight and patient safety is the primary aim of HEMS systems therefore the Crew Resource Management concept has been adopted for the HEMS environment from the aviation industry. In a still on-going process within European HEMS and Air Ambulance Committee (EHAC), the training Aeromedical Crew Resource Management (ACRM) system has been developed. High quality standards on various levels should guarantee an effective team training with the focus on safety.

NEED FOR ACTION

It was proven that the human factor is a crucial contributing factor to safety and it matters everywhere where people work. Human factors refer to environmental, organizational and job factors, and human and individual characteristics, which influence behavior at work in a way that can affect health and safety [1].

The European Helicopter Safety Team (EHEST) published three main causes for accidents in their European Helicopter Accident Report in the period 2000-2005 [2]:

- pilot judgement and actions,
- safety strategy and management and
- pilot situation awareness.

All of them are related to human factors. The first look at the EHEST Report for the period 2006-2010 indicates that there are no big changes to be expected [3]. In the aviation industry, this fact has led to the introduction of detailed regulations, fundamental strategies like safety management system and special training concepts. And still there is much work ahead.

On the other hand, studies in the healthcare sector from Colorado and Utah showed that medical mistakes in hospitals might be one of the leading causes of deaths in the United States [4]. Table 1 summarizes some studies, which were conducted in the pre-hospital setting and analysed human mistakes.

In the last years a lot of studies have been conducted and concepts have been published. It is well known that with the increase of the complexity in a working environment the importance of human factors increases as well. Aviation and medicine are such complex workplaces. These research results show us that the success of the operation depends

on how teams perform in normal, in stressful as well as in complex situations. By creating Helicopter Emergency Medical Service (HEMS), we have combined these two services into one system. Therefore, the generated complexity has to be taken into consideration both by the system organizers as well as by the HEMS teams [5, 6].

WHAT IS ACRM ABOUT?

Based on the concepts of aviation's crew resource management (CRM) training, ACRM was developed over the years by the EHAC working group. By definition, the focus of ACRM is to use effectively all available resources, hardware and software (e.g. team members, information, aircraft systems, medical systems and other technical as well as auxiliary staff), to increase the flight and patient safety (the primary aim of HEMS) as well as to increase the effectiveness and efficiency of the entire mission. Due to the special working environment in HEMS and the fact, that two very complex branches (aviation and medicine) are combined into one, ACRM tries to improve the skills of HEMS teams.

ACRM training aims to improve the non-technical skills of HEMS teams [7]. Crewmembers joining the system should be familiarized with the role of ACRM as soon as they start training. They get the chance to learn the theoretical background of human factors and understand their importance. Within the first year, the new pilots, technical crewmembers and emergency physicians should complete their initial ACRM training. Based on the training schedule, ACRM topics should be repeated systematically. However, ACRM trainings should not be stand-alone concepts. The principles should be integrated into all phases of training

Table 1: Human mistakes in the pre-hospital setting [5].

The type and the incidence of the mistake	Reference
8–24% of all injuries in adult patients are missed.	Buduhan & McRitchie (2000) Linn et al. (1997)
3% – sever assessment mistakes made by EMS physicians	Arntz et al. (1996)
9% of preventable deaths and 16% cases of inappropriate care in paediatric trauma patients	Esposito et al. (1999)
28% of stroke/TIA patients misdiagnosed on-scene by EMS teams	Kothari et al. (1995)
9.1% – self-reported incidence of mistakes in drugs administration	Vilke et al. (2007)
31% – the spinal injury diagnostic accuracy of EMS teams on-scene	Flabouris et al. (2001)
20% – the incidence of missed injuries in paediatric trauma patients	Peery et al. (1999)

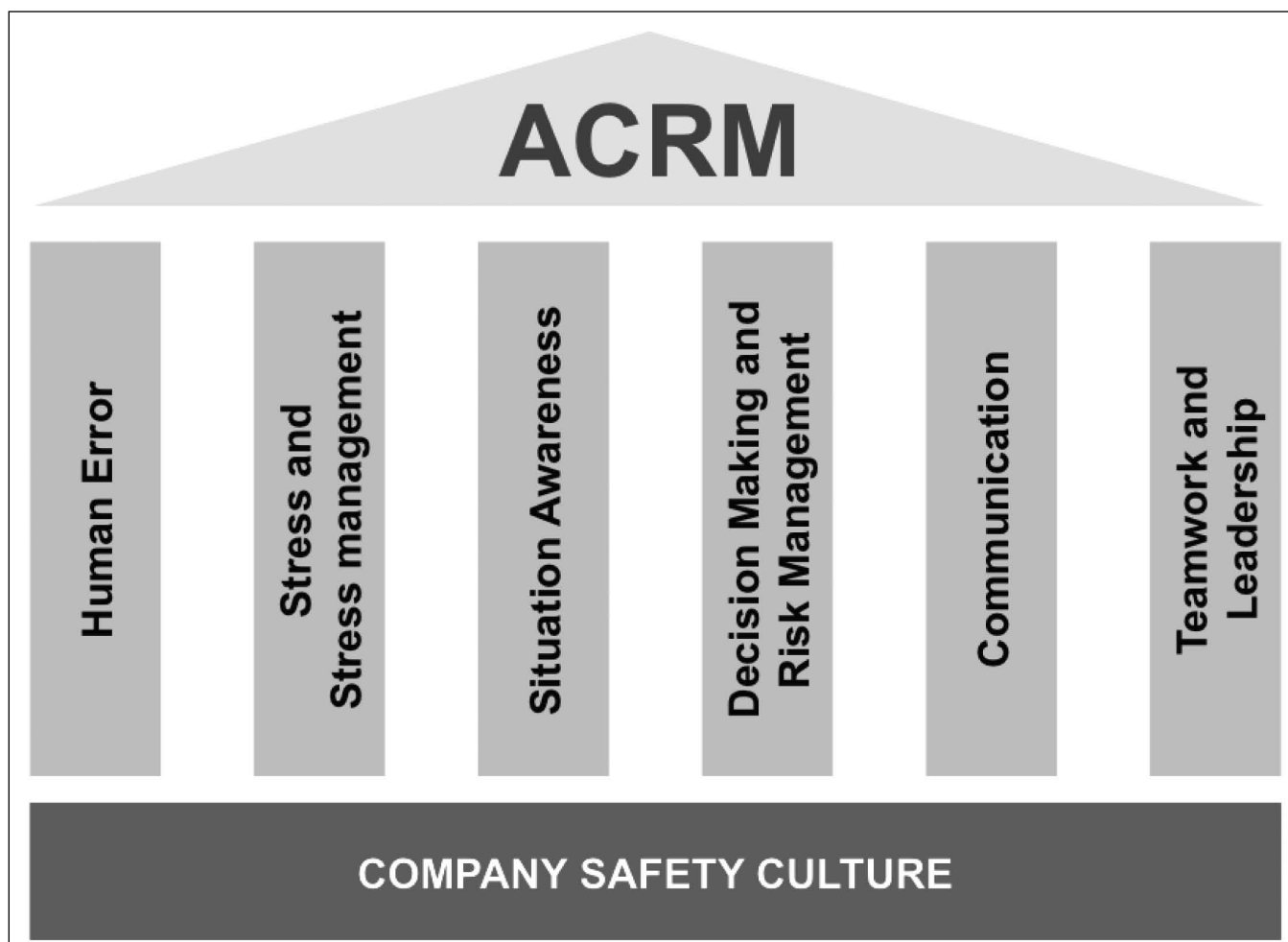


Fig. 1. ACRM training topics.

(e.g. simulator training). The topics that are mainly addressed, but not limited to, are presented on Figure 1.

ACRM TRAINING PHILOSOPHY

The overall philosophy is based on human factors and their relation to safety issues. The defined training objectives include [7]:

- the development of HEMS teams;
- the clarity of expectations in the team;
- the development of a common language
- the development of common goals in the HEMS mission;
- the change in perspective between self-perception and perception;
- raising awareness and dealing with cultural differences;
- the development of team resources;
- the clarity of processes and procedures in HEMS.

In order to create a common mental model, the ACRM training target groups include all active professional groups working in HEMS (pilots, technical crew members and emergency physicians). If people are going together on a mission, they should also train together. There is no benefit from training the target groups in separate training settings, as this contradicts the general idea of ACRM. The composition of participants in an ACRM training course should ideally represent the professional groups involved in the service. Figure 2 illustrates the percentage of different professions in ACRM trainings (based on the analysis of all ACRM partners).

The training courses use a very wide range of methods requiring active participation from all trainees to ensure that everyone gets involved:

- Lectures, presentations and instructions in classroom trainings
- Training material, hand-outs, handbooks and computer based trainings (CBT)
- Exercises (single and in a group)
- Case-based studies and the exchange of experience
- Discussion, reflection and feedback
- Role plays and group-dynamic activities
- Computer simulations
- High-fidelity simulation

This wide range of methods give instructors a comprehensive set of tools to help them achieve the extensive goals of the training course. The selection of methods should always take into account the participants' current learning needs, the existing learning environment, and particularly the group dynamics of the course. Each training, depending on the trainees and the special group dynamic, is different. Each group follows its own process, guided by the instructors, the training target and standards.

Case-based studies are very important to combine the scientific and theoretical models with the everyday practice. These real cases coming from daily life, which include outstanding performances as well as mistakes, can be used to establish links to various ACRM topics through the analysis of individual causal factors. The idea is to show the relevance to participants' own day-to-day work, so cases from their own organisations are often the most suitable. Ideally, participants should benefit from the course group formula and speak openly about situations that they have experienced. Those situations should then

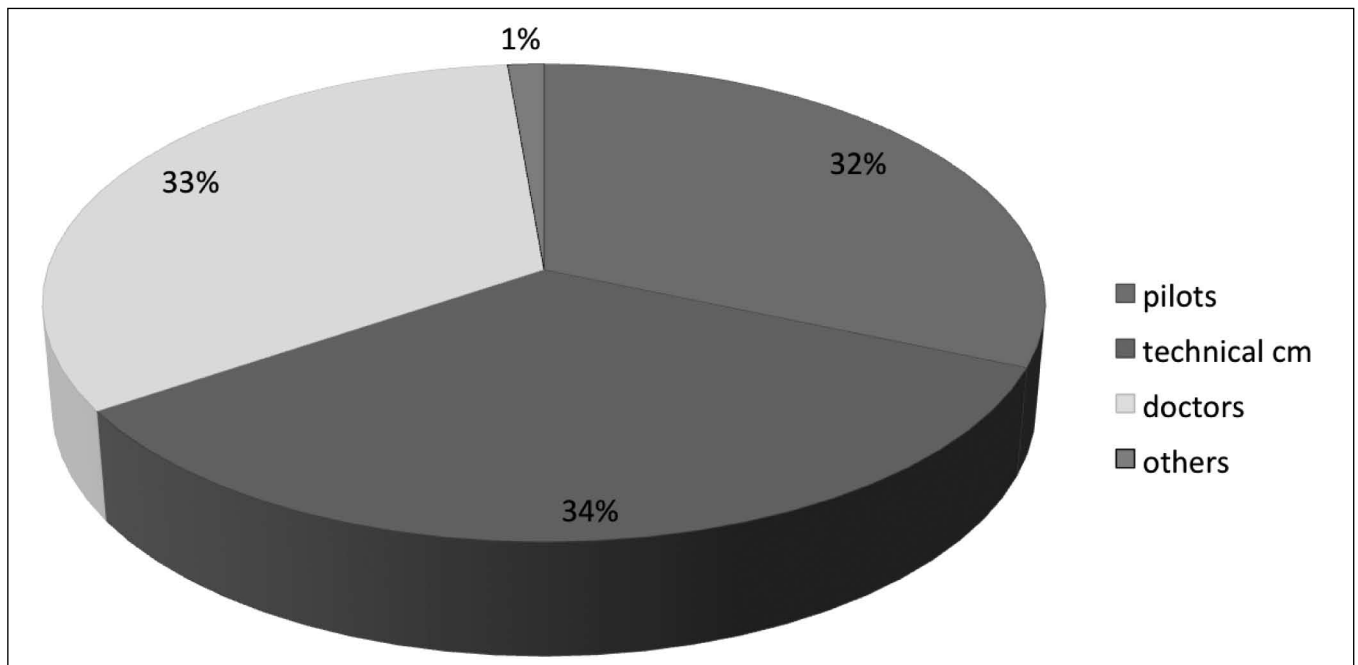


Fig. 2. Percentage of participants in ACRM trainings (analysis from all ACRM partners 2008-2014) according to their education (n=2268).

be analysed by the group, working as a team. These types of personally experienced cases offer the greatest learning potential, as they come directly from the participants' own environments, whereas there is a risk that participants might categorise external examples as irrelevant to their own work [8, 9].

ACRM IMPLEMENTATION PROCESS IN POLAND

The ACRM implementation process at Polish Air Medical Rescue started in February 2012. After accepting the defined quality standards and qualification requirements prepared by the EHAC, a detailed step-by-step process was developed. It included:

- selection of candidates for instructors
- a train-the-trainer course
- preparation and planning of meetings with candidates for instructors
- two educational supervisions at a training
- the assessment of candidates for instructors at the end of their training

With the successful completion of the ACRM instructor assessment in November 2013, Polish Air Medical Rescue

is now the partner of ACRM network (within the EHAC) and is represented in the ACRM working group.

STRONG EHAC NETWORK

The EHAC is an umbrella organization for HEMS operators who want to share their ideas and bundle all the energy within a cooperating network to achieve new levels of excellence. By doing this, a group of operators started the Aeromedical CRM program many years ago. Since then, a lot of new members joined this special network and have contributed to the development of their own safety programs and that of all other partners within the community. The following list presents the current partnership network:

- Polish Air Medical Rescue (Poland);
- Norwegian Air Ambulance (Norway);
- Alfa Helicopter (Czech Republic);
- Hungarian Air Ambulance (Hungary);
- ANWB Medical Air Assistance (Netherlands);
- Luxembourg Air Rescue (Luxembourg);
- ADAC Air Rescue (Germany);
- REGA (Switzerland);
- ÖAMTC Air Rescue (Austria);

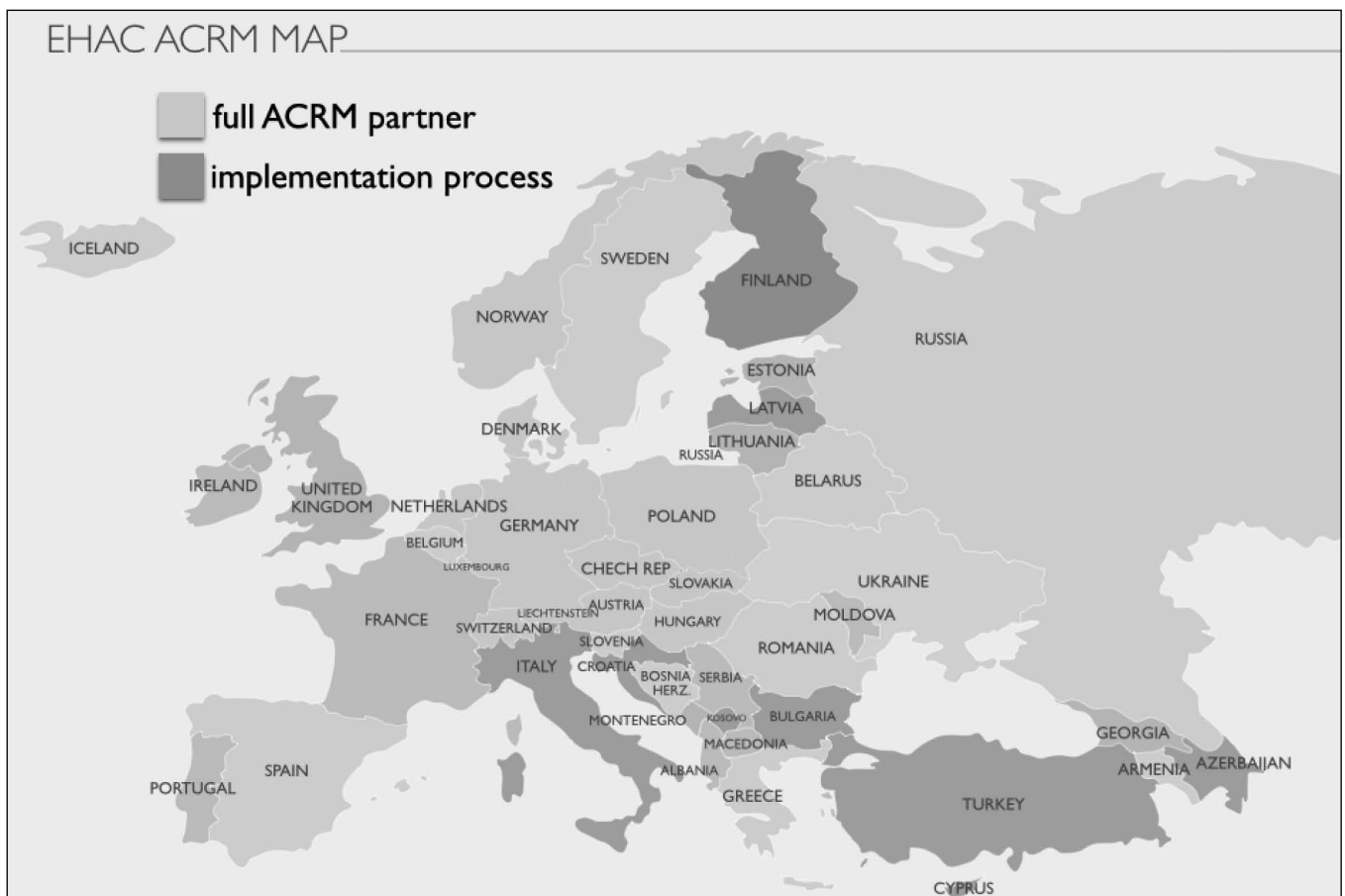


Fig. 3. Europe map (countries with fully accredited ACRM partners are marked yellow; countries with operators which are right now in the implementation process are marked orange)

SUMMARY

A high-standard safety strategy cannot be arranged day by day, but must mature in organizations. The prerequisite for this is the support from top-level decision-makers. Only when a common safety strategy will be successively strengthened in the organization, it will affect the practice of working teams to generate a higher level of safety that may possibly prevent accidents or mistakes. ACRM is a team training program that can contribute to that process as well as to safe, effective and efficient team performance.

To sum it up, we know already a lot about human factors in complex working environment. Aviation as one of the leading industries has done a lot of research and has developed solutions like crew resource management trainings. More evidence, especially from studies conducted in the HEMS environment, is needed to make clear recommendations what and how our teams have to be trained. We have to thoroughly investigate how the working environment has to be created to be less error provocative. As individuals and organizations, we have to accept this challenge. At the end, it is our primary duty to create a safe working environment for both, patients and crewmembers.

REFERENCES

1. Badke-Schaub P. et al Human Factors. In: Badke-Schaub P, Hofinger G, Lauche K (Hrsg) Human Factors. Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen. Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2008; S 4–18.
2. European Helicopter Safety Team (EHST) Final Report - EHST Analysis of 2000-2005. 2010; European Helicopter Accidents.
3. Masson M. The European Helicopter Safety Team (EHST: 2013 Achievements and Plans. Presentation at the 7th EASA Rotorcraft Symposium 2013 (www.easa.europa.eu)
4. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. To err is human - Building a safer health system. National Academy Press, Washington, 2000.
5. St. Pierre M, Hofinger G, Buerschaper C Notfallmanagement - Human Factors in der Akutmedizin. Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2005.
6. Flin R, O'Connor P, Crichton M. Safety at the Sharp End - A Guide to Non-Technical Skills. Ashgate Publishing, Aldershot, 2008.
7. EHAC Working Group Aeromedical CRM. Aeromedical CRM Syllabus. Munich, 2006.
8. Lang B, Posch G, Weiermayer M. "Führungsverantwortung und Leadership in der Flugrettung", Buer-schaper C, Starke S (Eds.) Führung und Teamarbeit in kritischen Situationen. Verlag für Polizeiwissenschaft, Frankfurt, 2008, pp. 156-179.
9. Lang B. Human Factors in HEMS - the EHAC-Network Aeromedical CRM. AirRescue Magazine 2011;1(3):16–20.

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE

Bernd Lang
Air Rescue College
Christophorus Flugrettungsverein
Schubertring 1-3, 1010 Wien, Austria
tel. +43 (1)71199 37073
e-mail: bernd.lang@oeamt.at

Received: 08.07.2015

Accepted: 18.12.2015

CZYNNIK LUDZKI W ZESPOŁACH HEMS

Bernd Lang

Dyrektor Operacyjny oraz d/s Szkoleń, ÖAMTC Air Rescue, Austria

Przewodniczący Grupy Roboczej EHAC Aeromedical CRM

Słowa kluczowe

- lotnicze pogotowie ratunkowe (HEMS – Helicopter Emergency Medical Service)
- zarządzanie zasobami ludzkimi w zespole HEMS (ACRM – Aeromedical Crew Resource Management)
- szkolenie na temat czynników ludzkich
- praca zespołowa
- bezpieczeństwo

Streszczenie

Środowisko pracy zespołów lotniczego pogotowia ratunkowego (HEMS – Helicopter Emergency Medical Service) można określić jako bardzo wymagające. Jak w wielu innych zawodach, występują złożone sytuacje stanowiące wyzwanie dla bezpiecznego przeprowadzenia interwencji. Dlatego też właściwa praca zespołowa członków załogi stanowi klucz do sukcesu w tak dynamicznie zmieniającym się środowisku. Aby osiągnąć wysoki poziom bezpieczeństwa i współpracy w zespołach HEMS, należy przedsięwziąć szereg kroków. Jeden z nich stanowią szkolenia zespołowe, w których kładzie się szczególnie nacisk na kwestię czynnika ludzkiego oraz pozamerytorycznych zdolności pilotów, techników oraz lekarzy. Główny cel systemu HEMS stanowią maksymalne bezpieczeństwo lotu i pacjenta, dlatego też opracowano strategię zarządzania zasobami ludzkimi zaadaptowaną z lotnictwa cywilnego. W ramach EHAC opracowano program szkoleniowy ACRM (Aeromedical Crew Resource Management), czyli zarządzanie zasobami ludzkimi w zespole HEMS. Wysokie standardy jakości na różnych poziomach powinny zagwarantować skuteczne szkolenie w zespole, ze szczególnym uwzględnieniem kwestii bezpieczeństwa.

POTRZEBA DZIAŁANIA

Wykazano, że czynnik ludzki jest ważną kwestią przyczyniającą się do bezpieczeństwa i liczy się wszędzie tam, gdzie pracują ludzie. Czynnik ludzki odnosi się zarówno do aspektu środowiskowego, organizacyjnego i pracowniczego, jak i do konkretnych jednostek i grup ludzi, których zachowania się w pracy w jakikolwiek sposób może wpływać na zdrowie i bezpieczeństwo [1].

Zespół EHEST (*European Helicopter Safety Team*) przedstawił w swoim raporcie *European Helicopter Accident Report* obejmującym okres 2000 – 2005 trzy główne przyczyny wypadków [2]:

- ocena sytuacji dokonana przez pilota i jego manewry,
- strategia bezpieczeństwa i postępowania,
- świadomość sytuacji pilota.

Wszystkie one związane są z czynnikiem ludzkim. Pierwsza analiza raportu EHEST za okres 2006 – 2010 wskazuje, że nie należy spodziewać się dużych zmian [3]. W przemyśle lotniczym wyniki tych raportów skutkowały wprowadzeniem szczegółowych regulacji oraz opracowaniem fundamentalnej strategii systemu bezpieczeństwa i specjalnych szkoleń. Jednakże nadal pozostaje jeszcze wiele celów do zrealizowania.

Z drugiej strony badania dotyczące ochrony zdrowia w stanach Colorado i Utah pokazują, że błędy medyczne w szpitalach mogą stanowić jedną z wiodących przyczyn zgonów w Stanach Zjednoczonych [4]. Tabela 1 przedstawia podsumowanie badań, które przeprowadzono w opiece przedszpitalnej i które analizowały występowanie ludzkich błędów.

W ostatnich latach przeprowadzono liczne badania i opublikowano wiele koncepcji na ten temat. Powszechnie wiadomo, że wraz ze wzrostem złożoności warunków pracy wzrasta waga czynnika ludzkiego. Lotnictwo i medycyna są właśnie takimi miejscami pracy. Wyniki tych badań pokazały nam, że sukces operacji zależy od tego, jak zespoły pracują w normalnych warunkach, jak w stresujących, a jak podczas skomplikowanych interwencji. Tworząc lotnicze pogotowie ratunkowe (HEMS), połączyliśmy te dwie służby w jeden organizm. Dlatego też złożoność nowo powstałych zadań musi być wzięta pod uwagę zarówno przez osoby zarządzające takim systemem, jak i przez same zespoły HEMS (5,6).

CO TO JEST ACRM?

Bazując na strategii zarządzania zasobami ludzkimi w lotnictwie, w ciągu kilku lat grupa robocza EHAC opracowała ACRM. Z definicji celem ACRM jest skuteczne wykorzystanie wszystkich dostępnych środków (sprzętu, zespołów HEMS, systemów informatycznych, systemów medycznych, a także personelu technicznego oraz personelu pomocniczego), jak również zwiększenie bezpieczeństwa lotu i pacjenta (pierwszorzędowy cel HEMS) oraz poprawa efektywności całej misji. Biorąc pod uwagę specyficzne warunki pracy w HEMS i fakt, że dwie bardzo skomplikowane dziedziny (lotnictwo i medycyna) połączono w jedną, ACRM stara się podnosić umiejętności zespołów HEMS.

Szkolenia ACRM mają na celu poprawę pozamerytorycznych kompetencji zespołów HEMS [7]. Członkowie zespołu dołączający do systemu powinni być zaznajomieni z rolą

Tabela 1. Ludzkie błędy w opiece przedszpitalnej [5].

Typ i częstość występowania błędu medycznego	Piśmiennictwo
Nie wykryto 8–24% wszystkich obrażeń u dorosłych z urazem	Buduhan & McRitchie (2000) Linn i wsp. (1997)
3% – poważne błędy oceny stanu pacjenta popełnione przez lekarza systemu	Arntz i wsp. (1996)
9% zgonów, którym potencjalnie można byłoby zapobiec oraz 16% przypadków niewłaściwej opieki u dzieci z urazami	Esposito i wsp. (1999)
28% przypadków TIA/udarów błędnie rozpoznanych przez lekarza systemu w miejscu wezwania	Kothari i wsp. (1995)
9,1% – częstość samodzielnie zgłaszanych błędów w podawaniu leków	Vilke i wsp. (2007)
31% – dokładność diagnostyki urazów rdzenia kręgowego przez zespoły ratownictwa medycznego w miejscu wezwania	Flabouris i wsp. (2001)
20% – odsetek nierozpoznanych obrażeń w populacji dzieci z urazami	Peery i wsp. (1999)

ACRM, jak tylko rozpoczną swoje szkolenie. Tym samym otrzymają oni szansę zdobycia podstawowej wiedzy o czynniku ludzkim oraz zrozumienia jego wagi. W ciągu pierwszego roku nowi piloci, techniczni członkowie załogi oraz lekarze systemu powinni ukończyć szkolenie wprowadzające ACRM. Na podstawie opracowanego programu szkoleniowego tematy uwzględnione w ACRM powinny być systematycznie powtarzane. Jednakże, szkolenia ACRM nie mogą stanowić jedynej strategii. Poruszane w programie kwestie powinny być uwzględniane we wszystkich fazach szkolenia (np. ćwiczenia na symulatorach). Najważniejsze poruszane tematy szkoleń, jednakże nie wszystkie, przedstawiono na Rycinie 1 (patrz str. 288).

FILOZOFIA WARSZTATÓW ACRM

Ogólna filozofia warsztatów ACRM oparta jest na roli czynników ludzkich i ich wpływie na kwestie związane z bezpieczeństwem. Zdefiniowane cele szkolenia przedstawiono poniżej [7]:

- rozwój zespołów HEMS
- jasność wymagań stawianych w zespole
- opracowanie wspólnego języka
- opracowanie wspólnych celów podczas interwencji HEMS
- zmiana spojrzenia z perspektywy samego siebie na perspektywę zespołu
- zwiększenie świadomości oraz sposoby na radzenie sobie z różnicami kulturowymi
- rozwój wyposażenia zespołów
- jasność procesów i procedur obowiązujących w HEMS

W celu stworzenia wspólnego modelu, szkolenia ACRM obejmują wszystkie aktywne grupy zawodowe pracujące w HEMS (piloci, techniczni członkowie załogi, lekarze systemu). Osoby, które lecą razem na interwencję, powinny się także razem szkolić. Wykazano, że nie ma korzyści w przypadku szkolenia poszczególnych grup zawodowych oddzielnie, jako że przeczy to nadrzędnej idei ACRM. Tym samym skład uczestników szkoleń ACRM powinien dokładnie odpowiadać rozkładowi grup zawodowych zatrudnionych w HEMS. Rycina 2 przedstawia odsetek różnych profesji biorących udział w szkoleniach HEMS (patrz str 289) (na podstawie analizy danych uzyskanych od wszystkich uczestników programu ACRM).

Kursy szkoleniowe wykorzystują bardzo szeroki zakres metod wymagających aktywnego udziału od wszystkich uczestników:

- wykłady, prezentacje, sesje instruktorskie;
- materiały szkoleniowe, ulotki, książki, szkolenia na komputerach;
- ćwiczenia (pojedynczo i w grupie);
- zajęcia w oparciu o przypadki kliniczne i wymianę doświadczeń;
- dyskusja, refleksja, opinie;
- odgrywanie scen, grupowe ćwiczenia dynamiczne;
- symulacje komputerowe;
- symulacje w warunkach rzeczywistych

Ten szeroki zakres metod daje instruktorom duży wybór narzędzi niezbędnych do uzyskania założonych celów kursu szkoleniowego. Wybór metod powinien zawsze uwzględniać potrzeby edukacyjne danej grupy uczestników,

istniejące środowisko, a w szczególności dynamikę grupy w trakcie kursu. Z tego powodu każde szkolenie w zależności od uczestników, jak i specyficznej dynamiki grupy jest inne. Każda grupa odbywa swój proces szkoleniowy według wskazówek instruktora, założonych celów treningu oraz obowiązujących standardów.

Zajęcia oparte na przypadkach klinicznych są bardzo ważne, gdyż umożliwiają zastosowanie wiedzy teoretycznej w codziennej praktyce klinicznej. Te z życia wzięte przypadki, które uwzględniają zarówno modelowe interwencje, jak i błędy, umożliwiają pokazanie praktycznych aspektów zagadnień poruszanych w trakcie szkoleń ACRM i analizę indywidualnych czynników sprawczych. Celem tego rodzaju ćwiczeń jest wykazanie ich znaczenia dla codziennej pracy uczestników szkolenia, dlatego też przykłady z ich własnej pracy są często najbardziej adekwatne. Idealnie byłoby, gdyby uczestnicy korzystali z grupowej formuły szkolenia i wypowiadali się otwarcie o interwencjach, w których brali udział. Te sytuacje powinny być następnie analizowane w grupie tworzącej zespół HEMS. Takie przypadki posiadają największy potencjał edukacyjny, jako że pochodzą one bezpośrednio ze środowiska pracy uczestnika. Należy pamiętać o ryzyku, że inne przykłady mogą być uznane przez uczestników szkolenia za nieprzydatne w ich codziennej pracy [8, 9].

PROCES IMPLEMENTACJI ACRM W POLSCE

Proces implementacji ACRM w Polskim Lotniczym Pogotowiu Ratunkowym rozpoczął się w lutym 2012 roku. Po zaakceptowaniu standardów jakości i wymagań co do kwalifikacji opracowanych przez EHAC, wdrożono szczegółowy kilkuetapowy proces. Obejmował on:

- wybór kandydatów na instruktorów;
- kurs szkoleniowy dla instruktorów;
- przygotowanie i zaplanowanie spotkań z kandydatami na instruktorów;
- dwie sesje superwizyjne w trakcie szkolenia;
- ocenę kandydatów na instruktorów na zakończenie szkolenia.

Po ukończonym z powodzeniem procesie oceny instruktorów w listopadzie 2013 Polskie Lotnicze Pogotowie Ratunkowe stało się członkiem sieci ACRM (w obrębie EHAC) i jest reprezentowane w grupie roboczej ACRM.

SILNA SIEĆ EHAC

EHAC jest organizacją parasolową dla operatorów HEMS, którzy chcą dzielić się swoimi pomysłami i zaangażować

gażować w sieć współpracy, aby osiągnąć nowy poziom doskonałości. W tym celu grupa operatorów rozpoczęła program ACRM już wiele lat temu. Od tego czasu wielu nowych członków dołączyło do tej specjalnej sieci i istotnie przyczyniło się do rozwoju swojego własnego programu bezpieczeństwa, a tym samym także wszystkich innych partnerów będących w sieci. Do członków sieci EHAC należą:

- Polskie Lotnicze Pogotowie Ratunkowe (Polska);
- Norwegian Air Ambulance (Norwegia);
- Alfa Helicopter (Czechy);
- Hungarian Air Ambulance (Węgry);
- ANWB Medical Air Assistance (Holandia);
- Luxembourg Air Rescue (Luksemburg);
- ADAC Air Rescue (Niemcy);
- REGA (Szwajcaria);
- ÖAMTC Air Rescue (Austria) (Ryc. 3 - patrz str. 290).

PODSUMOWANIE

Wysokiej jakości strategii bezpieczeństwa nie można zorganizować z dnia na dzień, jednakże musi ona w pewnym sensie „dojrzeć” w poszczególnych systemach. Warunkiem niezbędnym jest poparcie ze strony decydentów. Tylko wtedy, gdy wspólna strategia bezpieczeństwa będzie sukcesywnie propagowana w systemie, wpłynie ona na praktykę zespołów ratownictwa. Tym samym przyczyni się do wyższego poziomu bezpieczeństwa, który może zapobiec wypadkom lub błędom. ACRM jest zespołowym programem szkoleniowym, który może przyczynić się do tego procesu, jak również do bezpiecznego i skutecznego wykonywania zadań przez zespoły HEMS.

Podsumowując, wiele już wiemy o czynnikach ludzkich w złożonym środowisku pracy. Lotnictwo jest jedną z wiodących branż, która przeprowadziła wiele badań i wprowadziła szereg rozwiązań, jak właśnie omawiane szkolenia z zarządzania zasobami ludzkimi. Jednakże potrzeba więcej danych, szczególnie z badań przeprowadzonych w ramach HEMS, aby przygotować jasne wytyczne co do należytego szkolenia zespołów lotniczego pogotowia ratowniczego. Musimy szczegółowo zbadać, jak zorganizować środowisko pracy, aby zminimalizować ryzyko błędów. Jako jednostki, i jako organizatorzy systemów musimy przyjąć to wyzwanie. Naszym głównym obowiązkiem jest zorganizowanie bezpiecznego środowiska pracy zarówno dla pacjentów, jak i dla członków zespołu.

PIŚMIENNICTWO – str. 291

ADRES DO KORESPONDENCJI

Bernd Lang
Air Rescue College
Christophorus Flugrettungsverein
Schubertring 1-3, 1010 Wien, Austria
tel. +43 (1)71199 37073
e-mail: bernd.lang@oeamtc.a

Nadesłano: 08.07.2015
Zaakceptowano: 18.12.2015

REPEATED CHEST COMPRESSION TRAINING DETERMINES THE EFFECTIVENESS OF CARDIOPULMONARY RESUSCITATION

Sławomir Pilip, Daniel Celiński, Łukasz Bondaruk, Grzegorz Michalak, Robert Gałązkowski

Department of Emergency Medical Services, Medical University of Warsaw

Keywords

- resuscitation,
- cardiac arrest,
- chest compression

Abstract

Background: The achievement of high-quality chest compressions is crucial for maintaining coronary and brain perfusion in patients with sudden cardiac arrest.

The aim: To analyze the quality of chest compressions performed by students of the first year of the Division of Emergency Medicine at the beginning of basic life support (BLS) course, at the end of this course and during the final exam.

Materials and methods: The study involved 69 students divided into seven exercise groups. In the period from October, 1st 2013 to June, 30th 2014 each group at different times took a 2-week series of classes (30 hours). The final exam was organized at one time after completion of the course by all students. The study was conducted on a BLS mannequin equipped with an electronic module for monitoring and evaluating the performed activities. The efficacy of chest compressions was assessed taking into consideration the depth of compressions, the frequency of compressions and hands positioning on the chest. The values consistent with the 2010 European Resuscitation Council guidelines were treated as correct.

Results: The mean index of properly performed chest compressions for all students was 0.22 ± 0.16 on the first day of exercises, 0.79 ± 0.18 at the end of the course, and 0.58 ± 0.30 during the final exam. Students who took the final exam within 16 weeks after the end of classes performed the test more effectively (0.73 ± 0.27) than the remaining (0.54 ± 0.31). Students who took the exam at least 29 weeks after the end of exercises received much worse results than those observed at the end of classes, 0.52 ± 0.31 and 0.84 ± 0.14 , respectively. In this period we observed a significant decrease in the percentage of students who performed chest compressions with the correct frequency and depth.

Conclusion: Regular exercising of practical skills, preferably every 4 months, is crucial to obtain high-quality chest compressions. The incorrect depth and frequency of compressions appear to be particularly important factors leading to the decline in the efficiency of basic life support procedures.

INTRODUCTION

The Guidelines of the European Resuscitation Council (ERC) place particular emphasis on conducting high-quality chest compressions during cardiopulmonary resuscitation (CPR) [1]. This applies to both basic and advanced life support (BLS and ALS) procedures. Effective chest compressions, consequently generating systolic blood pressure of 60 - 80 mm Hg, ensure the maintenance of coronary and brain perfusion in patients with cardiac arrest, increase the chances of successful defibrillation, and thus the return of spontaneous circulation [2, 3]. Taking into consideration the very short time elapsing from the cardiac arrest to the death of neurons of the cerebral cortex, especially, it is important to train all - both medical staff and people outside the environment (not physicians) in the BLS procedures [4]. One of the basic elements of the training is to teach practical skills of chest compressions and build awareness among participants how important role such activities play in the further prognosis of the patient [5, 6]. The study analyzed the quality of chest compressions performed by students.

MATERIAL AND METHODS

This prospective study was conducted among first-year students of the Division of Emergency Medicine at the Medical University of Warsaw. The study population consisted of 69 people, including 22 women and 47 men. Students were divided into 7 exercise groups. Each group consisted of 6 to 12 individuals whose selection was random, consistent with the class schedule (Table 1).

Each group in the period from October, 1st 2013 to June, 30th 2014, at various times, underwent training in BLS procedures, including among others the procedures of chest compression and ventilation of the patient after sudden cardiac arrest. The training for each group lasted 30 hours and was conducted in the scheme: 5 classes for 6 hours within 14 days.

The adult mannequin "Resusci Anne" with the Laerdal PC Skillreporting System was used in the study. It allowed for monitoring all performed actions as well as their electronic recording. The effectiveness of chest compressions was based on the monitoring system assessment, which analyzed the

depth and frequency of chest compressions, proper hand positioning and the correctness of the chest decompression. Moreover, the abovementioned parameters influencing on the effectiveness of chest compressions were analyzed separately in selected groups. The values consistent with the 2010 ERC guidelines were treated as correct: the frequency of chest compressions between 100 and 120 per min, the depth of chest compressions between 5 and 6 cm, and the positioning of hands on the center of the chest.

Each student was assessed three times: the assessment No 1 - on the first day of classes (before the training), the assessment No 2 - at the end of the course (14 days after the assessment No 1), the assessment No 3 - during the final exam. The final exam was organized at one time after completion of the course by all students, i.e. after 10 to 38 weeks after the assessment No 2 (Table 2). Between assessments No 2 and No 3 students did not participate in classes with the use of CPR mannequins.

Data were analyzed with the Statistica 10 software using t-test for independent variables taking into account the standard deviation of the study groups. In the comparative analysis the level of significance was set at $p < 0.05$.

RESULTS

Mean effectiveness of chest compressions in all treatment groups ($n = 69$) on the first day of classes (the assessment No 1) was 0.22 ± 0.16 . In the assessment No 2 (the last day of classes) efficacy was 0.79 ± 0.18 ($p < 0.001$ vs assessment No 1), while during the final exam (the assessment No 3) it was 0.58 ± 0.30 ($p < 0.001$ vs assessments No 1 and 2) (Fig. 1)

The effectiveness of chest compressions during the final exam, depending on the time elapsed between the assessment No 2 and the assessment No 3, is shown in Table 2. The Table 2 presents also basic elements affecting the efficacy of chest compressions: the depth of compression, the frequency and the hands positioning.

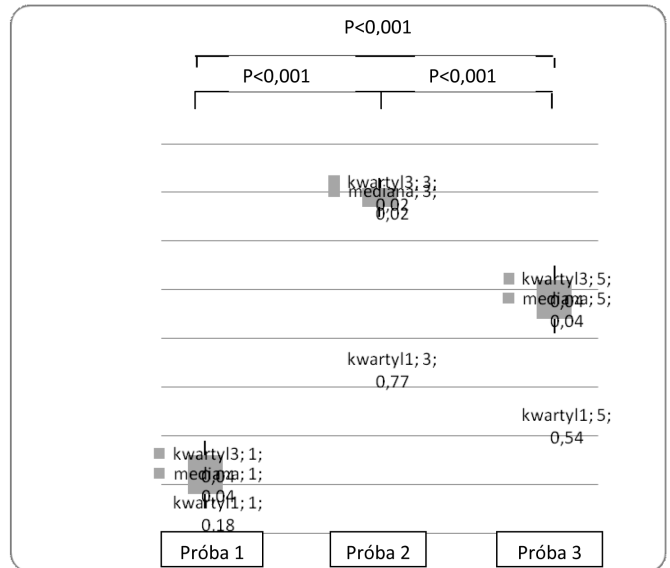


Fig. 1. The effectiveness of chest compressions analyzed in all subjects in assessments No 1, 2 and 3 ($N = 69$)

Table 1. The size of study groups and the time elapsed from the assessment No 2 to the assessment No 3 (final exam) in each group.

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7
N	12	11	12	9	12	7	6
Time (weeks)	38	34	29	26	22	16	10

Table 2. The effectiveness of chest compressions in the assessment No 3 depending on the time elapsed between assessments No 2 and No 3.

Weeks	Effectiveness $\pm$ SD	Depth $\pm$ SD	Frequency $\pm$ SD	Hands position $\pm$ SD
10	0.74 ± 0.34	0.80 ± 0.23	0.95 ± 0.06	0.93 ± 0.14
16	0.73 ± 0.21	0.81 ± 0.23	0.83 ± 0.33	0.83 ± 0.17
22	0.62 ± 0.32	0.64 ± 0.33	0.86 ± 0.25	0.97 ± 0.69
26	0.53 ± 0.41	0.62 ± 0.46	0.79 ± 0.28	0.85 ± 0.22
29	0.52 ± 0.23	0.67 ± 0.32	0.70 ± 0.35	0.81 ± 0.26
34	0.52 ± 0.21	0.57 ± 0.25	0.85 ± 0.15	0.93 ± 0.06
38	0.50 ± 0.37	0.57 ± 0.34	0.81 ± 0.28	0.94 ± 0.05

There were no significant differences in the effectiveness of chest compressions among students who took the exam at 10 and 16 weeks after the end of classes (respectively 0.74 ± 0.34 and 0.73 ± 0.21). Students taking the exam between 10 to 16 weeks after the end of classes performed chest compressions more effectively than students taking the exam between 22 to 38 weeks after the end of the course (0.73 ± 0.27 and 0.54 ± 0.31). (Table 3)

The chart below (Fig. 2) shows the correlation between the effectiveness of chest compressions during the final exam (the assessment No 3) and the performance on the assessment No 2 (the last day of classes) depending on the time elapsed between those assessments. Students who took the exam within 10, 16, 22 or 26 weeks after the end of classes obtained similar results in both assessments (No 2 and No 3). The effectiveness of the assessment No 3 at students who took the exam within 29, 34 or 38 weeks after completion of the course was significantly lower comparing with the assessment No 2.

Table 3. The effectiveness of chest compressions during the final exam depending on the time elapsed since the end of the course; NS - not significant

Weeks	16	22–38
10	NS	x
10-16	x	p<0.05

The effectiveness of chest compressions observed during the final exam (the assessment No 3) was significantly higher in all student groups comparing with the assessment No 1 (the beginning of classes), regardless of the time elapsed between assessments No 1 and No 3. Students, in whom the assessment No 3 was conducted over 29 weeks from the end of the exercise cycle (assessment No 2), received significantly lower results on the final exam comparing with the results obtained in the assessment No 2. Detailed data are presented in Tables 4-7. They show the correlation between the effectiveness of chest compressions during the assessment No 3 and the effectiveness obtained in the assessments No 1 and No 2 depending on time elapsed between assessments No 2 and No 3

The parameters affecting the effectiveness of chest compressions, the depth and frequency of compressions and hands positioning on the chest, were compared in student groups taking the exam after 26 and 29 weeks since the end of the course. There was analyzed the correlation between the percentage of chest compressions performed with appropriate frequency, depth and hand positioning in the assessment No 2 (the end of classes) and No 3 (the final exam) for the given group. Students who took the exam after 29 weeks performed chest compressions with abnormal frequency or depth more often than students taking the exam after 26 weeks. However, no difference regarding hands positioning was observed in neither groups (Table 8).

Taking into account the results of all students in analyzed groups during the exam there were no significant differences in the depth and frequency of compressions and correct

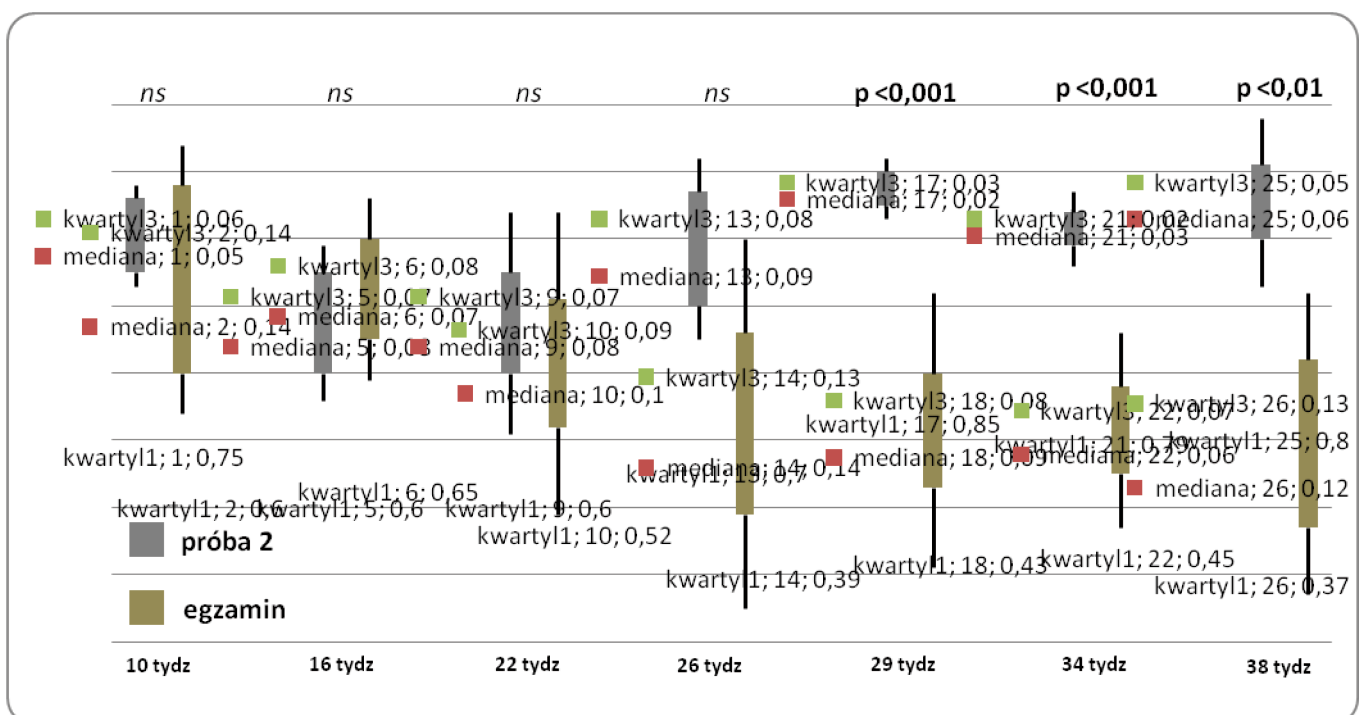


Fig. 2. The effectiveness of chest compressions in the assessments No 2 and No 3 depending on the time elapsed between these assessments.

Table 4. The comparison of the effectiveness of chest compressions between assessments for groups that took the exam within 10 - 16 weeks or 22 - 38 weeks after the end of the course. Data are determined for assessment No 1 and No 2 vs. assessment No 3.

Assessment No 3		
	10 - 16 weeks	22 - 38 weeks
Assessment No 1	0.26±0.32 vs. 0.73±0.27 p<0.001	0.21±0.25 vs. 0.54±0.31 p<0.001
Assessment No 2	0.74±0.17 vs. 0.73±0.27 NS	0.81±0.18 vs. 0.54±0.31 p<0.001

Table 5. The comparison of the effectiveness of chest compressions between assessments for groups that took the exam within 10-22 weeks or 26-38 weeks after the end of the course. Data are determined for assessment No 1 and No 2 vs. assessment No 3.

Assessment No 3		
	10 - 22 weeks	26 - 38 weeks
Assessment No 1	0.23±0.27 vs. 0.68±0.29 p<0.001	0.21±0.27 vs. 0.52±0.31 p<0.001
Assessment No 2	0.71±0.21 vs. 0.68±0.29 NS	0.84±0.15 vs. 0.52±0.31 p<0.001

Table 6. The comparison of the effectiveness of chest compressions between assessments for groups that took the exam within 10 - 26 weeks or 29 - 38 weeks after the end of the course. Data are determined for assessment No 1 and No 2 vs. assessment No 3.

Assessment No 3		
	10 - 26 weeks	29 - 38 weeks
Assessment No 1	0.22±0.26 vs. 0.64±0.33 p<0.001	0.21±0.27 vs. 0.52±0.31 p<0.001
Assessment No 2	0.73±0.21 vs. 0.64±0.33 NS	0.84±0.14 vs. 0.52±0.31 p<0.001

Table 7. The comparison of the effectiveness of chest compressions between assessments for groups that took the exam within 10 - 29 weeks or 34 - 38 weeks after the end of the course. Data are determined for assessment No 1 and No 2 vs. assessment No 3.

Assessment No 3		
	10 - 29 weeks	34 - 38 weeks
Assessment No 1	0.19±0.23 vs. 0.61±0.32 p<0.001	0.27±0.32 vs. 0.51±0.28 p<0.05
Assessment No 2	0.77±0.20 vs. 0.61±0.32 p<0.01	0.84±0.15 vs. 0.51±0.28 p<0.001

Table 8. Chest compressions performed with the appropriate depth, frequency and hands positioning – the correlation between the assessments No 2 and No 3 in students taking the exam after 26 or 29 weeks since the end of the course.

Assessment No 2 vs Assessment No 3			
Weeks	Depth ± SD	Frequency ± SD	Hands positioning ± SD
26	0.83±0.15 vs. 0.62±0.45 NS	0.92±0.09 vs. 0.79±0.28 NS	0.96±0.11 vs. 0.85±0.22 NS
29	0.91±0.06 vs. 0.67±0.32 p<0.05	0.98±0.02 vs. 0.70±0.35 p<0.05	0.96±0.04 vs. 0.82±0.26 NS

Table 9. Chest compressions performed with the appropriate depth, frequency and hands positioning during the assessment No 3 (final exam) – the correlation for student groups taking the exam within 29 weeks since the end of the course and afterwards with gender subanalysis.

Weeks 10 – 29 vs. 34 – 38			
	Depth ± SD	Frequency ± SD	Hands positioning ± SD
All population (N=69)	0.69±0.33 vs. 0.57±0.29 NS	0.81±0.28 vs. 0.83±0.22 NS	0.88±0.19 vs. 0.93±0.06 NS
Female (N=22)	0.58±0.37 vs. 0.57±0.32 NS	0.81±0.30 vs. 0.69±0.39 NS	0.96±0.06 vs. 0.94±0.05 NS
Male n = 47	0.76±0.29 vs. 0.57±0.29 p<0.05	0.81±0.28 vs. 0.87±0.14 NS	0.83±0.22 vs. 0.93±0.06 NS

NS – non significant.

hands positioning between students who took the exam up to 29 weeks after the end of the course as well as afterwards. Similar observations apply to the subgroup of women. In men subgroup a significant difference in the depth of chest compressions between students taking the exam within 29 weeks and afterwards was reported. However, there was no difference in the frequency of compressions and the accuracy of hand positioning. Data are presented in Table 9.

DISCUSSION

In the present literature there are only few articles describing student's practical skills in BLS regarding the time elapsed from the training. Most reports show the level of theoretical knowledge, and the obtained data are based on surveys. Authors usually indicate the insufficient knowledge of issues associated with BLS procedures [7–10], which may affect on both the decision to initiate BLS procedures as well as on the efficiency of performed procedures. In the present study practical skills in chest compressions (essential during cardiopulmonary resuscitation) were assessed.

Students of the Division of Emergency Medicine at the Warsaw Medical University were trained effectively. The effectiveness of chest compressions for all participants assessed at the end of the course was nearly 80%, which gives a value significantly higher comparing with the baseline

result (22%). It is noteworthy that during the final exam all students performed chest compressions more effectively than at the beginning of the course, but significantly worse than at the end of the course itself. There was a clear decline in the effectiveness of chest compressions at the exam, depending on the time elapsed since the completion of the course. The study of the effectiveness of chest compressions among the population of 120 high school students conducted in 2012 by Meissner et al. showed that the high quality of compressions had maintained for four months after the training on BLS mannequins [11]. These data are confirmed by the results of our study. Students of the Division of Emergency Medicine presented high efficiency in terms of chest compressions if the exam was carried out no later than 16 weeks after the end of the course.

The decrease in the effectiveness of compressions was primarily caused by inappropriate depth compression, which with time passing from the end of the course to the final exam decreased gradually from 80% to 57% (Table 2). The problem with the depth of chest compressions after the end of BLS training was already signaled by Fujiwara et al. In that study the percentage of medical students who after 20 weeks from the end of the BLS training performed chest compressions with the proper depth was only 52% [12]. That result was worse than the obtained by students of the Medical University of

Warsaw, who at 22 weeks performed 64% chest compression with the correct depth. However, one should note that students who took the exam after 16 weeks from the end of the course obtained even better results (81%).

By correlating the effectiveness of chest compressions during the course and during the final exam one can indicate the evident decline in the effectiveness provided the time between assessments was 29 weeks or longer (Table 7). The effectiveness of the assessment in this group was 61% during the final exam and was significantly lower than the recorded at the end of the course (77%). In the group of students taking the exam within 26 weeks from the end of the course there were no significant differences. The effectiveness of chest compressions at the end of BLS course and during the exam after one year from the end of the course was evaluated in a study conducted in 2014 by Pande et al. In that study medical students performed highly effective chest compressions directly after the BLS course end. This effectiveness decreased during the exam after one year, but it was still significantly higher than before the BLS course [13]. The higher efficiency of chest compressions during the exam in comparison with the results obtained before the start of the BLS course was also observed in students of the Medical University of Warsaw regardless of the time of the exam.

Comparing the level of mistakes made during resuscitation in relation to gender it was shown that men taking the exam after 29 weeks from the end of the course, in contrast to women, significantly more frequently performed chest compressions with the inappropriate depth (< 5 cm or > 6 cm). There was no difference in the compressions frequency and hands positioning on the chest (Table 9).

In conclusion, high quality chest compressions during cardiopulmonary resuscitation are determined by continuous training of practical skills in this area. The repeated training should be carried out preferably every 4 months and not less frequently than once every six months. Performing too shallow or too deep compressions with abnormal frequency seem to be particularly important factors leading to the decline in the efficiency of the BLS procedures. It is worth paying attention to this fact during the training.

REFERENCES

1. Nolan JP, Soar J, Zideman DA et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation. 2010 Section 1. Resuscitation 2010;81:1219–1276.
2. Kramer-Johansen J, Myklebust H, Wik L et al. Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study. Resuscitation 2006;71:283–92.
3. Christenson J, Andrusiek D, Everson-Stewart S, et al. Chest compression fraction determines survival in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. Circulation 2009;120:1241–1247.
4. Meaney PA, Bobrow BJ, Mancini ME et al. Cardiopulmonary resuscitation quality: [corrected] improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital: a consensus statement from the American Heart Association. Circulation. 2013;23;128(4):417–435
5. Mpotos N, Decaluwe I, van Belleghem J, et al. Automated testing combined with automated retraining to improve CPR skill level in emergency nurses, Nurse Educ Pract 2014;15(3):212–217.
6. Hopstock LA. Motivation and adult learning: a survey among hospital personnel attending a CPR course. Resuscitation 2008;76(3):425–430.
7. Kołodziej A, Królikowska A, Lipka J, Ruta J. Chojnacki P, Ilieva R. Knowledge of BLS and AED resuscitation algorithm amongst medical students--preliminary results Anestezjol Intens Ter. 2011;43(1):29–32.
8. Aroor AR, Saya RP, Attar NR, Saya GK, Ravinanthanan M. Awareness about basic life support and emergency medical services and its associated factors among students in a tertiary care hospital in South India. J Emerg Trauma Shock. 2014;7(3):166–169.
9. Chandrasekaran S, Kumar S, Bhat SA, Saravanakumar, Shabbir PM, Chandrasekaran VP. Awareness of basic life support among medical, dental, nursing students and doctors Shanta Chandrasekaran. Indian J Anaesth. 2010;4(2):121–126.
10. Almesned A, Almehman A, Alakhtar AM, AlAboudi AA, Alotaibi AZ, Al-Ghasham YA, Aldamegh MS. Basic life support knowledge of healthcare students and professionals in the Qassim University. Int J Health Sci (Qassim). 2014;8(2):141–150.
11. Meissner TM, Kloppe C, Hanefeld C. Basic life support skills of high school students before and after cardiopulmonary resuscitation training: a longitudinal investigation. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2012 14;20:31.
12. Fujiwara T, Nishimura M, Honda R, Nishiyama T, Nomoto M, Kobayashi N and Ikeda M. Comparison of peer-led versus professional-led training in basic life support for medical students. Adv Med Educ Pract. 2011;2:187–191.
13. Pande S, Pande S, Parate V, Pande S, Sukhsohale N. Evaluation of retention of knowledge and skills imparted to first-year medical students through basic life support training. Adv Physiol Educ. 2014;38(1):42–45.

Address for correspondence:

Śławomir Pilip
Department of Emergency Medical Services,
Medical University of Warsaw,
ul.Żwirki i Wigury 81a
02-091 Warszawa
tel. 510 182 432
e-mail: slawomir.pilip@wum.edu.pl

Received: 15.11.2015

Accepted: 20.12.2015

TRENING W ZAKRESIE UCISKANIA KLATKI PIERSIOWEJ A SKUTECZNOŚĆ RESUSCYTACJI ODDECHOWEJ

Sławomir Pilip, Daniel Celiński, Łukasz Bondaruk, Grzegorz Michalak, Robert Gałązkowski

Zakład Ratownictwa Medycznego, Wydział Nauki o Zdrowiu, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa

Słowa kluczowe:

- resuscytacja,
- zatrzymanie krążenia,
- ucisk klatki piersiowej

Streszczenie

Wstęp: Prowadzenie wysokiej jakości ucisków klatki piersiowej jest podstawowym warunkiem umożliwiającym podtrzymanie perfuzji wieńcowej i mózgowej u pacjenta z nagłym zatrzymaniem krążenia.

Cel: Analizowano jakość ucisków klatki piersiowej prowadzonych przez studentów pierwszego roku ratownictwa medycznego w chwili rozpoczęcia ćwiczeń z przedmiotu BLS, w dniu zakończenia zajęć oraz podczas egzaminu końcowego.

Materiał i metody: W badaniu wzięło udział 69 studentów podzielonych na 7 grup ćwiczeniowych. W okresie od 01 października 2013 do 30 czerwca 2014 roku każda grupa, w różnym czasie, odbyła 2-tygodniowy cykl zajęć w wymiarze 30 godzin. Egzamin końcowy przeprowadzony był w jednym terminie dla wszystkich studentów, po zakończeniu zajęć przez wszystkie grupy. Badanie prowadzono na manekinie BLS wyposażonej w moduł elektronicznego monitorowania i oceny wykonywanych czynności. Oceniano skuteczność ucisków klatki piersiowej, biorąc pod uwagę: głębokość, częstość ucisków oraz ułożenie rąk na klatce piersiowej. Za prawidłowe uznano wartości zgodne z wytycznymi ERC 2010.

Wyniki: Wskaźnik prawidłowo wykonanych uciśnień klatki piersiowej wyniósł dla wszystkich studentów średnio $0,22 \pm 0,16$ w dniu rozpoczęcia ćwiczeń, $0,79 \pm 0,18$ w dniu zakończenia zajęć oraz $0,58 \pm 0,30$ podczas egzaminu końcowego. Studenci, którzy zdawali egzamin końcowy w okresie do 16 tygodni od zakończenia zajęć uciskali klatkę piersiową bardziej skutecznie ($0,73 \pm 0,27$) niż zdający po dłuższym okresie czasu ($0,54 \pm 0,31$). Studenci, u których egzamin przeprowadzono w okresie 29 tygodni od zakończenia ćwiczeń bądź później uzyskali znacznie niższą skuteczność podczas egzaminu – od skuteczności obserwowanej podczas zaliczenia zajęć (odpowiednio $0,52 \pm 0,31$ vs. $0,84 \pm 0,14$). W tym okresie odnotowano istotne zmniejszenie odsetka studentów, którzy uciskali klatkę piersiową z prawidłową częstością i głębokością.

Wnioski: Uzyskanie wysokiej jakości uciśnień klatki piersiowej warunkowane jest ustawicznym ćwiczeniem umiejętności praktycznych w tym zakresie, najlepiej co 4 miesiące. Nieprawidłowa głębokość i częstość ucisków wydają się być szczególnie ważnymi czynnikami prowadzącymi do spadku efektywności podstawowych zabiegów ratujących życie.

WSTĘP

Wytyczne Europejskiej Rady Resuscytacji kładą szczególny nacisk na prowadzenie wysokiej jakości uciśnień klatki piersiowej podczas resuscytacji krążeniowo-oddechowej [1]. Dotyczy to zarówno podstawowych, jak i zaawansowanych zabiegów ratujących życie. Efektywne uciski klatki piersiowej w konsekwencji generujące ciśnienie skurczowe krwi rzędu 60–80 mm Hg warunkują podtrzymanie perfuzji wieńcowej i mózgowej u pacjenta z nagłym zatrzymaniem krążenia, zwiększają szanse na skuteczną defibrylację i tym samym na powrót spontanicznego krążenia [2, 3]. Biorąc pod uwagę bardzo krótki czas, jaki upływa od zatrzymania akcji serca do śmierci neuronów kory mózgowej, szczególnie ważne jest szkolenie wszystkich – zarówno personelu medycznego, jak i osób spoza środowiska (nie medyków) w zakresie procedur BLS [4]. Jednym z podstawowych elementów szkolenia musi być nauka praktycznych umiejętności uciskania klatki piersiowej oraz budowanie świadomości wśród słuchaczy, jak ważną rolę odgrywają one dla późniejszego rokowania pacjenta [5, 6]. W pracy poddano analizie jakość ucisków klatki piersiowej prowadzonych przez studentów.

MATERIAŁ I METODY

Badanie miało charakter prospektywny. Zostało przeprowadzone wśród studentów pierwszego roku kierunku ratownictwo medyczne studiujących na Warszawskim Uniwersytecie Medycznym. Populacja badana liczyła łącznie 69 osób, w tym 22 kobiety i 47 mężczyzn. Studenci zostali podzieleni na 7 grup ćwiczeniowych. Każda z grup liczyła od 6 do 12 osób, których dobór był przypadkowy, zgodny z harmonogramem zajęć (tab. 1).

Każda grupa w okresie od 01 października 2013 do 30 czerwca 2014 roku, w różnym czasie, odbyła szkolenie w zakresie podstawowych zabiegów ratujących życie obejmujące między innymi naukę procedur uciskania klatki piersiowej i wentylacji pacjenta w stanie nagłego zatrzymania krążenia. Szkolenie dla każdej grupy trwało 30 godzin i prowadzone było w schemacie 5 zajęć po 6 godzin w ciągu 14 dni.

Do badania użyto manekinu osoby dorosłej „Resusci Anne” z oprogramowaniem Laerdal PC Skillreporting System, umożliwiającym monitorowanie i elektroniczny zapis wykonanych czynności. Oceniano skuteczność uciskania klatki piersiowej określoną przez system monitorujący

na podstawie: analizy głębokości oraz częstości ucisków klatki piersiowej, właściwego ułożenia rąk i prawidłowości dekompresji klatki piersiowej. Ponadto analizowano wymienione powyżej parametry wpływające na skuteczność ucisków klatki piersiowej osobno w odniesieniu do wybranych grup. Za prawidłowe przyjęto wartości rekomendowane przez Europejską Radę Resuscytacji według wytycznych z 2010 roku: częstość ucisków pomiędzy 100 a 120/min, głębokość pomiędzy 5 a 6 cm, ułożenie rąk na środku klatki piersiowej.

Każdy student oceniany był trzykrotnie: próba 1 – w dniu rozpoczęcia zajęć (przed ćwiczeniami), próba 2 – w dniu zakończenia zajęć (14 dni po próbie 1), próba 3 – podczas egzaminu końcowego. Egzamin końcowy przeprowadzony był w jednym terminie dla wszystkich studentów, po zakończeniu zajęć przez wszystkie grupy, w okresie od 10 do 38 tygodni po próbie 2 (tab. 2). Pomiedzy próbami 2 i 3 studenci nie odbywali zajęć z zastosowaniem manekinów do resuscytacji krążeniowo-oddechowej.

Dane analizowano przy użyciu programu Statistica 10, stosując test T-studenta dla zmiennych niezależnych z uwzględnieniem odchylenia standardowego dla badanych grup. W analizie porównawczej za poziom istotności danych przyjęto $p < 0,05$.

WYNIKI

Dla wszystkich badanych grup ($n=69$), w pierwszym dniu zajęć (próba 1), uzyskano skuteczność uciskania klatki piersiowej wynoszącą $0,22 \pm 0,16$. W próbie drugiej (ostatni dzień ćwiczeń) skuteczność wynosiła $0,79 \pm 0,18$ ($p < 0,001$

vs. próba 1), natomiast podczas egzaminu (próba 3) $0,58 \pm 0,30$ ($p < 0,001$ vs. próby 1 i 2) – (ryc. 1 - str. 296).

Skuteczność uciskania klatki piersiowej podczas egzaminu, w zależności od okresu czasu jaki upłynął pomiędzy próbami 2 i 3 przedstawiono w tabeli 2. Tabela uwzględnia również podstawowe elementy wpływające na skuteczność ucisków: głębokość, częstość oraz ułożenie rąk.

Nie odnotowano istotnych różnic w skuteczności uciskania klatki piersiowej wśród studentów, którzy zdawali egzamin w 10. i 16. tygodniu po zakończeniu zajęć (odpowiednio $0,74 \pm 0,34$ i $0,73 \pm 0,21$). Studenci zdający egzamin w okresie od 10. do 16. tygodnia po ćwiczeniach wykonywali uciski klatki piersiowej bardziej skutecznie niż studenci zdający pomiędzy 22. a 38. tygodniem od zakończenia zajęć (odpowiednio $0,73 \pm 0,27$ i $0,54 \pm 0,31$) (tab. 3).

Na rycinie 2 (patrz str. 297) zilustrowano korelację pomiędzy skutecznością uciskania klatki piersiowej podczas egzaminu (próba 3) a skutecznością osiągniętą podczas

Tabela 3. Skuteczność uciskania klatki piersiowej podczas egzaminu w korelacji z czasem jaki upłynął od zakończenia zajęć.

Tygodnie	16	22–38
10	NS	x
10-16	x	$p < 0,05$

NS – not significant

Tabela 1. Liczebność badanych grup oraz czas, jaki upłynął od wykonania próby 2 do próby 3 (egzamin) dla poszczególnych grup.

	Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3	Grupa 4	Grupa 5	Grupa 6	Grupa 7
N	12	11	12	9	12	7	6
Czas (tygodnie)	38	34	29	26	22	16	10

Tabela 2. Skuteczność uciskania klatki piersiowej w próbie 3 zależnie od czasu przeprowadzenia prób 2 i 3.

Tygodnie	Skuteczność $\pm$ SD	Głębokość $\pm$ SD	Częstość $\pm$ SD	Ułożenie rąk $\pm$ SD
10	$0,74 \pm 0,34$	$0,80 \pm 0,23$	$0,95 \pm 0,06$	$0,93 \pm 0,14$
16	$0,73 \pm 0,21$	$0,81 \pm 0,23$	$0,83 \pm 0,33$	$0,83 \pm 0,17$
22	$0,62 \pm 0,32$	$0,64 \pm 0,33$	$0,86 \pm 0,25$	$0,97 \pm 0,69$
26	$0,53 \pm 0,41$	$0,62 \pm 0,46$	$0,79 \pm 0,28$	$0,85 \pm 0,22$
29	$0,52 \pm 0,23$	$0,67 \pm 0,32$	$0,70 \pm 0,35$	$0,81 \pm 0,26$
34	$0,52 \pm 0,21$	$0,57 \pm 0,25$	$0,85 \pm 0,15$	$0,93 \pm 0,06$
38	$0,50 \pm 0,37$	$0,57 \pm 0,34$	$0,81 \pm 0,28$	$0,94 \pm 0,05$

próby 2 (ostatni dzień bloku ćwiczeń) w zależności od czasu, jaki upłynął pomiędzy tymi próbami. Studenci, którzy zdawali egzamin w okresie 10, 16, 22 i 26 tygodni od zakończenia zajęć wykonali obie próby podobnie. Skuteczność próby 3 dla studentów, którzy zdawali egzamin 29, 34 i 38 tygodniu po zakończeniu zajęć była istotnie niższa w odniesieniu do próby 2.

Skuteczność ucisków klatki piersiowej obserwowana podczas egzaminu (próba 3) była istotnie wyższa dla wszystkich grup studentów w odniesieniu do próby 1 (początek zajęć), niezależnie od czasu, jaki upłynął od przeprowadzenia próby 1 do egzaminu. Studenci, u których

próbę 3 przeprowadzono w okresie powyżej 29 tygodni od zakończenia cyklu ćwiczeń (próba 2) uzyskali znacznie niższą skuteczność podczas egzaminu od skuteczności obserwowanej w próbie 2. Szczegółowe dane zobrazowano w tabelach 4–7, w których przedstawiono korelację pomiędzy skutecznością uciskania klatki piersiowej podczas próby 3 a skutecznością osiągniętą podczas prób 1 i 2 w zależności od czasu, jaki upłynął pomiędzy próbami 2 i 3.

Parametry wpływające na skuteczność uciskania klatki piersiowej – głębokość i częstość ucisków oraz ułożenie rąk na klatce piersiowej – porównywano dla grup studentów zdających egzamin w 26. i 29. tygodniu po zakończeniu

Tabela 4. Porównanie skuteczności ucisków klatki piersiowej pomiędzy próbami dla grup, które zdawały egzamin w okresie 10–16 tygodni oraz 22–38 tygodni od zakończenia cyklu ćwiczeń. Dane określone dla prób 1 i 2 vs. próba 3.

Próba 3		
	10 – 16 tygodni	22 – 38 tygodni
Próba 1	0,26±0,32 vs. 0,73±0,27 p<0,001	0,21±0,25 vs. 0,54±0,31 p<0,001
Próba 2	0,74±0,17 vs. 0,73±0,27 NS	0,81±0,18 vs. 0,54±0,31 p<0,001

Tabela 5. Porównanie skuteczności ucisków klatki piersiowej pomiędzy próbami dla grup, które zdawały egzamin w okresie 10–22 tygodnie oraz 26–38 tygodni od zakończenia cyklu ćwiczeń. Dane określone dla prób 1 i 2 vs. próba 3.

Próba 3		
	10 – 22 tygodni	26 – 38 tygodni
Próba 1	0,23±0,27 vs. 0,68±0,29 p<0,001	0,21±0,27 vs. 0,52±0,31 p<0,001
Próba 2	0,71±0,21 vs. 0,68±0,29 NS	0,84±0,15 vs. 0,52±0,31 p<0,001

Tabela 6. Porównanie skuteczności ucisków klatki piersiowej pomiędzy próbami dla grup, które zdawały egzamin w okresie 10–26 tygodni oraz 29–38 tygodni od zakończenia cyklu ćwiczeń. Dane określone dla prób 1 i 2 vs. próba 3.

Próba 3		
	10 – 26 tygodni	29 – 38 tygodni
Próba 1	0,22±0,26 vs. 0,64±0,33 p<0,001	0,21±0,27 vs. 0,52±0,31 p<0,001
Próba 2	0,73±0,21 vs. 0,64±0,33 NS	0,84±0,14 vs. 0,52±0,31 p<0,001

Tabela 7. Porównanie skuteczności ucisków klatki piersiowej pomiędzy próbami dla grup, które zdawały egzamin w okresie 10–29 tygodni oraz 34–38 tygodni od zakończenia cyklu ćwiczeń. Dane określone dla prób 1 i 2 vs. próba 3.

Próba 3		
	10 – 29 tygodni	34 – 38 tygodni
Próba 1	0,19±0,23 vs. 0,61±0,32 p<0,001	0,27±0,32 vs. 0,51±0,28 p<0,05
Próba 2	0,77±0,20 vs. 0,61±0,32 p<0,01	0,84±0,15 vs. 0,51±0,28 p<0,001

Tabela 8. Uciski klatki piersiowej wykonane z prawidłową głębokością, częstością i ułożeniem rąk – korelacja pomiędzy próbami 2 i 3 dla studentów zdających egzamin w 26. i 29. tygodniu po ćwiczeniach.

Próba 2 vs. Próba 3			
Tygodnie	Głębokość ± SD	Częstość ± SD	Ułożenie rąk ± SD
26	0,83±0,15 vs. 0,62±0,45 NS	0,92±0,09 vs. 0,79±0,28 NS	0,96±0,11 vs. 0,85±0,22 NS
29	0,91±0,06 vs. 0,67±0,32 p<0,05	0,98±0,02 vs. 0,70±0,35 p<0,05	0,96±0,04 vs. 0,82±0,26 NS

Tabela 9. Uciski klatki piersiowej wykonane z prawidłową głębokością, częstością i ułożeniem rąk podczas próby 3 (egzamin) – korelacja dla grup studentów zdających egzamin do 29. tygodnia oraz powyżej 29. tygodnia po ćwiczeniach z uwzględnieniem płci.

Tygodnie 10–29 vs. 34–38			
	Głębokość ± SD	Częstość ± SD	Ułożenie rąk ± SD
Ogół badanych (N=69)	0,69±0,33 vs. 0,57±0,29 NS	0,81±0,28 vs. 0,83±0,22 NS	0,88±0,19 vs. 0,93±0,06 NS
K+M (N=22)	0,58±0,37 vs. 0,57±0,32 NS	0,81±0,30 vs. 0,69±0,39 NS	0,96±0,06 vs. 0,94±0,05 NS
M (n = 47)	0,76±0,29 vs. 0,57±0,29 p<0,05	0,81±0,28 vs. 0,87±0,14 NS	0,83±0,22 vs. 0,93±0,06 NS

K – kobiety, M – mężczyźni, NS – not significant.

zająć. Analizowano korelację pomiędzy odsetkiem ucisków wykonanych z prawidłową częstością, głębokością i ułożeniem rąk w próbach 2 (zakończenie ćwiczeń) i 3 (egzamin) dla danej grupy. Studenci, którzy zdawali egzamin w 29 tygodniu, uciskali klatkę piersiową z nieprawidłową częstością lub głębokością częściej niż studenci zdający egzamin w 26. tygodniu. Nie obserwowano natomiast j różnicy w zakresie prawidłowego ułożenia rąk na klatce piersiowej w obu badanych grupach (tab. 8).

Uwzględniając wyniki wszystkich studentów w badanych grupach (kobiet i mężczyzn łącznie), podczas egzaminu nie obserwowano istotnych różnic co do głębokości i częstości ucisków oraz prawidłowego ułożenia rąk na klatce piersiowej pomiędzy studentami, którzy zdawali egzamin do 29 tygodnia po zakończeniu zajęć, jak i później. Podobne obserwacje dotyczą grupy samych kobiet. W grupie mężczyzn odnotowano istotną różnicę w zakresie głębokości uciskania klatki piersiowej pomiędzy zdającymi egzamin do

29. tygodnia i potem. Natomiast nie było różnic w zakresie częstości ucisków oraz prawidłowości ułożenia rąk. Dane przedstawiono w tabeli 9.

DYSKUSJA

W najnowszym piśmiennictwie nie ma zbyt wielu artykułów opisujących umiejętności praktyczne studentów w zakresie BLS w odniesieniu do czasu odbytego szkolenia. Większość doniesień przedstawia poziom wiedzy teoretycznej, a uzyskane dane oparte są na badaniach ankietowych. Autorzy zwykle wskazują na niewystarczającą znajomość zagadnień dotyczących podstawowych zabiegów ratujących życie [7–10], co może mieć wpływ zarówno na decyzję o podjęciu BLS, jak i na efektywność wdrożonych procedur. W pracy oceniano praktyczne umiejętności w zakresie uciskania klatki piersiowej, które mają kluczowe znaczenie podczas resuscytacji krążeniowo-oddechowej.

Studenci kierunku ratownictwo medyczne Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego byli kształceni efektywnie. Skuteczność uciskania klatki piersiowej oceniana dla ogółu badanych podczas zaliczenia ćwiczeń wynosiła blisko 80%, co daje wynik znacząco wyższy od uzyskanego na początku zajęć, kiedy skuteczność wynosiła 22%. Zwraca uwagę fakt, że podczas egzaminu końcowego wszyscy studenci uciskali klatkę piersiową efektywniej niż na początku ćwiczeń, jednak istotnie gorzej w odniesieniu do dnia zaliczenia zajęć. Obserwowano wyraźny spadek skuteczności uciśnień klatki piersiowej podczas egzaminu zależnie od czasu, jaki upłynął od dnia zakończenia ćwiczeń. Badanie efektywności kompresji klatki piersiowej wśród populacji 120 uczniów szkół średnich przeprowadzone w 2012 roku przez Meissner i wsp. wykazało utrzymywanie się wysokiej jakości ucisków 4 miesiące po zakończeniu szkolenia na manekinach BLS [11]. Powyższe dane znajdują potwierdzenie w uzyskanych wynikach pracy. Studenci ratownictwa medycznego prezentowali wysoką skuteczność w zakresie uciskania klatki piersiowej, jeżeli egzamin przeprowadzono nie później niż 16 tygodni od zakończenia zajęć.

Na zmniejszenie efektywności ucisków wpływało przede wszystkim prowadzenie ich z nieprawidłową głębokością, która w miarę wydłużania okresu czasu od zaliczenia do egzaminu zmniejszała się stopniowo z 80% do 57% uciśnień wykonanych prawidłowo (tab. 2). Problem z głębokością uciskania klatki piersiowej po zakończeniu szkolenia BLS sygnalizowany był między innymi przez Fujiwara i wsp. We wspomnianym badaniu wykazano, że odsetek studentów medycyny, którzy po 20 tygodniach od zakończenia szkolenia BLS uciskali klatkę piersiową na prawidłową głębokość, wynosił jedynie 52% [12]. Jest to wynik gorszy od tego, jaki uzyskali studenci Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, którzy w 22. tygodniu po zakończeniu kursu wykonali 64% ucisków z prawidłową głębokością. Należy jednak zauważyć, że studenci, którzy zdawali w 16. tygodniu

po zakończeniu zajęć uzyskali skuteczność znacznie lepszą we wspomnianym zakresie, wynoszącą 81%.

Porównując skuteczność ucisków klatki piersiowej podczas zaliczenia zajęć i egzaminu końcowego, wyraźnie widać spadek efektywności, jeżeli okres czasu pomiędzy próbami wyniósł 29 tygodni lub dłużej (tab. 7). Skuteczność podczas egzaminu wyniosła w tej grupie 61% i była istotnie niższa od notowanej podczas zaliczenia ćwiczeń (77%). W grupie studentów zdających egzamin do 26. tygodnia od zaliczenia nie odnotowano istotnych różnic. Efektywność uciskania klatki piersiowej w dniu zakończenia kursu BLS oraz w dniu egzaminu sprawdzającego umiejętności po roku od zakończenia kursu oceniano w badaniach przeprowadzonych w 2014 roku przez Pande i wsp. We wspomnianym badaniu studenci medycyny zaprezentowali wysoką skuteczność ucisków klatki piersiowej zaraz po zakończeniu kursu BLS, która zmniejszyła się w badaniu kontrolnym po upływie roku, jednak była wciąż znacząco wyższa niż przed kursem BLS [13]. Wyższa skuteczność ucisków podczas egzaminu w odniesieniu do wyników uzyskanych przed rozpoczęciem zajęć z BLS utrzymywała się również u studentów Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, niezależnie od czasu egzaminu.

Porównując odsetek błędów popełnianych podczas resuscytacji w odniesieniu do płci badanych, zaobserwowano, że mężczyźni zdający egzamin w czasie powyżej 29. tygodnia od zaliczenia, w przeciwieństwie do kobiet, istotnie częściej uciskali klatkę piersiową na głębokość poniżej 5 cm lub powyżej 6 cm. Nie odnotowano natomiast różnic w zakresie częstości uciśnień oraz ułożenia rąk na klatce piersiowej (tab. 9).

Podsumowując, uzyskanie wysokiej jakości uciśnień klatki piersiowej podczas resuscytacji krążeniowo-oddechowej warunkowane jest ustawicznym ćwiczeniem umiejętności praktycznych w tym zakresie. Ćwiczenia przypominające powinny być prowadzone najlepiej co 4 miesiące i nie rzadziej niż raz na pół roku. Wykonywanie zbyt płytkich lub zbyt głębokich ucisków z nieprawidłową częstością wydają się być szczególnie ważnymi czynnikami prowadzącymi do spadku efektywności podstawowych zabiegów ratujących życie. Warto zwrócić uwagę na ten fakt podczas prowadzenia szkoleń.

PIŚMIENNICTWO - str. 300

Adres do korespondencji:

Sławomir Pilip
Zakład Ratownictwa Medycznego, Wydział Nauki o Zdrowiu,
Warszawski Uniwersytet Medyczny
ul. Żwirki i Wigury 81a
02-091 Warszawa
tel. 510 182 432
e-mail: slawomir.pilip@wum.edu.pl

Nadesłano: 15.11.2015
Zaakceptowano: 20.12.2015

THE TELE-EMS PHYSICIAN PROJECT IN AACHEN, GERMANY: A TELECONSULTATION SYSTEM TO SUPPORT PARAMEDICS — PROJECT OVERVIEW

Frederik Hirsch¹, Rolf Rossaint¹, Stefan K. Beckers^{1,3}, Sebastian Bergrath^{1,3}, Bernd Valentin¹, Jörg C. Brokmann², Michael Czaplik¹

¹Department of Anaesthesiology, University Hospital RWTH Aachen, Germany

²Emergency Department, University Hospital RWTH Aachen, Germany

³Emergency Medical Service, Fire Department, City of Aachen, Germany

Keywords:

- telemedicine,
- teleconsultation,
- emergency medical services,
- paramedics, ambulance

Abstract

Introduction: According to German legal provisions paramedics have limited medical competences. However, in various emergency situations immediate decisions and measures have to be taken in order to rescue the patient. Therefore, telemedical applications could be beneficial. A mobile telemedicine system to support paramedics was implemented in April 2014 in the emergency medical services (EMS) in the German city — Aachen. The aim of the present study is to assess the transformation of the system from a research project into routine use by EMS teams.

Materials and methods: The improvement of the teleconsultation centre, created during the research project, enabled a variety of features: voice communication, reception of incoming patient vital data, 12-lead ECG transfer, and documentation of all necessary data. The transmitted data give a tele-EMS physician the ability to make the diagnosis and recommend the best treatment strategy.

Results: As a result, all ambulances working routinely in the EMS system have been equipped with the required telemedical appliances. Medically approved software was used for visualisation of real-time vital patient data. Also, an improved version of the specialised software was developed. Moreover, to follow the newest national and international treatment guidelines, standard operating procedures were completely newly developed. Additionally, all employees were specifically trained in the use of the telemedical system.

Conclusions: The transformation of the system from a research project into the device routinely used by EMS teams was performed successfully. In addition to the development of required software and hardware-components and their integration, also related changes in the management regarding hitherto procedures was an important step for the successful implementation of the teleconsultation system.

INTRODUCTION

In the German emergency medical services (EMS) system, about half of all emergency interventions are carried out by paramedics alone, whereas in the rest - the EMS physician is required [1]. If a potentially life-threatening situation can be predicted from the emergency call, both the ambulance and the EMS physician unit are sent out by the EMS dispatch centre. Due to national legal provisions and economic reasons, the network of ambulance distribution is denser than the network of EMS physician units. If “only” an ambulance is sent at the scene, the crew evaluates the patient’s condition after their arrival. If the patient condition is more severe than expected or special medications (e.g. analgesics) are necessary, additionally an EMS physician

is dispatched. Therefore, in many cases, the ambulance paramedic team arrives several minutes prior to the arrival of a physician and initiates emergency actions. This time lag is even a more serious problem in rural areas than in densely populated areas, mostly due to the higher density of ambulances and longer routes for the EMS physician to overcome. In addition, as an analysis of Rhineland-Palatinate showed, some EMS facilities failed to ensure a 24/7 availability of EMS physicians all over the year due to the lack of qualified physicians [2]. Even if other provinces do not provide these exact data, one may anticipate that similar problems occur, especially in more rural areas. In these circumstances longer time for EMS physician arrival must be accepted, and paramedics must provide emergency

care on their own until the physician is present. Frequently, they need to perform various medical procedures, such as establishing peripheral venous access, ensuring and maintaining airway patency, and administering intravenous medications on their own responsibility. These actions are often in a legal grey zone.

The crucial role of EMS physicians is based on their knowledge, which is required to decide on the initial treatment strategy as well as on practical skills. The increasing lack in personnel resources and the technical advances in the mobile equipment have led to significant developments in telemedicine during last years. A number of projects have demonstrated that telemedical applications could provide expertise at the scene and improve the treatment [3–7]. However, except for the 12-lead ECG transmission to a cardiology department, telemedicine has not yet been an established practice, but is mostly used in clinical trials. Besides unclear situational conditions, such as the mobile communication conditions on site, the requirements for robustness of the equipment are sophisticated. Implemented systems must be able to resist to extreme weather conditions, careless handling, and technically untalented staff. Additionally, developed systems must be physically small, lightweight, and at best integrated into existing devices to reach high feasibility and user compliance.

Prior to the introduction of the abovementioned system, two pilot studies were carried out successfully. In the research project “med-on-@ix,” it was shown that a teleconsultation in the EMS system was technically and organisationally feasible and practicable [8–10]. But telemedical functionalities were restricted to consulting the tele-EMS physician by an EMS physician on site. In the other project “TemRas,” six ambulances were equipped with the appropriate devices to allow consultation between the EMS personnel and the tele-EMS physician without the need of EMS physician presence on-site. By the end of the study, the technical and organisational feasibility and reliability of the telemedical system were shown [11–14]. Based on the results of our own pilot studies [8–13], we have implemented in Aachen (the city in Germany) the telemedical system into the daily practice of EMS teams to cope with the problems mentioned above since April 2014.

MATERIAL AND METHODS

During the pilot study, both a portable and a fixed in-vehicle version of an autonomous communication unit (P3 telehealthcare, Aachen, Germany) were developed in addition to an integrated in-car PC based on the architecture of the mobile unit, which served as an additional transmission unit. The transmission units were developed further to meet the requirements for implementation of a telemedical system in the daily EMS work. Besides voice communication, the system enables the paramedics to send vital patient data live, such as 12-lead ECG, blood pressure value, heart rate, and the level of oxygen saturation. The tele-EMS physician can get a comprehensive view of the patient and initiate the therapy. The data transfer between

the site of intervention, ambulances, and tele-emergency centre is ensured by a medical network that consists of IT components and certified medical devices. This ensures the secure exchange of medical data and their availability. The developed communication unit applied, in combination with the necessary software, enables mobile use of the components in the EMS system. The telematic connection with the intervention site is carried out using conventional built-in redundancy cellular connections either directly via the ultramobile communication unit or via a permanently installed transfer unit in the ambulance. All data traffic is encrypted separately according to the current state of knowledge. At the site of intervention, the mentioned ultra-mobile communication unit connects to the tele-emergency centre. In order not to restrict the mobility of the team, this communication unit is stored in the pocket of the ECG device. Thus, no additional equipment must be carried around. Over several mobile networks, secure network is provided in parallel so that information from the emergency site can be transferred to the tele-emergency centre in a reliable and encrypted way. If the mobile communication unit is within the range of the wireless network of the ambulance, all data are sent through the transfer unit installed in the ambulance. Each paramedic can use a Bluetooth headset to communicate with the tele-EMS physician by simply pressing a button to connect to the tele-emergency centre. Thus, the decision whether a tele-EMS physician should be involved solely depends on the paramedics assessment on-site.

The vital patient data are continuously collected from the ECG/defibrillator unit (such as heart rate, blood pressure value, and the level oxygen saturation) and they are broadcasted to the tele-emergency centre live. To give a quick view of the overall situation on-site, the paramedics have the ability to capture photos using a commercially available smartphones. These phones are used, for example, to send drug lists and medical reports to the tele-EMS physician. The image data are transmitted automatically without the need of any another operation in the smartphone. In addition, the smartphone acts as a backup if the communication via the default headsets is disturbed.

The transmitted data give the tele-EMS physician the ability to make a diagnosis and recommend the necessary steps for further treatment. Specially developed software supports the tele-EMS physician to adhere to the guideline-orientated patient care. This allows a high-quality patient care. In addition to the direct contact with hospitals, specialists, and primary care physicians, other required information, such as external medical databases, are available.

Even during transport of the patient, the possibility of a telemedical monitoring persists. Data provided by the ultramobile unit are handed over to the permanently installed communication unit in the ambulance. Special antennas on the roof and additional data cards have increased data transfer capability. A camera (SNC-RZ50P, Sony Electronics Inc., San Jose, CA, USA), directly connected to the in-car PC, was fixed to the ceiling of the ambulances and provided

real-time video streaming from the inside of the ambulance. Nowadays, all ambulances working routinely in EMS system are equipped with the data transmission units, as mentioned, and the cameras.

The installed camera on the ceiling can – if necessary and if the patient agrees – be used to escort the patient during the transport. A camera interface allows the tele-EMS physician to use features, such as zooming, tilting, and rotating. The video data are not stored but provide the so-called live stream to the tele-EMS centre. An in-car printer (Brother PocketJet PJ-623, Brother Industries, Ltd., Nagoya, Japan) connected via local area network (LAN) allows the tele-EMS physician to print out the documentation protocols.

During the pilot study, a teleconsultation centre was created. Its functionalities enabled the tele-EMS physician to communicate with the paramedics over a telephone tool to receive all incoming vital patient data, including 12-lead ECG; and to document all necessary records. The very common ABCDE (A: airway, B: breathing, C: circulation, D: neurological deficits, E: environment, further examination) and SAMPLE (S: symptoms, A: allergies, M: medication, P: premedical history, L: last meal, E: environment) algorithms were employed for this purpose. Medical standard operating procedures were used to cope with the following emergency situations: bronchial asthma, chronic obstructive pulmonary disease, hypoglycaemia, acute coronary syndrome, hypertensive emergency, acute pain therapy (traumatic and nontraumatic), and stroke [14].

System performance tests were already made during the study phase of “TemRas” [12]. Different scenarios were tested and analysed. As shown, the usability and robustness of the tested devices as well as of the developed software for the tele-EMS physician were satisfactory. Although mobile communication and data networks differed extensively between rural and urban regions, at least one UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) network was available in 76.4% of test cases. This generated the ability to start a telemedical consultation in nearly all cases, because real-time audio communication showed acceptable quality even with GSM (Global System for Mobile Communications) technology and lower signal strengths. If the signal strength was low, the telemedical system prioritized the incoming data into the teleconsultation centre. Video streaming was disabled at first, followed by picture transmission and live vital patient data. Audio communication was tried to be maintained as long as possible. Since ambulances were moving, and the signal strength differed, all applications were resumed automatically as soon as the mobile network allowed. Live vital patient data displaying was resumed as soon as possible, followed by taken photos, which were handed in later to the documentation software.

Before the system was implemented, the employees were trained intensively regarding the functions and characteristics of the system. Likewise, the EMS physicians were trained specifically in the technical conditions and the use of the system as well as in communication principles. The tele-EMS physicians were obliged to meet the following minimum requirements: medical specialist,

senior emergency physician for mass casualties, ERC (European Resuscitation Council) provider, ATLS (Advanced Trauma Life Support) and PHTLS (Pre Hospital Trauma Life Support) provider, or PALS (Paediatric Advanced Life Support) provider.

RESULTS

As a result of all previous efforts, in the city of Aachen, all ambulances working routinely in EMS system have been equipped with the required telemedical appliances since April 4, 2014. This has enabled the paramedics to communicate with a highly qualified tele-EMS physician in the tele-emergency centre around the clock.

As an evolution to the predecessor pilot study, the mobile communication unit was attached to the patient monitor and defibrillator unit corpuls 3 (GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH, Kaufering, Germany), thus enabling a live transmission of vital patient data to the tele-EMS centre. In addition, smartphones (HTC Desire, High-Tech Computer Corporation, Taoyuan, Taiwan) were deployed in all ambulances. They served as a backup phone if an audio communication using the mobile unit was unavailable and it also enabled to take and transmit still pictures from the site of emergency.

In contrast to the predecessor study, data and audio communication were operated by different networks. So the audio communication could be maintained as long as possible, even if the signal strength was low. A teleconsultation was still possible, even if vital patient data transmission was interrupted. The team on-site was still able to transfer all essential data (e.g., numeric vitals). If data signal strength was low, photo data were kept in the phone and were sent as soon as the data signal was strong enough again. As soon as the signal strength allowed, the transmission of vital patient data and video data were continued automatically.

As a completely new development of the teleconsultation centre, a medically approved software (corpuls.web, GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH, Kaufering, Germany) was used for the visualisation of real-time vital patient data. It was used to show all incoming vital patient data to the documentation software of the teleconsultation centre and to display 12-lead ECGs. It even enabled the tele-EMS physician to measure times and amplitudes the different leads of the ECG if necessary. A further version of the specialised software used in the pilot study was developed in close collaboration between the tele-EMS physicians and software engineers to meet all requirements of the daily EMS team practice. The aim was to create a more user-friendly graphical interface and decision supporting documentation than the one used in the pilot study. Still, it needed to fulfil legal and practical requirements on the other hand. The very common ABCDE and SAMPLE algorithms were used again for this purpose.

To follow the newest national and international treatment guidelines, standard operating procedures (SOP) were completely newly developed. A completely new systematology and graphical representation of the standard operating procedures was achieved by investigating and

studying updated national and international guidelines. They were partially adapted to the peculiarities of the telemedical consultation. To meet the current state of patient care, thereby a high degree of treatment quality could be ensured. As an addition to medical SOP, organisational SOP were developed too. They were used to standardise the daily routine work of the tele-EMS physician and to cope with technical problems that might occur during the work.

All employees in the emergency service using the system were specifically trained in the technical and medical peculiarities. The training included several days of teaching for every paramedic and every physician. The handling of the SOP was also the part of the training. Therefore, a high standard of medical quality could be acquired. Even during the live operation of the system nowadays, the employees are continuously trained and supervised in the context of quality management.

The core feature of the workplace in the teleconsultation centre is, in addition to the live display of vital patient data, the documentation software supporting the decision. It allows complete and fast documentation in any case. Comprehensive databases, such as drug databases or databases on pre-existing conditions, are also stored, as well as standard operating procedures for the most important diseases in the EMS work are available. Based on these, it can also be quickly and swiftly documented. The work on the basis of standard operating procedures ensures a guideline-based therapy and a high degree of the treatment quality.

As Table 1 shows 957 interventions were carried out in 2014 with the help of the tele-EMS physician (help of the tele-EMS physician since the start of the teleconsultation centre in the daily practice of EMS teams). An increase in the number of missions can be observed in every quarter. In the same period, overall 5,235 interventions were carried out by EMS physicians on site. The number of interventions carried out by an EMS physician shows a slight decrease in time.

COMPLICATIONS

When analysing all interventions carried out by the tele-EMS physician, only two mild medical complications could have been recognised. In one case, there was a mild allergic reaction after the administration of the analgesic dipyrone (Metamizole) as an infusion. Immediately necessary measures were taken including the administration of anti-allergic drugs to interrupt the allergic reaction. There was no damage to the

patient in this case. In another case, there was an unexpectedly strong drop of blood pressure after administration of the analgesic dipyrone presumably due to the rapid application of the medication. Again, all measures were immediately taken to stabilise the patient haemodynamics, and therefore, there was no harm to the patient. An additional EMS physician on site was not necessary in both cases because of the mild form of the unexpected side effects and because all counter measures were performed by the team on site with the help of the tele-EMS physician.

DISCUSSION AND CONCLUSION

A multifunctional teleconsultation system [11–14] for emergency interventions was successfully developed and implemented in the EMS daily practice in the city of Aachen. Besides the integration of the required components into all ambulances and the setup of a teleconsultation centre located next to the EMS dispatch centre of the city of Aachen, the needed documentation software was also developed further. Additionally, all employees (paramedics as well as physicians) were specifically trained in the use of the telemedical system. The transformation of the system from a research project into the system used in the daily practice of EMS teams was successfully performed.

Thanks to tele-EMS physicians, emergency care is interdisciplinary linked and optimised. The cooperation between different institutions and optimised information flow along the health-care system supports fast and guideline-based patient care. The possibility of local as well as national use of tele-EMS physicians is likely to have the positive impact in terms of operating costs; especially it may provide a faster and highly standardised emergency medical care in rural areas.

By implementation of the system in the EMS daily practice, it has already created new jobs in the area of medical professions, as well as support and maintenance of the newly created tele-emergency centre.

Within the study, which preceded the implementation of the system in the emergency service, both technical performance and the reliability of the system could be further improved [12] in contrast to the previous study [9]. Also, the handling of the system components could be further improved by weight reduction of the communication unit and placing it directly to the ECG/defibrillator unit. Thus, the integration of the system in the EMS practice was simply feasible.

Table 1. Overall interventions carried out by tele-EMS physician and EMS physician

Tele-EMS physician			
2nd quarter 2014	3rd quarter 2014	4th quarter 2014	overall
251	302	404	957
EMS physician			
2nd quarter 2014	3rd quarter 2014	4th quarter 2014	overall
1,824	1,721	1,690	5,235

By improving transmission and reception performance of both, the mobile transmission unit and the transmitting units inside the ambulances, stable and reliable data streams could be generated [12]. Thereby, a reliable work with the system in everyday life was made possible.

The adaptability of the whole system to automatically enable or disable specific features according to the current network connection is the solution to cope with poor mobile network availability. Because no mobile network (2G, 3G) is yet available in some rural areas of the city of Aachen, there is no teleconsultation possible in such cases. Therefore, alternatives, such as fourth generation mobile networks (LTE) or satellite connectivity, should be studied. Besides network availability, some other technical problems occur during daily practice. The battery capacity, for instance, is limited by the energy consumption of the mobile communication unit. Necessary battery charging during the day or even while on mission occurred and may further do. A further improvement and development of the used technical equipment is desirable and a task that must be solved in the near future.

Making use of both, medical and organisational SOPs for both, the teleconsultation centre and the remote site ensures quality and standardised handling according to current guidelines. This generates a high standard of quality in patient care. By using a standardised machine-readable documentation software, the quality of the documentation is excellent.

The number of total consultation of the tele-EMS physician in the period from April 2014 to December 2014 is very satisfactory. But compared to the total number of doctors dispatched on site, there is still potential for improvement. Since the decision to consultate the tele-EMS physician depends solely on the paramedics' will on site, further training of employees should be done. This is basically possible for all diseases, since in each case, the system can act as a bridging solution until a doctor arrives at the scene. Nevertheless, the common diseases in EMS practice, such as hypoglycaemia, hypertension, and acute coronary syndrome, can be particularly treated by consultation with the tele-EMS physician.

To maintain the achieved high level of quality of care and quality of documentation, a wider and deeper ongoing training of the use of the system is needed in the future for all employees, both medical and nonmedical personnel. New employees are gradually familiarized with the details of the system. An ongoing analysis and further development of the used standard operating procedures contributes to the improvement of therapy standards. By using the instruments of supervision, all interventions carried out by tele-EMS physicians are analysed together with the staff and discussed so as to achieve a more effective training and workflow.

Currently, only the ambulances of the city of Aachen are connected to the system and can be consulted with a tele-EMS physician. From a technical and organisational perspective, it is possible to assign more districts and their ambulances to the system. The number of ambulances that can be consulted by a single tele-EMS physician remains the object for further analysis. It must also be examined in

following studies at which number of monthly interventions a second tele-EMS physician is needed and what maximum number of ambulances can be supplied while the system is still running correctly.

In summary, a reliable teleconsultation system was implemented into the EMS daily practice. Further evaluations of the data from the first year of operation must be performed. An evaluation of the diagnoses, the categories of interventions, the disease severity score divided by the NACA (National Advisory Committee for Aeronautics) score etc., will be taken into consideration. When analysing all interventions carried out by the tele-EMS physician in 2014, no severe medical complications were recognised. Only two mild complications, as stated above, were detected. In no case any patient was harmed.

COMPETING INTERESTS

Frederik Hirsch, Stefan Beckers, and Sebastian Bergrath declare that they have no competing interests. Bernd Valentin is the managing director of P3 telehealthcare. Michael Czaplik is the managing director of Docs in Clouds GmbH. Rolf Rossaint and Jörg Brokmann are shareholders of Docs in Clouds GmbH. P3 telehealthcare is responsible for the development and advancement of the mobile and stationary transmission units, which are used in the described system. Docs in Clouds GmbH is responsible for the development and advancement of the teleconsultation centre and the software used in the system described.

REFERENCES

1. Behrendt H. Time comparison of current performance by emergency medical services in the Federal Republic of Germany (part II). *Ger Interdiscip J Emerg Med.* 7:59–70.
2. Luiz TT, van Lengen RHR, Wickenkamp AA, Kranz TT, Madler CC. Operational availability of ground-based emergency medical services in Rheinland-Palatinate: Statewide web-based system for collation, display and analysis. *Anaesthesist.* 2011;60(5):421–6.
3. Charash WE, Caputo MP, Clark H, Callas PW, Rogers FB, Crookes BA, et al. Telemedicine to a moving ambulance improves outcome after trauma in simulated patients. *J Trauma.* 2011;71(1):49–54; discussion 55.
4. Sanchez-Ross M, Oghlakan G, Maher J, Patel B, Mazza V, Hom D, et al. The STAT-MI (ST-segment analysis using wireless technology in acute myocardial infarction) trial improves outcomes. *JCIN.* 2011;4(2):222–227.
5. Sejersten M, Sillesen M, Hansen PR, Nielsen S, ren L, Nielsen H, Trautner S, et al. Effect on treatment delay of prehospital teletransmission of 12-lead electrocardiogram to a cardiologist for immediate triage and direct referral of patients with ST-segment elevation acute myocardial infarction to primary percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol.* 2008;101(7):941–946.
6. Ickenstein GW, Horn M, Schenkel J, Vatankhah B, Bogdahn U, Haberl R, et al. The use of telemedicine in combination with a new stroke-code-box significantly increases t-PA use in rural communities. *Neurocrit Care.* 2005;3(1):27–32.
7. Hess DC, Wang S, Hamilton W, Lee S, Pardue C, Waller

- JL, et al. REACH: Clinical feasibility of a rural telestroke network. *Stroke J Cereb Circ.* 2005;36(9):2018–2020.
8. Skorning M, Bergrath S, Rörtgen D, Brokmann JC, Beckers SK, Protogerakis M, et al. “E-health” in der Notfallmedizin – das Forschungsprojekt Med-on-@ix. *Anaesthesist.* 2009;58(3):285–292.
9. Bergrath S, Rörtgen D, Rossaint R, Beckers SK, Fischermann H, Brokmann JC, et al. Technical and organisational feasibility of a multifunctional telemedicine system in an emergency medical service – an observational study. *J Telemed Telecare.* 2011;17(7):371–377.
10. Bergrath S, Reich A, Rossaint R, Rörtgen D, Gerber J, Fischermann H, et al. Feasibility of prehospital teleconsultation in acute stroke – a pilot study in clinical routine. *PloS One.* 2012;7(5):e36796.
11. Bergrath S, Czaplik M, Rossaint R, Hirsch F, Beckers SK, Valentin B, et al. Implementation phase of a multicentre prehospital telemedicine system to support paramedics: Feasibility and possible limitations. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2013;21:54.
12. Czaplik M, Bergrath S, Rossaint R, Thelen S, Brodziak T, Valentin B, et al. Employment of telemedicine in emergency medicine. Clinical requirement analysis, system development, and first test results. *Methods Inf Med.* 2014;53(2).
13. Thelen S, Czaplik M, Meisen P, Schilberg D, Jeschke S. Using off-the-shelf medical devices for biomedical signal monitoring in a telemedicine system for emergency medical services. *IEEE J Biomed Health Inform.* 2015;19(1):117–23.
14. Büscher C, Elsner J, Schneiders M-T, Thelen S, Brodziak T, Seidenberg P, et al. The telemedical rescue assistance system “TemRas”—development, first results, and impact. *Biomed Tech (Berl).* 2014;59(2):113–123.

Address for correspondence:

Frederik Hirsch,

Department of Anaesthesiology
University Hospital Aachen, RWTH Aachen University
Pauwelsstr. 30, D–52074 Aachen, Germany
Phone: +49 (0) 241 – 80 88179
Fax: +49 (0) 241 – 80 82406
e-mail: fhirsch@ukaachen.de

Received: 18.06.2015

Accepted: 18.12.2015

PROJEKT SYSTEMU E-LEKARZ W NIEMIECKIM AACHEN: SYSTEM TELEKONSULTACJI STANOWIĄCY WSPARCIE DLA RATOWNIKÓW MEDYCZNYCH

Frederik Hirsch¹, Rolf Rossaint¹, Stefan K. Beckers^{1,3}, Sebastian Bergrath^{1,3}, Bernd Valentin¹, Jörg Ch. Brokmann², Michael Czaplik¹

¹Klinika Anestezjologii, Aachen, Niemcy

²Szpitalny Oddział Ratunkowy, Szpital Uniwersytecki w Aachen, Niemcy

³Straż pożarna, Aachen, Niemcy

Słowa kluczowe:

- telemedycyna,
- telekonsultacja,
- system ratownictwa medycznego,
- ratownicy medyczni,
- karetka pogotowia

Streszczenie

Wprowadzenie: W prawodawstwie niemieckim ratownicy medyczni mają ograniczony zakres kompetencji. Jednakże, w wielu nagłych sytuacjach konieczne jest natychmiastowe podjęcie czynności w celu ratowania chorego. Dlatego też aplikacje telemedyczne mogą okazać się pomocne w tym zakresie. Mobilny system telemedyczny (e-lekarz systemu) wspomagający ratowników medycznych wdrożono w kwietniu 2014 w niemieckim mieście Aachen. Celem poniższej pracy była analiza skuteczności przekształcenia systemu telemedycznego „E-lekarz” z projektu badawczego w narzędzie służące na co dzień zespołom ratowniczym.

Materiały i metody: Udoskonalenie centrum telekonsultacyjnego, opracowanego w ramach projektu badawczego, stworzyło wiele możliwości: komunikację głosową, transmisję parametrów życiowych chorego, transmisję 12-odprowadzeniowego zapisu EKG, a także archiwizację wszystkich niezbędnych informacji. Przekazywane dane umożliwiają postawienie rozpoznania i zaproponowanie najlepszej strategii postępowania przez e-lekarskiego systemu.

Wyniki: W rezultacie wszystkie karetki wykorzystywane na co dzień w ratownictwie medycznym wyposażono w niezbędne urządzenia telemedyczne. W projekcie wykorzystano certyfikowane do użytku medycznego oprogramowanie do transmisji parametrów życiowych pacjenta w czasie rzeczywistym. Jednocześnie przygotowano udoskonaloną wersję tego oprogramowania. Ponadto, w celu postępowania zgodnie z najnowszymi krajowymi i międzynarodowymi wytycznymi opracowano całkowicie nowe standardowe procedury operacyjne. A także, wszyscy pracownicy zostali dokładnie przeszkoleni w zakresie wykorzystania nowego systemu telemedycznego.

Podsumowanie: Przekształcenia systemu E-lekarz z projektu badawczego w narzędzie służące na co dzień zespołom ratowniczym zostało przeprowadzone z powodzeniem. Ponadto, poza opracowaniem i integracją wymaganego sprzętu i oprogramowania, ważnym etapem w skutecznym wdrażaniu systemu telekonsultacji było wprowadzenie odpowiednich zmian w obowiązujących procedurach postępowania.

WPROWADZENIE

W niemieckim systemie ratownictwa medycznego (EMS – *emergency medical services*) około połowa interwencji przeprowadzana jest przez zespoły złożone „tylko” z ratowników medycznych, podczas gdy w pozostałych sytuacjach konieczna jest obecność lekarza systemu (*EMS physician*) [1]. Jeśli potencjalnie zagrażającą życiu sytuację można przewidzieć na podstawie wezwania telefonicznego dyspozytor wysyła na miejsce zarówno karetkę z ratownikami medycznymi, jak i lekarza systemu. Z uwagi na krajowe regulacje prawne oraz kwestie ekonomiczne sieć rozmieszczenia karetek podstawowych jest gęstsza niż sieć jednostek lekarza systemu. Jeśli na miejsce zdarzenia wysyłana jest „tylko” karetka podstawowa, zespół ocenia stan pacjenta dopiero po przybyciu. Jeżeli stan chorego jest cięższy niż można było się spodziewać lub konieczne jest

podanie specjalistycznych leków (np. leki przeciwbólowe), wtedy dodatkowo wysyłany jest lekarz systemu. Dlatego też, w wielu przypadkach, ratownicy medyczni docierają na miejsce kilka-kilkanaście minut wcześniej niż lekarz i rozpoczynają działania ratownicze. Ta różnica w czasie jest dużo większym problemem na terenach rolniczych niż na gęsto zaludnionych obszarach, głównie z uwagi na liczbę dostępnych karetek, a także większe odległości, które musi pokonać lekarz systemu. W dodatku, jak pokazała analiza w Nadrenii-Palatynacie, niektóre stacje ratownictwa medycznego nie zapewniają 24-godzinnej dyżuru lekarza systemu z uwagi na brak wykwalifikowanego personelu [2]. Nawet jeśli inne prowincje nie podają dokładnych danych, należy przypuszczać, że borykają się z podobnymi problemami, szczególnie na obszarach bardziej rolniczych. W tych okolicznościach należy zaakceptować sytuację, w której

lekarz systemu potrzebuje dłuższego czasu na przybycie na miejsce wezwania, a ratownicy muszą sami podejmować czynności medyczne do momentu przybycia lekarza. Nierzadko muszą na własną odpowiedzialność wykonywać szereg procedur medycznych, takich jak: uzyskanie obwodowego dostępu żylnego, zapewnienie i utrzymanie drożności dróg oddechowych czy podawanie leków dożylnych. Wykonywanie tych czynności przez ratowników jest często na pograniczu obowiązującego prawa.

Kluczowa rola lekarza systemu opiera się na jego wiedzy, która niezbędna jest do podjęcia decyzji o początkowej strategii leczenia, jak również na praktycznych umiejętnościach. Z uwagi na rosnący niedobór wykwalifikowanego personelu oraz na postęp techniczny w dziedzinie urządzeń mobilnych w ostatnich latach obserwuje się istotny rozwój telemedycyny. W kilku projektach wykazano, że aplikacje telemedyczne sprawdzają się w miejscu wezwania oraz przyczyniają się do poprawy leczenia [3–7]. Jednakże z wyjątkiem transmisji 12-odprowadzeniowego EKG do oddziału kardiologii, telemedycyna nie jest rutynowo stosowana w praktyce klinicznej, a wykorzystywana jest najczęściej w badaniach klinicznych.

Dzieje się tak, gdyż poza zmiennymi warunkami komunikacyjnymi (dostępność sieci GSM) w miejscu wezwania, także wymogi co do wykorzystywanego sprzętu są wygórowane. Wdrożony system musi być odporny na ekstremalne warunki pogodowe, nieostrożne obchodzenie się z nim, a także na niewłaściwą obsługę. Jednocześnie tak opracowany system musi być mały, lekki i najlepiej, aby był zintegrowany z istniejącymi urządzeniami, co zapewniałoby jego wygodne stosowanie.

Przed wprowadzeniem omawianego systemu przeprowadzono z powodzeniem dwa badania pilotażowe. W projekcie badawczym „med-on-@ix” wykazano, że telekonsultacje w systemie ratownictwa medycznego są technicznie i organizacyjnie możliwe do wprowadzenia [8–10]. Jednakże ich działanie było ograniczone do konsultacji lekarza systemu obecnego na miejscu wezwania przez e-lekarza systemu. W innym projekcie „TemRas” sześć karetek wyposażono w odpowiednie urządzenia, aby umożliwić konsultację pomiędzy zespołami ratownictwa a e-lekarzem systemu bez konieczności obecności lekarza na miejscu wezwania. W tym badaniu także wykazano techniczną i organizacyjną realną możliwość zastosowania takiego systemu telemedycznego w praktyce [11–14]. Na podstawie naszych dwóch badań pilotażowych [8–13] do codziennej praktyki zespołów ratownictwa medycznego od kwietnia 2014 roku wdrożyliśmy w niemieckim mieście Aachen system telemedyczny.

MATERIAŁY I METODY

W trakcie pilotażowego badania opracowano zarówno przenośną, jak i zamontowaną na stałe w karetce autonomiczną jednostkę komunikacyjną (P3 telehealthcare, Aachen, Niemcy) w połączeniu ze zintegrowanym komputerem samochodowym, który służył jako dodatkowa jednostka transmisyjna. Jednostki transmisyjne dalej udoskonalano, aby sprostać wymaganiom wdrożenia systemu telemedycznego do codziennej pracy zespołów ratownictwa medycznego. Poza komunikacją głosową system umożliwia przesyłanie na żywo kluczowych

danych o chorym, taki jak zapis 12-odprowadzeniowego EKG, wartość ciśnienia krwi, częstość rytmu serca czy też poziom saturacji. Tym samym e-lekarz systemu otrzymuje całościowy obraz pacjenta i inicjuje leczenie. Transfer danych pomiędzy miejscem wezwania, karetką a zdalnym centrum reagowania zapewniony jest przez sieć medyczną składającą się z części IT oraz certyfikowanych wyrobów medycznych. Zapewnia to bezpieczną wymianę danych medycznych i ich dostępność. Zastosowanie udoskonalonej jednostki komunikacyjnej, w połączeniu z niezbędnym oprogramowaniem, umożliwia mobilne zastosowanie w systemie ratownictwa. Połączenie z miejscem wezwania wykonywane jest przy pomocy konwencjonalnego połączenia komórkowego albo bezpośrednio przez komunikację ultramobilną, albo przez jednostkę przesyłową zainstalowaną na stałe w karetce. Wszystkie dane są zaszyfrowane według aktualnego stanu wiedzy. W miejscu wezwania, wspomniana ultramobilna jednostka komunikacyjna łączy się z centrum zdalnego reagowania. Aby nie ograniczać mobilności zespołu, ta jednostka komunikacyjna schowana jest w kieszeni aparatu EKG. Tym samym nie potrzeba żadnego dodatkowego sprzętu. Pomimo obecności kilku sieci komórkowych, dodatkowo dostępna jest specjalnie zabezpieczona sieć tak, aby informacje z miejsca interwencji mogły być przesyłane do centrum zdalnego reagowania w niezawodny i zaszyfrowany sposób. Jeśli mobilna jednostka komunikacyjna znajduje się w zasięgu sieci bezprzewodowej karetki, wszystkie dane przekazywane są za pośrednictwem jednostki zamontowanej w pojeździe. Każdy ratownik wyposażony jest w zestaw słuchawek z bluetooth. Bluetooth umożliwia komunikację z e-lekarzem systemu poprzez proste naciśnięcie guzika, które powoduje połączenie się z centrum. Tym samym decyzja co do zaangażowania e-lekarza systemu zależy wyłącznie od zespołu ratownictwa medycznego obecnego na miejscu wezwania.

Parametry życiowe pacjenta są na bieżąco rejestrowane w aparacie EKG/defibrylatorze (takie jak częstość rytmu serca, wartość ciśnienia krwi, poziom saturacji) i przesyłane są na żywo do zdalnego centrum reagowania. Aby umożliwić szybką orientację w sytuacji na miejscu ratownicy mają możliwość zrobienia zdjęć przy pomocy komercyjnie dostępnych smartfonów. Telefony te mogą być wykorzystane, na przykład, w celu przesłania listy leków i wypisów ze szpitala do e-lekarza systemu. Transfer zdjęć odbywa się automatycznie bez konieczności wykonania żadnej dodatkowej operacji na smartfonie. W dodatku smartfon stanowi zabezpieczenie, jeśli doszłoby do zakłócenia komunikacji głosowej poprzez standardowy zestaw słuchawek.

Przesłane dane dają e-lekarzowi systemu możliwość postawienia rozpoznania i zaproponowania koniecznych etapów dalszego leczenia. Specjalnie opracowane oprogramowanie wspomaga e-lekarza systemu w postępowaniu zgodnie z obowiązującymi wytycznymi. Umożliwia to uzyskanie wysokiej jakości opieki nad pacjentem. Poza bezpośrednim kontaktem ze szpitalami, specjalistami i lekarzami POZ dostępne są także inne wymagane informacje, takie jak zewnętrzne medyczne bazy danych.

Nawet w trakcie transportu chorego istnieje możliwość monitorowania sytuacji na odległość. Dane dostarczone przez ultramobilną jednostkę są przekazywane stale do jednostki komunikacyjnej zainstalowanej w karetce. Specjalne anteny

na dachu i dodatkowe karty pamięci zwiększyły możliwości transferu. Kamera (SNC-RZ50P, Sony Electronics Inc., San Jose, Kalifornia, USA) bezpośrednio połączona z komputerem samochodowym została przymocowana do sufitu karetki i zapewnia transmisję wideo w czasie rzeczywistym ze środka pojazdu. Obecnie wszystkie karetki na co dzień pracujące w ratownictwie medycznym zostały wyposażone w jednostki transmisyjne, jak wspomniano wcześniej oraz kamery.

Zainstalowana kamera na suficie – jeśli zachodzi taka potrzeba i jeśli pacjent wyrazi zgodę – może zostać wykorzystana do monitorowania pacjenta w trakcie transportu. Interfejs kamery umożliwia e-lekarzowi systemu szereg funkcji, takich jak powiększanie obrazu, kadrowanie oraz obracanie. Dane wideo nie są gromadzone, jednakże umożliwiają przekaz na żywo do zdalnego centrum reagowania. Z kolei samochodowa drukarka (Brother PocketJet PJ-623, Brother Industries, Sp. z o.o., Nagoya, Japonia) połączona przez sieć lokalną (LAN) umożliwia e-lekarzowi systemu wydrukowanie dokumentów do protokołu.

W trakcie pilotażowego badania stworzono centrum zdalnego reagowania (centrum telekonsultacji). Jego funkcjonalność umożliwiła e-lekarzom systemu: komunikację z ratownikami poprzez telefon i uzyskanie wszystkie kluczowych danych, w tym 12-odprowadzeniowy zapis EKG, a także ich zapisanie. W tym celu wdrożono dwa popularne algorytmy: ABCD (A: drożność dróg oddechowych, B: ocena oddechu, C: ocena krążenia, D: ocena neurologiczna, E: oglądanie rozebranego chorego) oraz SAMPLE (S: objawy przedmiotowe/podmiotowe, A – alergie, M – leki, P – przebyte choroby, L – ostatni posiłek, E – co doprowadziło do urazu lub zachorowania). Medyczne standardowe procedury operacyjne (*standard operating procedures* - SOP) wykorzystano, aby ułatwić postępowanie w następujących nagłych sytuacjach: astma, przewlekła obturacyjna choroba płuc, ostry zespół wieńcowy, przełom nadciśnieniowy, leczenie ostrego bólu (pourazowy i inny) oraz udar [14].

Testy sprawności systemu przeprowadzono już podczas badania „TemRas” [12]. Sprawdzano i analizowane różne scenariusze. Wykazano, że przydatność i stabilność testowanych wyrobów, jak również opracowanego oprogramowanie dla e-lekarza systemu były satysfakcjonujące. Chociaż dostępność komunikacji mobilnej i sieci danych istotnie różniły się na terenach rolniczych i zurbanizowanych, to co najmniej jedna sieć UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) była dostępna w 76,4% testowanych przypadków. Umożliwiało to rozpoczęcie konsultacji telemedycznej praktycznie we wszystkich przypadkach, ponieważ komunikacja głosowa w czasie rzeczywistym wykazała akceptowalną jakość nawet w przypadku technologii GSM (*Global System for Mobile Communications*) i mniejszej siły sygnału. Jeśli siła sygnału była niska, system telemedyczny dawał pierwszeństwo przesyłowi danych przychodzących do centrum zdalnego reagowania. W pierwszej kolejności wyłączała się aktywność transmisji wideo, a następnie transfer zdjęć i kolejno – transfer parametrów życiowych pacjenta. Starano się, aby komunikacja głosowa była utrzymywana najdłużej jak to możliwe. Ponieważ karetki były w ruchu, siła sygnału różniła się, wszystkie aplikacje automatycznie podejmowały pracę na nowo jak tylko zasięg sieci był wystarczający. Przesył parametrów

życiowych pacjenta wznawiano w miarę możliwości jak najszybciej, a następnie ponownie aktywowany był transfer zdjęć, które później dołączano do dokumentacji.

Zanim system został wdrożony pracownicy uczestniczyli w intensywnym szkoleniu dotyczącym jego funkcji i charakterystyki. Podobnie lekarze systemu uczestniczyli w specjalnych kursach dotyczących warunków technicznych i zastosowania systemu, jak również zasad komunikacji. E-lekasz systemu musiał spełniać minimalne następujące wymagania: tytuł specjalisty, starszy lekarz systemu ds. zdarzeń masowych, certyfikat ukończenia podstawowego kursu ERC (*European Resuscitation Council*), ATLS (*Advanced Trauma Life Support*), PHTLS (*Pre Hospital Trauma Life Support*) lub PALS (*Paediatric Advanced Life Support*).

WYNIKI

Dzięki naszym wcześniejszym wysiłkom w Aachen wszystkie karetki pracujące na co dzień w systemie ratownictwa medycznego zostały wyposażone w urządzenia telemedyczne począwszy od 4 stycznia 2014 roku. Umożliwiło to komunikację ratowników medycznych z wysoko wykwalifikowanym e-lekaszem systemu obecnym przez całą dobę w zdalnym centrum reagowania.

Wskutek ewolucji wcześniejszego pilotażowego badania, jednostka komunikacji mobilnej została przymocowana do monitora pacjenta i defibrylatora (GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH, Kaufering, Niemcy), co umożliwiło transmisję na żywo parametrów życiowych chorego prosto do centrum zdalnego reagowania. Dodatkowo, we wszystkich karetkach rozmieszczono smartfony (HTC Desire, High-Tech Computer Corporation, Taoyuan, Tajwan). Stanowiły one zapasowy telefon w przypadku, gdy komunikacja głosowa przy wykorzystaniu mobilnej jednostki była niedostępna, jak również umożliwiały zrobienie i przesłanie zdjęć z miejsca zdarzenia.

W przeciwieństwie do poprzedniego badania, przesył danych i komunikacja głosowa były obsługiwane przez różne sieci. Tym samym możliwe było utrzymanie komunikacji głosowej najdłużej jak to możliwe w przypadku słabej siły sygnału. Telekonsultacja była nadal możliwa, nawet gdy transmisja parametrów życiowych była przerywana. Zespół ratownictwa był więc w stanie nadal przekazać kluczowe dane (wartości liczbowe parametrów życiowych). Jeśli siła sygnału była niska w przypadku przesyłu danych, zdjęcia gromadzone były w telefonie i wysyłane jak tylko sygnał stał się wystarczająco silny. Jak tylko siła sygnału pozwoliła, transmisja kluczowych parametrów życiowych oraz transmisja wideo były automatycznie wznawiane.

Jako całkowicie nowy element centrum zdalnego reagowania wprowadzono certyfikowane do użytku medycznego oprogramowanie wykorzystywane w wizualizacji parametrów życiowych chorego w czasie rzeczywistym (corpuls.web, GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH, Kaufering, Niemcy). Służyło ono do przesyłania do centrum zdalnego reagowania i gromadzenia w dokumentacji wszystkich przychodzących danych dotyczących parametrów życiowych chorego oraz do rejestracji 12-odprowadzeniowego zapisu EKG. Umożliwiało nawet e-lekaszowi systemu rejestrację EKG z różnych odprowadzeń, jeśli była taka potrzeba. Kolejna

wersja specjalistycznego oprogramowania wykorzystanego w badaniu pilotażowym została opracowana w bliskiej współpracy pomiędzy lekarzami systemu a inżynierami w celu spełniania wszystkich wymagań niezbędnych do codziennej pracy w zespołach ratownictwa. Celem było stworzenie bardziej przyjaznego, w porównaniu z badaniem pilotażowym, interfejsu graficznego i interfejsu dokumentacji leżącej u podstawy podjęcia konkretnych decyzji. Z drugiej jednak strony nadal konieczne było, aby spełniały one wymogi prawne oraz praktyczne. W tym celu ponownie wykorzystano bardzo popularne algorytmy ABCDE oraz SAMPLE.

W celu postępowania zgodnie z najnowszymi krajowymi i międzynarodowymi wytycznymi opracowano całkowicie nowe standardowe procedury operacyjne. Całkowicie nowy układ i prezentację graficzną SOP uzyskano poprzez analizę zaktualizowanych krajowych i międzynarodowych wytycznych. Częściowo zostały przystosowane na potrzeby konsultacji telemedycznych. Tym samym zapewniono wysoki poziom jakości leczenia. Dodatkowo, oprócz medycznych SOP przygotowano także organizacyjne SOP. Wykorzystano je w celu standaryzacji codziennej pracy e-lekarzy systemu, a także w celu pokonywania technicznych problemów jakie mogą wystąpić w trakcie pracy.

Wszyscy pracownicy systemu ratownictwa wykorzystujący telekonsultacje zostali szczegółowo przeszkoleni, biorąc pod uwagę techniczne i medyczne odrębności oprogramowania. Kurs składał się z kilku dni szkoleń dla każdego ratownika i każdego lekarza. Zastosowanie SOP także było częścią szkolenia. Umożliwiło to uzyskanie wysokiego jakości. Nawet obecnie podczas interwencji na żywo, pracownicy są ciągle szkoleni i nadzorowani.

Kluczową cechą środowiska pracy w centrum telekonsultacji jest, oprócz otrzymywania obrazu parametrów życiowych chorych na żywo, oprogramowanie do prowadzenia dokumentacji stanowiącej podstawę podejmowanych decyzji. Umożliwia ono szybki dostęp do pełnej dokumentacji w każdym przypadku. Kompleksowe bazy danych, takie jak: baza leków, baza schorzeń współistniejących, są również przechowywane, podobnie jak standardowe procedury operacyjne dla większości ważnych chorób spotykanych w pracy ratownika. Zapewnia to szybkie i sprawne archiwizowanie danych. Praca według standardowych procedur operacyjnych umożliwia wdrożenie leczenia zgodnego z wytycznymi, a tym samym wysoką jakość terapii.

Jako pokazano w Tabeli 1 w 2014 roku 957 interwencji odbyło się przy współudziale e-lekarza systemu (tj. od uruchomienia centrum telekonsultacji w codziennej praktyce

zespołów ratownictwa). Wzrost liczby tych interwencji można było zaobserwować w każdym kwartale. W tym samym okresie łącznie miało miejsce 5235 interwencji przy współudziale lekarza systemu obecnego na miejscu wezwania. W trakcie minionego roku zaobserwowano nieznaczny spadek tego rodzaju interwencji.

POWIKŁANIA

Analizując wszystkie interwencje przeprowadzone przy współudziale e-lekarzy systemu, zanotowano tylko dwa łagodne medyczne powikłania. W jednym przypadku wystąpiła łagodna reakcja alergiczna po podaniu leku przeciwbólowego (metamizol) w postaci dożylniej. Natychmiast podjęto konieczne czynności, w tym podanie leków przeciwalergicznych, w celu zahamowania reakcji alergicznej. Nie stwierdzono trwałych powikłań. W innym przypadku zaobserwowano niespodziewanie duży spadek ciśnienia krwi po podaniu metamizolu najprawdopodobniej wskutek zbyt szybkiego podania. Podjęto natychmiast ponownie wszystkie niezbędne czynności, aby ustabilizować krążeniowo pacjenta, i tym samym również nie stwierdzono trwałych powikłań u pacjenta. W żadnym z przypadków nie było konieczności wezwania na miejsce interwencji lekarza systemu z uwagi na łagodny charakter niespodziewanych zdarzeń niepożądanych i dzięki temu, że szybko podjęto niezbędne środki zaradcze pod nadzorem e-lekarza systemu.

DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Wielofunkcyjny system telekonsultacji [11–14] w interwencjach zespołów ratownictwa medycznego został z powodzeniem opracowany i wdrożony w codziennej praktyce w mieście Aachen. Poza integracją wymaganych składowych systemu ze wszystkimi karetkami i stworzeniem centrum telekonsultacji położonego blisko dyspozytorni pogotowia ratunkowego w Aachen, dalej udoskonalano oprogramowanie niezbędne do prowadzenia dokumentacji. Dodatkowo wszyscy pracownicy (ratownicy oraz lekarze) zostali specjalnie przeszkoleni w obsłudze systemu telemedycznego. Przekształcenie systemu z projektu badawczego w narzędzie służące na co dzień zespołom ratowniczym zostało przeprowadzone z powodzeniem.

Dzięki e-lekarzom systemu pacjenci leczeni przez zespoły ratownictwa medycznego mają zapewnioną interdyscyplinarną i zoptymalizowaną opiekę. Współpraca pomiędzy różnymi instytucjami oraz zoptymalizowany przepływ informacji zapewnia szybkość i opartą na wytycznych opiekę nad pacjentem. Możliwość lokalnego, jak i ogólnokrajowego, wykorzystania systemu e-lekarzy prawdopodobnie miałyby pozytywny

Tabela 1. Łączna liczba interwencji przeprowadzona przy współudziale e-lekarza systemu

E-lekarz systemu			
II kwartał 2014	III kwartał 2014	IV kwartał 2014	łącznie
251	302	404	957
Lekarz systemu w miejscu wezwania			
II kwartał 2014	III kwartał 2014	IV kwartał 2014	łącznie
1824	1721	1690	5235

wpływ na koszty interwencji, w szczególności zaś mogłaby zapewnić szybsze uzyskanie wysoko wystandaryzowanej opieki medycznej na terenach rolniczych.

Wprowadzenie telesystemu do codziennej pracy zespołów ratownictwa związane jest ze stworzeniem nowych miejsc pracy, jak również z utrzymaniem nowo stworzonego zdalnego centrum reagowania.

W ramach badań, które poprzedzały wdrożenie systemu stwierdzono, że zarówno sprawność techniczna, jak i niezawodność systemu można ulec poprawie [12], choć i tak jest lepsza w porównaniu z wcześniejszym badaniem [9]. Również, posługiwanie się elementami systemu mogłoby zostać usprawnione poprzez zmniejszenie masy jednostek komunikacyjnych i umieszczenie ich poza aparatem EKG/defibrylatorem. Poprawa transmisji i odbioru zarówno mobilnych jednostek transmisyjnych oraz jednostek transmisyjnych w karetkach mogłaby się przyczynić do bardziej stabilnego i niezawodnego przesyłu danych [12]. Tym samym możliwe byłoby zapewnienie niezawodnej pracy z systemem w codziennej praktyce.

Możliwość adaptacji całego systemu do automatycznej aktywacji lub deaktywacji swoistych funkcji w zależności od aktualnego połączenia sieciowego jest rozwiązaniem umożliwiającym radzenie sobie z niską dostępnością sieci mobilnych. Ponieważ na terenach rolniczych w mieście Aachen zdarza się brak jakiejkolwiek sieci (2G, 3G), tym samym w takim przypadku niemożliwe jest odbycia telekonsultacji. Dlatego też należy rozważyć alternatywy, takie jak: mobilne sieci czwartej generacji (LTE) lub połączenia satelitarne. Poza dostępnością sieci, w codziennej praktyce występują także inne techniczne problemy. Pojemność akumulatora, na przykład, jest uwarunkowana zużyciem energii przez mobilną jednostkę komunikacyjną. Niezbędne jest ładowanie akumulatora w ciągu dnia lub nawet w trakcie interwencji. Dalsze ulepszanie stosowanego wyposażenia jest bardzo pożądane i ten problem musi zostać rozwiązany w niedalekiej przyszłości.

Przy przestrzeganiu medycznych i organizacyjnych SOP zarówno centrum telekonsultacyjne, jak i ratownicy w odległym miejscu interwencji zapewniają jakość i wystandaryzowany sposób postępowania zgodny z aktualnymi wytycznymi. To przyczynia się do wysokiej jakości opieki nad pacjentem. Natomiast przy wykorzystaniu wystandaryzowanego oprogramowania do tworzenia dokumentacji, jakość dokumentacji jest też doskonała.

Liczba wszystkich konsultacji przy udziale e-lekarza systemu w okresie od kwietnia 2014 do grudnia 2014 była bardzo satysfakcjonująca. Jednakże biorąc pod uwagę liczbę interwencji z udziałem lekarza w miejscu wezwania, nadal jest możliwy ich wzrost. Ponieważ decyzja o konsultacji z e-lekarzem systemu zależy wyłącznie od woli ratowników obecnych na miejscu, należy prowadzić dalsze szkolenia pracowników. Telekonsultacja jest praktycznie możliwa w przypadku wszystkich chorób, gdyż w każdym przypadku system może działać jako rozwiązanie pomostowe do momentu przyjazdu lekarza na miejsce wezwania. Niemniej jednak najczęstsze schorzenia występujące w praktyce pogotowia ratunkowego, takie jak hipoglikemia, hipotensja i ostre zespoły wieńcowe, mogą w szczególności być leczone przy współudziale e-lekarza systemu.

W przyszłości w celu utrzymania osiągniętego wysokiego poziomu jakości opieki i jakości dokumentacji szerszy i bardziej szczegółowy program szkolenia z zastosowania systemu jest potrzebny dla wszystkich pracowników, zarówno personelu medycznego, jak i innych. Nowi pracownicy są stopniowo zaznajamiani ze szczegółami systemu. Tocząca się analiza i dalsze ulepszanie wykorzystania SOP przyczynia się do poprawy standardów leczenia. Wykorzystując narzędzia nadzoru, wszystkie interwencje przeprowadzone przy współudziale systemu e-lekarza są analizowane z pracownikami, tak aby uzyskać lepszą skuteczność szkolenia, jak i poprawę jakości dalszej pracy.

Obecnie tylko karetki w Aachen połączone są z systemem i mogą korzystać z konsultacji systemu e-lekarza. Z technicznej i organizacyjnej perspektywy możliwe jest przyłączenie dalszych rejonów i ich karetek. Otwartym pytaniem pozostaje, jaką liczbę karetek może konsultować jeden e-lekarz systemu. Należy także zbadać, przy jakiej liczbie interwencji w miesiącu konieczna jest obecność drugiego systemu e-lekarza i maksymalnie, jaka liczba karetek może być skonsultowana jednocześnie przy prawidłowo działającym systemie.

Podsumowując, niezawodny system telekonsultacji został wprowadzony do codziennej praktyki pogotowia ratunkowego. Konieczne są dalsze analizy danych z pierwszego roku funkcjonowania systemu. Należy wziąć pod uwagę ocenę stawianych rozpoznań, kategorie interwencji czy też stopień ciężkości schorzeń. Podczas analizy wszystkich interwencji przy współudziale e-lekarzy systemu w 2014 roku nie stwierdzono poważnych powikłań. Zarejestrowano tylko dwa łagodne powikłania, jak wymieniono powyżej, które nie wiązały się z poważnym uszczerbkiem na zdrowiu.

KONFLIKT INTERESÓW

Frederik Hirsch, Stefan Beckers oraz Sebastian Bergrath deklarują brak konfliktu interesów. Bernd Valentin jest dyrektorem zarządzającym P3 Telehealthcare. Michael Czaplík jest dyrektorem zarządzającym Docs w Clouds GmbH. Rolf Rossaint oraz Jörg Brokmann są udziałowcami Docs w Clouds GmbH. P3 Telehealthcare jest odpowiedzialne za opracowanie i rozwój mobilnych i stacjonarnych jednostek transmisyjnych, które zostały wykorzystane w opisywanym systemie. Docs w Clouds GmbH jest odpowiedzialne za opracowanie i rozwój zdalnych centrów reagowania, jak również oprogramowania wykorzystywanego w opisywanym systemie.

PIŚMIENNICTWO – str. 310.

Adres do korespondencji:

Frederik Hirsch
Klinika Anestezjologii
Szpital Uniwersytecki w Aachen, Uniwersytet RWTH w Aachen
ul. Pauwelsa 30, D-52074 Aachen, Niemcy
Tel: +49 (0) 241 – 80 88179
FAX: +49 (0) 241 – 80 82406
e-mail: fhirsch@ukaachen.de

Nadesłano: 18.06.2015

Zaakceptowano: 18.12.2015

LUNG ULTRASOUND – THE NEW TOOL FOR CHEST EXAMINATION IN THE EMERGENCY DEPARTMENT

Togay Evrin¹, Ibrahim Arziman², Dariusz Timler³, Nalan Ogan⁴, Başak Yilmaz¹, Łukasz Szarpak⁵

¹Department of Emergency Medicine, Medicine Faculty of Ufuk University, Ankara, Turkey

²Gulhane Military Medical Academy, Department of Emergency Medicine, Ankara, Turkey

³Department of Emergency Medicine and Disaster Medicine, Medical University of Łódź, Łódź, Poland

⁴Department of Pulmonology, Medicine Faculty of Ufuk University, Ankara, Turkey

⁵Department of Cardiosurgery and Transplantology, Institute of Cardiology, Warsaw, Poland

Keywords:

- Lung ultrasound,
- Lung consolidation,
- Pneumonia

Abstract

Patients with dyspnea routinely undergo physical examination, lung auscultation and chest X-ray. Auscultation and bedside roentgenogram characterize low sensitivity in critically ill patients. Chest X-ray images remain suboptimal in more than one-third of cases and poorly correlate with chest computer tomography images. Lung ultrasound is invaluable as a bedside diagnostic tool for patients with dyspnea since, in a few minutes, it may help to distinguish typical features of most common causes of dyspnea. Lungs are at the crossroads of ventilation and circulation and their visualisation can provide much diagnostic information. In the past, lung ultrasound was considered impossible. However, the interplay between air, fluid and pleurae creates distinctive artefacts. Combinations of these artefacts can help to differentiate between various pathological processes, including pulmonary oedema, pneumonia, pulmonary embolism, and pneumothorax. Earlier, lungs have been improperly considered to be poorly accessible for ultrasound, since air prevents propagation of the ultrasound beam and produces reverberation artifacts under the lung surface. This article reviews the basics of ultrasound visualization, normal and pathological findings on lung ultrasound, and emphasizes ultrasound utility in providing the emergency physician with a new, fast and reliable diagnostic tool.

INTRODUCTION

Acute dyspnoea is one of the most common reasons why patients present to the emergency departments (EDs). In most cases, the physical examination and bedside roentgenogram are inconclusive, resulting in the need for more sophisticated diagnostic tests [1]. Acute respiratory failure is a critical condition requiring dynamic evaluation and interventions. Bedside lung ultrasound (LUS) is a noninvasive, easily available imaging modality that can complement physical examination and clinical evaluation [2]. Presently, the usefulness of ultrasonography has been demonstrated in many diseases since it offers a number of advantages compared to other imaging modalities [3]. The main advantage of bedside LUS is its immediate availability in the diagnosis of thoracic disorders. Other advantages include delaying or even avoiding the need for patient transportation to the radiology unit or the need for radiation exposure. It also enables to guide life-saving therapies in case of extreme emergency [4]. These characteristics are especially useful in patients who are particularly susceptible to the adverse effects of radiation, such as children [3, 4] and pregnant women, and in patients

who can only be moved with difficulty, such as those in the intensive care units [5–7]. Because ultrasound scanners are portable, they can also be used by EMS teams to evaluate patients in the pre-hospital setting [8]. The early differential diagnosis of dyspnea may pose a real challenge in patients presenting to EDs. Timely differentiation of heart failure from other causes of shortness of breath may enable early administration of appropriate medical therapy [9], since there are multiple clinical conditions in which dyspnea is the main complaint [10]. Chest X-rays and B-type natriuretic peptide, along with electrocardiogram (ECG) and physical examination, help the emergency physician (EP) in forming correct diagnosis of heart failure [9]. Although often the results are available after the therapy has been started. Most radiographic signs have only moderate diagnostic accuracy and particularly limited sensitivity [11]. Nevertheless, many studies have demonstrated the utility of ultrasound imaging in noncardiac chest diseases. Since the object of this review is to highlight the diseases in which lung ultrasonography can be useful, we have organized the article according to the thoracic structures: the pleura, lungs, the chest wall, the mediastinum, and the diaphragm.

ULTRASOUND DEVICES AND PROBES

Most ultrasound machines are suitable for lung scanning, and besides the M-mode no additional functions are needed. A portable unit is preferable, since it may be used at bedside, without a need for moving patients to any other facility. For an experienced ED sonographer the average time to scan the chest is around 3 minutes [12]. The most frequently used probes are: multifrequency phased array (2.5–3.5 MHz), convex and linear probes (5.0–10 MHz) [12].

The scanning technique

Lung ultrasound can be performed on the whole chest wall just by laying the probe in the intercostal spaces, avoiding the ribs. The probe can be positioned both longitudinally, perpendicular to the ribs, and obliquely, along the intercostal spaces (Fig. 1 – pp. 323). The longitudinal view allows visualization of the so-called “bat-sign”. This sign identifies the upper and lower ribs (the wings of the bat) and, a little deeper, the pleural line (the back of the bat). The oblique view allows visualizing larger part of the pleural line, which is not interrupted by rib shadows [13].

Scanning technique that should be applied in the emergency setting is the eight-zone examination, consisting of scanning four chest areas per side (Fig. 2 – pp. 323): areas 1 and 2 denote the upper anterior and lower anterior chest, whereas areas 3 and 4 denote the upper lateral and basal lateral chest, respectively. In a critically ill patient with acute respiratory failure, a more rapid anterior two-region scan may be sufficient to rule out the interstitial syndrome due to cardiogenic acute pulmonary oedema [14].

It is advisable always to scan the costo-phrenic angles on both sides, and to assess the “curtain sign”, that is the relative movement of the lung, which covers the subdiaphragmatic organ during inspiration (the liver on the right side, or the spleen on the left side) and the diaphragm (Fig. 3 – pp. 323). This is the region where free pleural effusion can be detected [13].

The supine position is perfect for scanning the anterior chest, whereas the lateral chest may be examined in the semi-supine position (on the left decubitus to scan the right axillary lines, and

on the right decubitus to scan the left axillary lines). The ideal position for scanning the posterior chest is the patient sitting on the bed with his/her back turned to the operator [15].

ARTIFACTUALS AND NORMAL FINDINGS

As the normal pleura is only 0.2 to 0.4 mm thick, and this measurement is below the resolution limits of ultrasound systems, the pleural membranes appear as a single highly echogenic line that moves when the patient breathes (**lung sliding**) [16]. It is a normal occurrence due to the movement of the visceral pleural on the parietal pleura. The amplitude of the lung sliding is minimal at apices and maximal at bases. Lung sliding can be objectified and documented with M-mode. **The sea-shore sign** refers to the image of lung sliding with M-mode (Fig. 4 – pp. 324). The pleural line is defined as a horizontal hyperechoic line visible 0.5 cm below the rib line. **Horizontal lines** (Fig. 4), arising

from and parallel to the pleural line, are called **A lines** (Fig. 4); **vertical lines**, arising from and perpendicular to the pleural line, are called **B lines** or ultrasound lung **comets** (Fig. 5 – pp. 325) if they reach the edge of the screen. Three or more ultrasound lung comets visible in a frozen image are called the **lung rocket** (Fig. 5) [17]. **The B lines or ultrasound lung comets** arising from the pleural line are well defined and laser-like beams, spreading to the lower edge of the screen, without fading and are synchronous with lung sliding. They are generated by elements with a high acoustic impedance gradient from the surrounding structures, such as the fluid surrounded by air in the alveoli. The ribs and the pleural line, in the longitudinal view, outline a characteristic pattern, **the bat sign** (Fig. 4). The two rib's shadows resemble the wings of the bat and the pleural line in the middle resembles its body [18].

PLEURA

As the normal pleura is only 0.2 to 0.4 mm thick, and this measurement is below the resolution limits of ultrasound systems, the pleural membranes appear as a single highly echogenic line that moves when the patient breathes (lung sliding) [19].

Pleural Effusion

The first step in the evaluation of patients with suspected pleural effusion is to confirm the diagnosis. Ultrasound is a useful method because it allows the distinction between effusion and lung consolidations [20]. Also, it has a high accuracy in detecting pleural effusion. In a study comparing several diagnostic procedures with computed tomography (CT) in patients with acute respiratory distress syndrome, Lichtenstein et al. demonstrated that ultrasonography had greater diagnostic accuracy (93%) for pleural effusion than either auscultation (63%) or supine anteroposterior chest X-ray (47%) [1]. In fact, chest X-rays can detect the presence of pleural effusion in patients in the orthostatic position only if the volume of the effusion is at least 200 mL and the sensitivity of this method decreases in the supine position, whereas ultrasound can detect effusions as small as 20 mL (Fig. 6 – pp. 325) [21]. The volume of pleural effusion can be estimated using number of different equations employing the width of the column of fluid, the height of the subpulmonary effusion, or the thickness of the mantle surrounding the lungs [22, 23]. The simplest method is to multiply the width of the lateral fluid lamella (in millimeters) by an empirical factor of 90 to obtain the volume of pleural effusion in milliliters ($r=0.68$). Although various ultrasound methods were described for the quantification of the volume of pleural effusions, they all require several measurements. We believe that knowledge of the exact amount of fluid has limited usefulness in clinical practice. Therefore, we prefer a qualitative approach that is summarized in Table 1 [23]. Ultrasonography provides more accurate estimation of the volume of pleural effusions than radiography [24]. Ultrasound evaluation of a patient in a sitting position is better since it allows more precise quantification of pleural effusion. In this position, free fluid collects in the dependent space, whereas it can be found in a

Table 1. Ultrasound quantification of pleural effusion.

Quantification	Ultrasound visualization	Volume estimation, mL
Minimal	Costophrenic angle	≤100
Small	One probe	100–500
Moderate	Two probes	500–1,500
Large/massive	Three or more probes	>1,500

Table 2. Ultrasound patterns and the nature of pleural effusion.

Pattern	Transudative	Exudative	Haemorrhagic
Non-echogenic	+	+	
Complex nonseptated	+	+	
Complex septated		+	
Echogenic		+	+

posterior location in the patient in the supine position [25]. A second step is the distinction between transudative and exudative pleural effusions. The aspect of pleural effusion on ultrasound can suggest the nature of the fluid, although a definitive diagnosis requires thoracentesis for physical, chemical, and microbiological analyses. According to the characteristics of the pleural effusion on ultrasound, it can appear as non-echogenic (black), complex nonseptated (black with white strands), complex septated (black with white septa), or homogeneously echogenic (white) (Table 2) [26].

PNEUMOTHORAX

Computer tomography is the gold standard technique for diagnosing pneumothorax, but it is not the procedure of choice due to its high cost, limited availability and, above all, the exposure to ionizing radiation. Pneumothorax can be rapidly detected on ultrasound, and this technique is particularly indicated in pregnant women and children (who are particularly vulnerable to radiation) as well as in patients with traumatic injuries and in patients in intensive care units (who cannot be moved easily). Ultrasound imaging also provides quantitative data [27]. As shown in Figure 4, the major ultrasonographic signs for the diagnosis of pneumothorax are: the absence of lung sliding — respiratory movement of the pleura that is more evident using the M-mode with the stratosphere sign; the absence of B lines (negative predictive value: 100%); and the presence of the lung point (positive predictive value: 100%) in the absence of massive pneumothorax [25]. However, the absence of lung sliding is frequent in critically ill patients and in other conditions: jet or high-frequency ventilation, massive atelectasis, acute pleural symphysis, severe fibrosis, phrenic nerve palsy, cardiopulmonary arrest, simple apnea

and improper scanning technique. The lung point is a specific sign that allows pneumothorax to be confirmed. The specificity of this sign is 100%. The lung point consists of the presence of normal lung features: lung sliding, A lines with or without B lines; and of pneumothorax: the absence of lung sliding, the absence of B lines, and the presence of A lines (Fig. 7 – pp. 326) [16].

LUNG

Ultrasonography can be used to study diseases affecting the peripheral lung parenchyma.

Pneumonia

Lung ultrasound has high sensitivity (94%) and specificity (96%) for the diagnosis of pneumonia in adults. It suits well both as a rule-in and rule-out test for pneumonia in adults admitted to EDs and medical wards. Even in patients with acute dyspnea, in whom the differential diagnosis can be challenging, LUS characterizes good discrimination. The meta-analysis by Chavez et al. proves that LUS, when conducted by highly-skilled sonographers, performs well as diagnostic tool for pneumonia. ED physicians should be encouraged to learn LUS for this purpose since, in experienced hands, it appears to be an established diagnostic tool. In LUS pneumonia appears as a hypoechoic area with poorly defined borders and with the presence of B-lines at the far-field margin. In the area affected by lung consolidation pleural line is less echogenic and lung sliding is reduced or absent [28]. Consolidations yield two characteristic patterns, which are called tissue-like sign and shred sign. The consolidated lung has tissue-like pattern that is echogenic, with regular trabeculations reminiscent of the liver [29]. Air bronchograms may show intrinsic dynamic centrifugal movements due to breathing.

This finding is called dynamic air bronchogram: it confirms bronchial patency and rules out obstructive atelectasis. Multiple lenticular echoes, representing air trapped in the smaller airways, may also be frequently observed. Fluid bronchograms, described in postobstructive pneumonia, are identified as non-echogenic tubular structures with hyperechoic walls but without color Doppler signals. Fluid bronchograms are frequently observed in pneumonia (Fig. 8 – pp. 326). Pleural effusion is easily detected with LUS and appears as an non-echogenic area in the pleural space (Fig. 9 – pp. 326) [28].

INTERSTITIAL SYNDROME

In the interstitial syndrome, predominant air components are combined with a minimal amount of fluid. The presence of multiple ultrasound lung comets (at least three in a longitudinal scan between two ribs) fanning out from the lung-wall interface define interstitial syndrome [30] (Fig. 10 – pp. 327). Ultrasound lung comets – also known in the literature as B-lines, are hyperechoic narrow-based artifacts (ring-down artifacts) spreading like laser rays from pleural line to the edge of the screen. Multiple ultrasound lung comets have sensitivity and specificity of 93% for the diagnosis of interstitial syndrome if compared with an X-ray study. Though if interstitial syndrome is suspected and other tests appear normal HRCT is the next investigation of choice. In a patient with dyspnoea, detecting ultrasound lung comets allows immediate differentiation between cardiogenic pulmonary oedema and the exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. The sensitivity of the ultrasound detection of pulmonary oedema in this setting is 100% and specificity is 92% [30].

PULMONARY EMBOLISM

Even though several clinicians routinely use LUS as a diagnostic tool in patients presenting with dyspnoea and/or chest pain to confirm pulmonary embolism current European Society of Cardiology (ESC) guidelines do not mention this method. Peripheral parenchymal consolidations can be visible on lung ultrasound when an embolic vascular occlusion occurs. These consolidations appear due to either necrosis of lung parenchyma (infarction) or to atelectasis, related to breakdown of surfactant with extravasation of blood. Since ultrasound morphology of pulmonary infarction was first described in the 1960s, several diagnostic accuracy studies have been published [31]. Mathis et al. showed that LUS could demonstrate subpleural pulmonary consolidations due to embolism in more than 75% of patients having pulmonary embolism [32]. Lung ultrasound should not be considered as the first line imaging test but might be a possible alternative if CT pulmonary angiography is contraindicated. Lung ultrasound has several advantages in comparison to other imaging tests, including virtually no contraindications and the absence of biological risks for the patient. Moreover, LUS can be safely used in case of both renal insufficiency and pregnancy. Lastly, as a bedside test, it can be extremely useful in hemodynamically unstable patients [33].

CHEST WALL

Ribs and Sternum

Ultrasonography is useful in detection of rib and sternum fractures and is more sensitive than conventional radiography for this purpose [34]. The “chimney phenomenon,” which reflects the presence of posterior reverberation artifacts at the traumatized point, facilitates the diagnosis of fractures even when there is no displacement. Ultrasonography also permits diagnosis of associated complications, whether mild (for example, hematomas or fragments displacement) (Fig. 11 – pp. 327) or severe (hemothorax or pneumothorax) [35].

Diaphragm

Ultrasound examination of the diaphragm is difficult and, under normal circumstances, an abdominal approach is used [36]. Consequently, the left hemidiaphragm is more difficult to examine because the air in the stomach blocks transmission of the ultrasound beam [37]. Diaphragmatic defects, if traumatic, are difficult to assess with ultrasonography. They are more easily visualized in the presence of pleural effusion since the fluid serves as an acoustic window. The movement of the diaphragm can be visualized and measured using real time ultrasound imaging. Phrenic nerve paralysis and paradoxical diaphragmatic motion can also be easily studied sonographically [38].

LIMITATIONS

Performing LUS examination and interpreting the acquired images correctly requires formal training. The reliability of LUS is therefore largely dependant on the experience of the ultrasonographer. It is important to note that point-of-care ultrasound does not replace specialised ultrasound examinations by comprehensively trained physicians, such as echocardiography performed by a cardiologist. Also patient-dependent factors such as obesity, the presence of subcutaneous emphysema and wound dressings alter the transmission of ultrasound beams and make ultrasound in some patients very challenging. Most of the studies validated ultrasound for patients with acute dyspnoea presenting in the emergency department, though LUS needs yet to be validated for other indications. Acquired images should be uploaded to a hospital server so they can be reviewed by more experienced ultrasonographers, discussed with colleagues and used to compare with later images to evaluate the effect of the initiated therapy or progress of the disease over time.

CONCLUSION

While application of ultrasound for the detection of pleural effusions and masses is well established, the sonographic assessment of the lung parenchyma remains relatively new. Lung ultrasound can be performed for evaluating both lung parenchyma and pleural space quite easily, only after a relatively brief learning curve that is significantly shorter than for other sonographic techniques. However it still requires proper training

focused on the understanding of the ultrasound pulmonary semiotics and the correct clinical interpretation of the LUS patterns. Lung ultrasound is very suitable for a clinically driven, point-of-care assessment that should be tailored to the clinical suspicion and the setting. In the next few years this technique is likely to become the standard of care in several acute and chronic conditions.

REFERENCES

1. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 2004;100:9–15.
2. Koenig SJ, Narasimhan M, Mayo PH. Thoracic ultrasonography for the pulmonary specialist. *Chest*. 2011;140(5):1332–1341.
3. Nazarian LN. The top 10 reasons musculoskeletal sonography is an important complementary or alternative technique to MRI. *Am J Roentgenol*. 2008;190:1621–1626.
4. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012;38(4):577–591.
5. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest*. 2008;134:117–125.
6. Lichtenstein DA. Point-of-care ultrasound: infection control in the intensive care unit. *Crit Care Med*. 2007;35:S262–S267.
7. Mathis G. Thoraxsonography – Part I: chest wall and pleura. *Ultrasound. Med Biol*. 1997;23:1131–1139.
8. Lapostolle F, Petrovic T, Lenoir G, Catineau J, Galinski M, Metzger J et al. Usefulness of hand-held ultrasound devices in out-of-hospital diagnosis performed by emergency physicians. *J Emerg Med*. 2006;24:237–242.
9. Knudsen CW et al. Diagnostic value of B-type natriuretic peptide and chest radiographic findings in patients with acute dyspnea. *Am J Med* 2004;115:363–368.
10. Onwuanyi A et al. Acute decompensated heart failure: pathophysiology and treatment. *Am J Cardiol* 2007;99(6B):25D–30D.
11. Studler U et al. Accuracy of chest radiographs in the emergency diagnosis of heart failure. *Eur Radiol* 2008;18:1644–1652.
12. Jambrick Z et al. Usefulness of ultrasound lung comets as nonradiologic sign of extravascular lung water. *Am J Cardiol* 2004;93:1265–1270.
13. Volpicelli G, Frascisco M. Lung ultrasound in the evaluation of patients with pleuritic pain in the emergency department. *J Emerg Med* 2008;34:179–186.
14. Gargani L, Volpicelli G. How I do it: Lung ultrasound. *Cardiovasc Ultras* 2014; 12:25.
15. Delle Sedie A, Doveri M, Frassi F, et al. Letter to the editors: Ultrasound lung comets in systemic sclerosis: a useful tool to detect lung interstitial fibrosis. *Clin Exp Rheumatol* 2010;28.
16. Barillari A, Fioretti M. Lung ultrasound: a new tool for the emergency physician. *Intern Emerg Med* 2010;5:335–340.
17. Lichtenstein D, Meziere G. A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: The comet-tail artifact. *Intensive Care Med* 1998;24:1331–1334.
18. Lichtenstein D, van Hooland S, Elbers P, Malbrain M. Ten good reasons to practice ultrasound in critical care. *Anaesthes Intens Ther* 2014;46(5):323–335.
19. Vollmer I, Chest AG. Ultrasonography. *Arch Bronconeumol*. 2010;46(1):27–34.
20. Yu CJ, Yang PC, Wu HD, Chang DB, Kuo SH, Luh KT. Ultrasound study in unilateral hemithorax opacification. Image comparison with computed tomography. *Am Rev Respir Dis*. 1993;147(2):430–434.
21. Blackmore CC, Black WC, Dallas RV, Crow HC. Pleural fluid volume estimation: a chest radiograph prediction rule. *Acad Radiol*. 1996;3(2):103–109.
22. Rahman NM, Singanayagam A, Davies HE, et al. Diagnostic accuracy, safety and utilisation of respiratory physician-delivered thoracic ultrasound. *Thorax*. 2010;65(5):449–453.
23. Lorenz J, Börner N, Nikolaus HP. Sonographic volumetry of pleural effusions. *Ultraschall Med*. 1988;9:212–215.
24. Remérand F, Dellamonica J, Mao Z, et al. Multiplane ultrasound approach to quantify pleural effusion at the bedside. *Intensive Care Med*. 2010;36(4):656–664.
25. Eibenberger KL, Dock WI, Ammann ME, Dorffner R, Hörmann MF, Grabenwöger F. Quantification of pleural effusions: sonography versus radiography. *Radiology*. 1994;191:681–684.
26. Prina E, Torres A, Ribeiro Carvalhal CR. Lung ultrasound in the evaluation of pleural effusion. *J Bras Pneumol*. 2014;40(1):1–5.
27. Lichtenstein DA, Mezière G, Lascols N, Biderman P, Courret JP, Gepner A, et al. Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med*. 2005;33:1231–1238.
28. Chavez MA, Shams N, Ellington LE, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis. *Resp Res* 2014;15:50.
29. Unluer EE, Karagöz A. A dynamic sign of alveolar consolidation in bedside ultrasonography: Air bronchogram. *Intervent Med Appl Scien* 2014;6(1):40–42.
30. Reissig A, Copetti R. Lung Ultrasound in Community-Acquired Pneumonia and in Interstitial Lung. *Diseas Respir* 2014;87:179–189.
31. Miller LD, Joyner CR Jr, Dudrick SJ, Eskin DJ. Clinical use of ultrasound in the early diagnosis of pulmonary embolism. *Ann Surg* 1967;166:381–393.
32. Mathis G, Blank W, Reissig A, Lechleitner P, Reuss J, Schuler A, Beckh S. Thoracic ultrasound for diagnosing pulmonary embolism: a prospective multicenter study of 352 patients. *Chest* 2005;128:1531–1538.
33. Squizzato A, Galli L, Gerdes V. Gerdes Point-of-care ultrasound in the diagnosis of pulmonary embolism. *Crit Ultras J* 2015;7:7.
34. Griffith JF, Rainer TH, Ching AS, Law KL, Cocks RA, Metreweli C. Sonography compared with radiography in revealing acute rib fracture. *Am J Roentgenol*. 1999;173:1603–1609.

35. Paik SH, Chung MJ, Park JS, Goo JM, Im JG. High-resolution sonography of the rib: can fracture and metastasis be differentiated? *Am J Roentgenol.* 2005;184:969–974.
36. Baron R, Lee J, Melson G. Sonographic evaluation of right juxtadiaphragmatic masses in children using transhepatic approach. *J Clin Ultrasound.* 1980;8:156–159.
37. Riccabona M. Ultrasound of the chest in children (mediastinum excluded). *Eur Radiol* 2008;18:390–399.
38. Gerscovich E, Cronan M, McGahan J, Jain K, Jones CD, McDonald C. Ultrasonographic evaluation of diaphragmatic motion. *J Ultrasound Med.* 2001;20:597–604.

Address for correspondence:

Dariusz Timler
Emergency Department
Copernicus Memorial Hospital in Lodz
62 Pabianicka Street, 93-513 Lodz
tel.: 501 306 238
e-mail: sor55@wp.pl

Received: 02.12.2015

Accepted: 20.12.2015

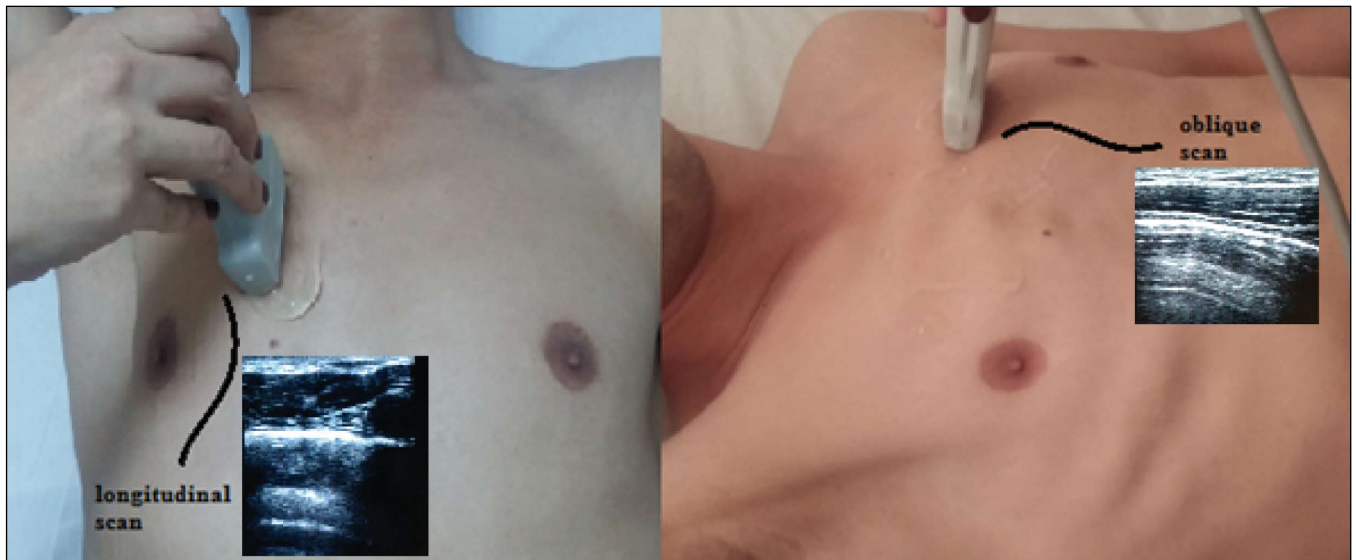


Fig. 1. Lung ultrasound: longitudinal and oblique views.

Ryc. 1. Ultrasonografia płuc: projekcje podłużne (longitudinal scan) i skośne (oblique scan).

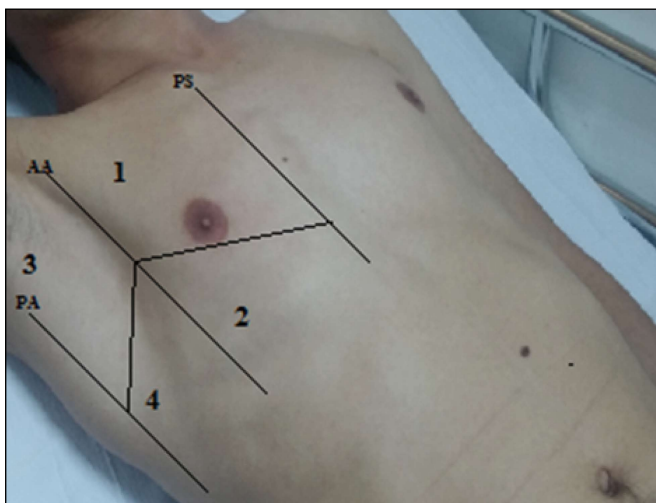


Fig. 2. The eight-zone scanning scheme of the antero-lateral chest (PS: parasternal, AA: Anterior axillary, PA: Posterior axillary).

Ryc. 2. 8-strefowy schemat badania ultrasonograficznego przednio-bocznej ściany klatki piersiowej (PS: linia przymostkowa, AA: linia pachowa przednia, PA: linia pachowa tylna).

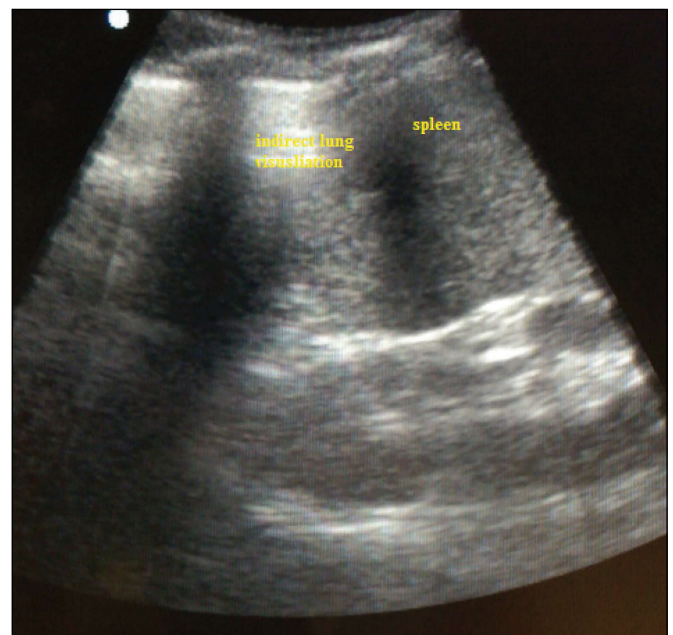


Fig. 3. Left costophrenic angle. During inspiration the lung moves downward and the lung air prevents the visualization of the part of the spleen.

Ryc. 3. Lewy kąt przeponowo-żebrowy. W trakcie wdechu płuco przesuwa się ku dołowi i powietrze w mięszu płucnym uniemożliwia wizualizację części przepony (indirect lung visualisation – pośrednia wizualizacja płuc; spleen – śledziona).

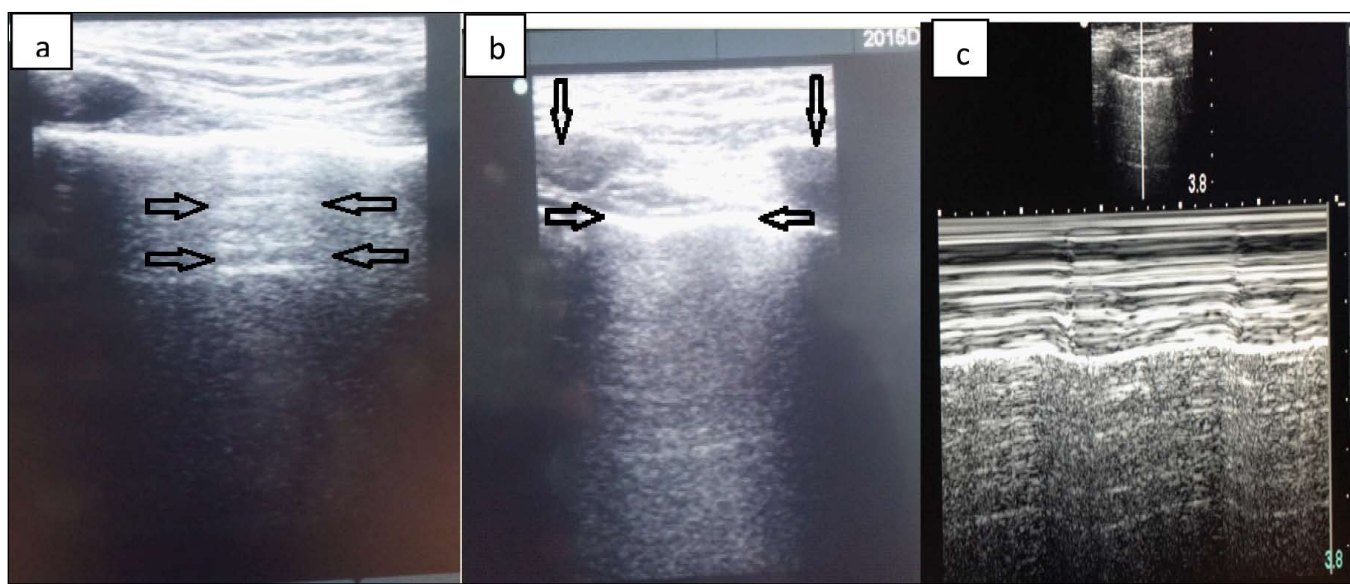


Fig. 4. The ultrasound scan of the anterior intercostal space: bat and seashore sign.

(A) The pleural line indicates the parietal pleura. The horizontal repetition artefact of the pleural line is called the A-line (horizontal arrows). The A-line indicates that air is the main component visible below the pleural line; (B) the ribs (vertical arrows) with shadows are visualised. The pleural line (horizontal arrows) is a horizontal hyperechogenic line located half a centimetre below the rib line in adults. Ribs and pleural line create a solid landmark called the bat sign. (C) M-mode reveals the seashore sign, which indicates that the lung moves at the level of the chest wall. The seashore sign therefore indicates that the pleural line is also the visceral pleura. Above the pleural line, the motionless chest wall displays a stratified pattern. Below the pleural line, the dynamics of lung sliding show a sandy pattern. Note that both images are strictly aligned – it is important to assess in critical settings. Both images, i.e. lung sliding plus A-lines, define the A-profile (when found at the anterior chest wall). Adapted from 'Lung ultrasound in the critically ill' [17].

Ryc. 4. Badanie ultrasonograficzne przedniej przestrzeni międzyżebrowej: objaw nietoperza oraz objaw plaży: (A) Linia opłucnej wskazuje opłucną ścienną. Pozioma rewerberacja linii opłucnej jest nazywana linią A (strzałki poziome). Linie A wskazują, że poniżej linii opłucnej głównym, widocznym komponentem jest powietrze; (B) żebra (strzałki pionowe) z cieniami. Linia opłucnej (strzałki poziome) u osób dorosłych jest poziomą hiperechogeniczną linią zlokalizowaną pół centymetra poniżej linii żebra. Żebra i linia opłucnej tworzą stały, charakterystyczny obraz nazywany objawem nietoperza. (C) M-mode uwidacznia objaw plaży, który świadczy o ruchu płuc na poziomie ściany klatki piersiowej. Co z kolei wskazuje, że linia opłucnej obejmuje również opłucną trzewną. Powyżej linii opłucnej nieruchoma ściana klatki piersiowej wykazuje warstwowy charakter. Poniżej linii opłucnej ruchoma opłucna płucna daje obraz piasku. Należy zwrócić uwagę, że oba obrazy są ściśle zależne od siebie – jest to niezwykle ważne w sytuacjach krytycznych. Oba obrazy, tzn. objaw ślizgania i linie A, definiują tzw. profil A (jeśli zostają uwidocznione na przedniej ścianie klatki piersiowej). Źródło: *Lung ultrasound in the critically ill* [17].

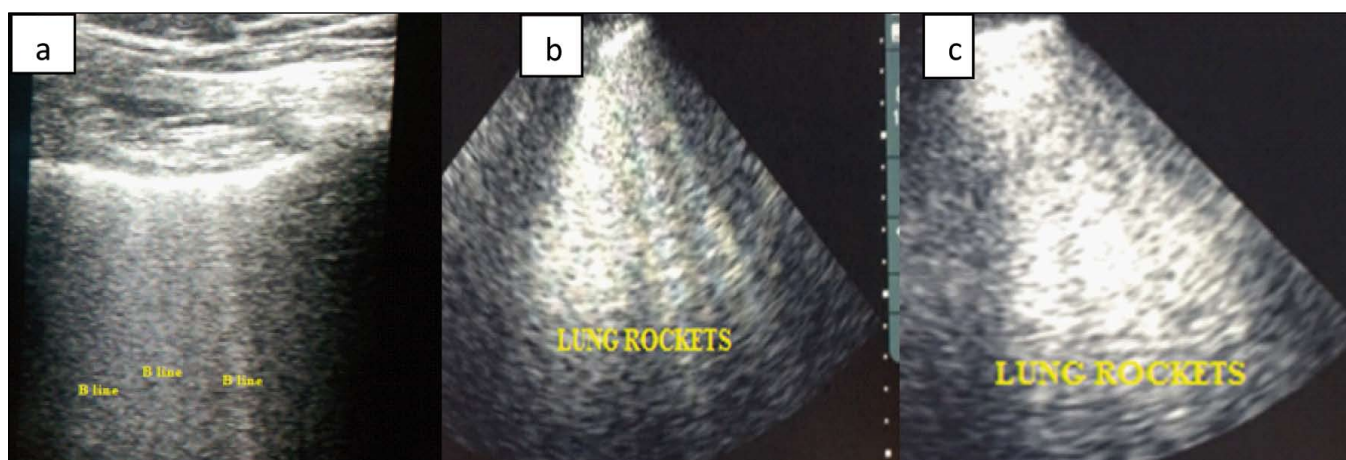


Fig. 5. Interstitial syndrome: ultrasound lung rockets.

(A) Vertical lines, arising from and perpendicular to the pleural line, are called B lines or ultrasound lung comets (B) The presence of four or five B-lines, called lung rockets (here septal rockets correlating with thickened subpleural interlobular septa) suggests lung oedema; (C) The presence of many B-lines, called ground-glass rockets, is suggestive for severe pulmonary oedema.

Ryc. 5. Zespół śródmiąższowy płuc: tzw. rakiety płucne (B line – linia B; lung rockets – rakiety płucne).

(A) Linie pionowe rozpoczynające się w obrębie i biegnące prostopadłe do linii opłucnej - **linie B** lub w tym przypadku **artefakty ogona komety**. (B) Obecność czterech lub pięciu artefaktów ogona komety na jednym zamrożonym obrazie jak w tym przypadku tworzy **rakiety płucne** (na rycinie przedstawione są przegrodowe rakiety korelujące z pogrubiałymi podopłucnowymi przegrodami międzyzrazikowymi) i sugerują obrzęk płuc; (C) Zwiększona liczba **linii B**, nazywana **rakietami płucnymi** o typie matowej szyby sugerująca ciężką postać obrzęku płuc.

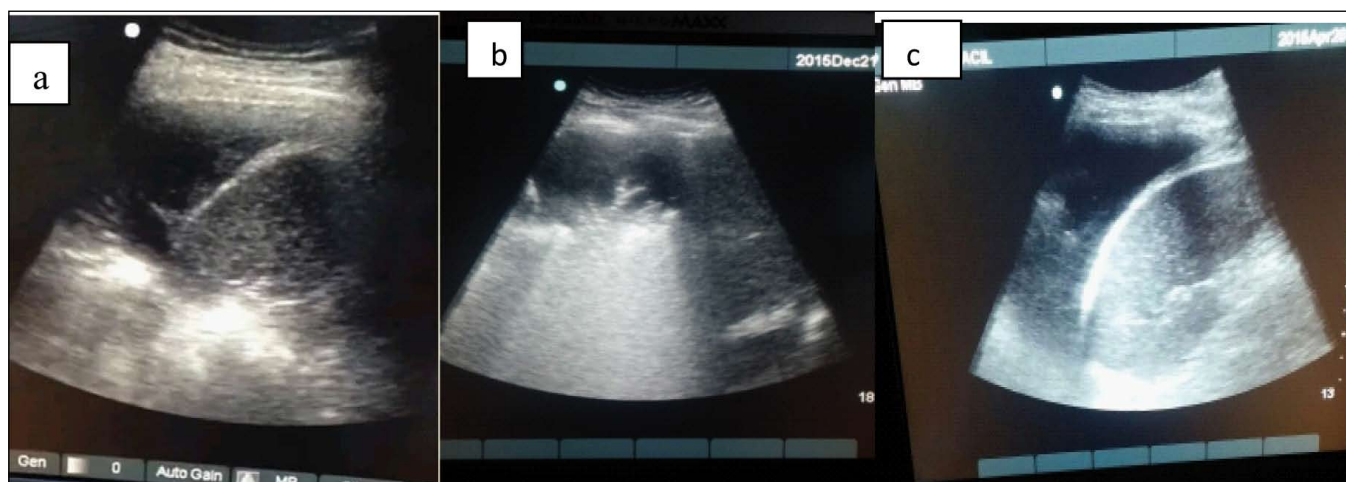


Fig. 6. (A) Pleural effusion with pleural thickening within the effusion. Biochemistry confirmed the suspected exudative nature of the effusion. (B) Complex minimally septated pleural effusion, (C) Left costophrenic angle - an anechogenic transudative pleural effusion.

Ryc. 6. (A) Płyn w jamie opłucnowej z pogrubieniem opłucnej w obrębie płynu. Badanie biochemiczne potwierdziło podejrzewany wysiękowy charakter płynu. (B) Złożony płyn w jamie opłucnowej z minimalnymi przegrodami, (C) lewy kąt przeponowo-żebrowy – nieechogeny przesiekowy płyn w jamie opłucnowej.

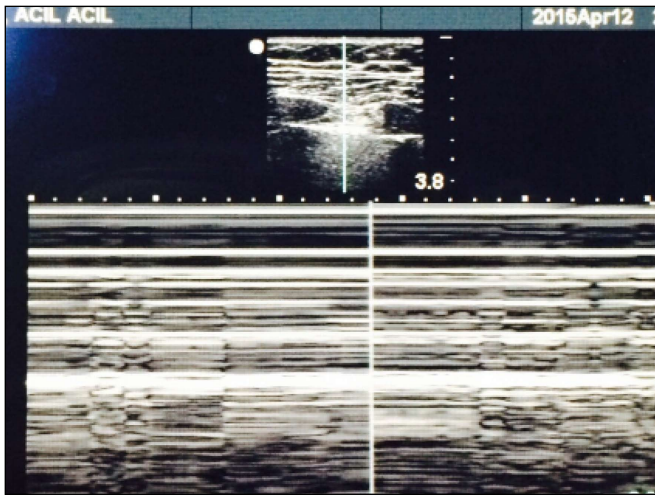


Fig. 7. Stratosphere sign; absence of sandy pattern. Only horizontal lines are present on M-Mode.

Ryc. 7. Objaw stratosfery; brak obrazu piasku. W trybie M-mode widoczne są tylko linie poziome.

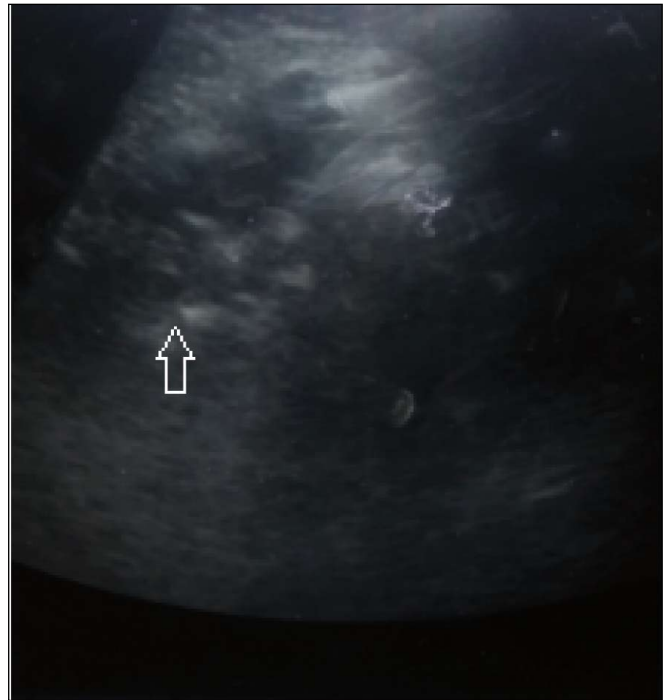


Fig. 8. Fluid bronchograms (arrow), which are frequently observed in lobar pneumonia, appear as non-echogenic tubular structures with hyperechoic walls but without color Doppler signals.

Ryc. 8. Bronchogramy płynowe (strzałka), które są często obserwowane w płatowym zapaleniu płuc. Widoczne są jako tubularne struktury z hiperechogenicznymi ścianami, ale bez sygnału kolorowego Dopplera.

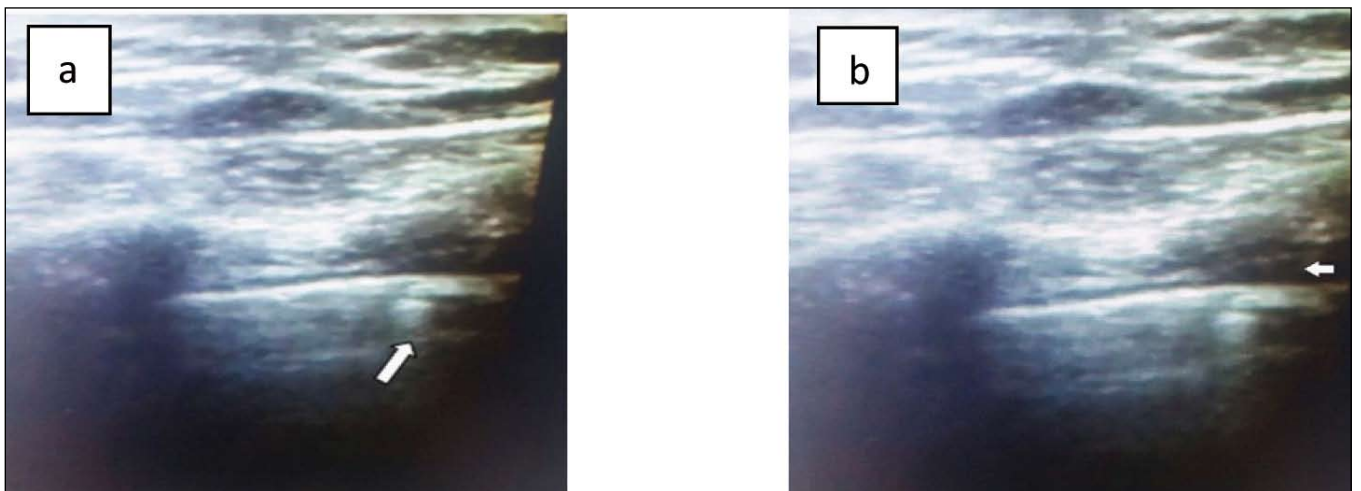


Fig. 9. (A) Fluid bronchograms, which are frequently observed in post obstructive pneumonia, appear as non-echogenic tubular structures with hyperechoic walls but without color Doppler signals, (B) White arrow shows ultrasonographic visualization of pleural effusion between visceral and parietal pleura.

Ryc. 9. (A) Bronchogramy płynowe, które są często obserwowane w zaporowym zapaleniu płuc, ukazują się jako tubularne struktury z hiperechogenicznymi ścianami, ale bez sygnału kolorowego Dopplera, (B) Białe strzałki wskazują na ultrasonograficzną wizualizację płynu w jamie opłucnowej pomiędzy opłucną trzewną i ścienną.



Fig. 10. Ultrasound lung rockets (arrows), no horizontal A lines are visible.

Ryc. 10. Ultrasonograficzne rakiety płucne (strzałki), nie widać poziomych linii A.

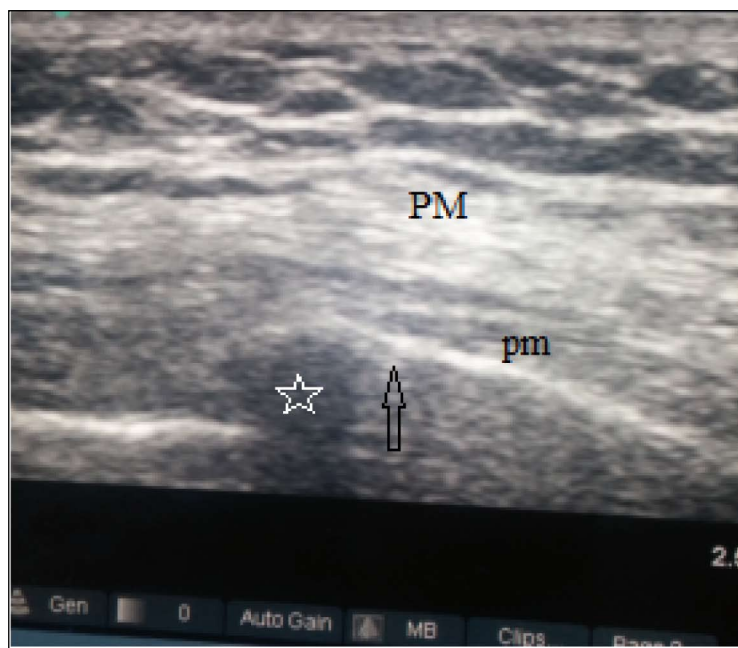


Fig. 11. (Rib fracture) Diagnostic US in the longitudinal plane of a rib consistent with a fracture and surrounding hematoma (asterisk) displacing overlying pectoralis minor muscle (pm) and a portion of the pectoralis major muscle (PM).

Ryc. 11. Złamanie żebra – diagnostyczne USG pokazujące obraz płaszczyzny przechodzącej podłużnie przez żebro potwierdzające rozpoznanie złamania żebra z otaczającym złamanie krwiakiem (*) powodującym przemieszczenie mięśnia piersiowego mniejszego (pm) i części mięśnia piersiowego większego (PM).

ULTRASONOGRAFIA PŁUC – NOWE NARZĘDZIE W DIAGNOSTYCE CHORÓB KLATKI PIERSIOWEJ W WARUNKACH SZPITALNEGO ODDZIAŁU RATUNKOWEGO

Togay Evrin ¹, Ibrahim Arzıman ², Dariusz Timler ³, Nalan Ogan ⁴, Başak Yılmaz ¹, Łukasz Szarpak ⁵

¹Szpitalny Oddział Ratunkowy, Medicine Faculty of Ufuk University, Ankara, Turcja

² Szpitalny Oddział Ratunkowy, Gulhane Military Medical Academy, Ankara, Turcja

³ Szpitalny Oddział Ratunkowy z Pododdziałem Medycyny Katastrof, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Łódź, Polska

⁴Klinika Pulmonologii, Medicine Faculty of Ufuk University, Ankara, Turcja

⁵Klinika Kardiologii i Transplantologii, Instytut Kardiologii, Warszawa, Polska

Słowa kluczowe:

- ultrasonografia płuc,
- zagęszczenia miąższowe,
- zapalenie płuc

Streszczenie

U pacjentów z dusznością rutynowo wykonuje się badanie przedmiotowe, osłuchiwanie klatki piersiowej i RTG klatki piersiowej. U chorych w stanie krytycznym osłuchiwanie i RTG klatki piersiowej charakteryzują się niską czułością. RTG klatki piersiowej u ponad jednej trzeciej pacjentów dostarcza obrazów o suboptymalnej jakości, które słabo korelują z obrazami otrzymywanymi za pomocą wielorzędowej tomografii komputerowej klatki piersiowej. Ultrasonografia płuc jest nieocenionym przyłóżkowym narzędziem diagnostycznym u chorych z dusznością, pozwalającym w ciągu kilku minut różnicować najczęstsze przyczyny zaburzeń oddychania. Płuca poniekąd łączą układ oddechowy z układem krążenia i ich wizualizacja dostarcza cennych informacji diagnostycznych. W przeszłości ultrasonografia płuc była uważana za technicznie niemożliwą do wykonania. Jednakże wzajemne zależności pomiędzy powietrzem, płynem i opłucną wytwarzają charakterystyczne artefakty. Kombinacje tych artefaktów pomagają dokonać rozróżnienia pomiędzy poszczególnymi patologiami, takimi jak: obrzęk płuc, zapalenie płuc, zatorowość płucna i odma opłucnowa. Wcześniej błędnie uważano, że płuca są słabo dostępne dla ultradźwięków, jako że powietrze zapobiega rozchodzeniu się fal ultradźwiękowych i powoduje powstawanie ech wtórnych pod powierzchnią płuc. W artykule przedstawiono podstawowe informacje dotyczące wizualizacji ultrasonograficznej, prawidłowych i patologicznych znalezisk w ultrasonografii płuc oraz podkreślono rolę ultrasonografii jako nowego, szybkiego i niezawodnego narzędzia diagnostycznego w rękach lekarza pracującego w warunkach szpitalnego oddziału ratunkowego.

WSTEP

Ostra duszność to jedna z najczęstszych przyczyn zgłaszania się pacjentów do szpitalnych oddziałów ratunkowych (SOR). U większości chorych badanie przedmiotowe i RTG wykonane przyłóżkowo dają wyniki nierozstrzygające i w celu postawienia prawidłowej diagnozy potrzebne jest wykorzystanie bardziej zaawansowanych badań diagnostycznych [1]. Ostra niewydolność oddechu jest stanem bezpośredniego zagrożenia życia i wymaga szybkiego rozpoznania i natychmiastowego działania. Przyłóżkowe badanie ultrasonograficzne (USG) płuc to nieinwazyjna, łatwo dostępna metoda obrazowa, która może stanowić uzupełnienie badania przedmiotowego i oceny klinicznej [2]. Dotychczas wykazano użyteczność USG w diagnostyce wielu jednostek chorobowych z uwagi na szereg zalet w porównaniu do innych metod obrazowania [3]. Główną zaletą przyłóżkowego USG płuc jest jego natychmiastowa dostępność w diagnostyce patologii w obrębie klatki piersiowej. Do innych zalet należą: opóźnienie lub nawet wyeliminowanie potrzeby transportu chorego do pracowni radiologicznych oraz wyeliminowanie konieczności narażenia pacjenta na działanie szkodliwego promieniowania. Ponadto pozwala

ono na podejmowanie działań ratujących życie w przypadku sytuacji nadzwyczajnego zagrożenia [4]. Te cechy są bardzo przydatne w przypadku chorych szczególnie podatnych na działania szkodliwego promieniowania, np.: dzieci [3, 4], kobiet ciężarnych oraz pacjentów, których transport jest utrudniony, np. przebywających na oddziałach intensywnej terapii [5–7]. Jako że aparaty USG mogą być przenośne, umożliwia to ich wykorzystanie przez zespoły ratunkowe w warunkach przedszpitalnych [8]. Postawienie wczesnego rozpoznania różnicowego w przypadku duszności u chorych zgłaszających się do SOR może stanowić prawdziwe wyzwanie. Z uwagi na szereg jednostek chorobowych, w których duszność jest podstawowym objawem [10] rozróżnienie w porę niewydolności serca od innych przyczyn duszności pozwala na wczesne wdrożenie właściwego leczenia [9]. RTG klatki piersiowej, oznaczenie stężenia NT-pro-BNP wraz z elektrokardiogramem i badaniem przedmiotowym pozwalają lekarzowi w SOR prawidłowo postawić rozpoznanie niewydolności serca [9]. Jednakże wyniki powyższych badań często są dostępne już po rozpoczęciu leczenia. Większość objawów radiograficznych wykazuje umiarkowaną wartość diagnostyczną i wyjątkowo niska

czułość [11]. Niemniej jednak wyniki wielu badań potwierdziły użyteczność USG w diagnostyce niekardiologicznych przyczyn dolegliwości w obrębie klatki piersiowej. Jako że przedmiotem niniejszej pracy pogładowej jest wykazanie, w jakich patologiach w obrębie klatki piersiowej znajduje szczególne zastosowanie USG, artykuł podzielono zgodnie z układem struktur anatomicznych: opłucna, płuca, ściana klatki piersiowej, śródpiersie i przepona.

APARATY ULTRASONOGRAFICZNE I GŁOWICE

Większość aparatów USG nadaje się do wykonania badania USG płuc i poza trybem M-mode inne funkcje nie są potrzebne. Z uwagi na możliwość przyłóżkowego wykorzystania, bez konieczności transportu chorego preferowane są aparaty przenośne. Dla doświadczonego ultrasonografisty pracującego w SOR średni czas potrzebny na wykonanie badania wynosi 3 minuty [12]. Najczęściej używanymi głowicami są: sektorowe (2,5–3,5 MHz), tzw. convex i liniowe (5,0–10 MHz).

TECHNIKI BADANIA

Badanie USG płuc może być wykonane w obrębie całej ściany klatki piersiowej, wystarczy przyłożyć głowicę do przestrzeni międzyżebrowych, unikając żeber. Głowicę można układać podłużnie lub poprzecznie do linii żeber oraz skośnie, wzdłuż przestrzeni międzyżebrowych (ryc. 1 – str. 323). Obraz w płaszczyźnie podłużnej pozwala uwidocznąć tzw. objaw nietoperza (*bat-sign*). Obraz ten pozwala zidentyfikować żebra leżące poniżej i powyżej (skrzydła nietoperza) oraz nieco głębiej linię opłucnej (plecy nietoperza). Obrazy w płaszczyźnie skośnej, z uwagi na brak cieni sąsiadujących żeber, pozwalają uwidocznąć linię opłucnej w większym zakresie [13].

Technika badania USG płuc wykorzystywana w SOR powinna uwzględniać 8 stref, po 4 na każdą ze stron klatki piersiowej (ryc. 2 – str. 323): strefa 1 i 2 odpowiadają górnej przedniej i dolnej przedniej części klatki piersiowej, a strefa 3 i 4 odpowiadają odpowiednio za górną boczną i podstawną boczną część klatki piersiowej. U chorych w stanie zagrożenia życia, z ostrą niewydolnością oddechową szybsze, przednie, 2-strefowe badanie USG płuc może być wystarczające do wykluczenia zespołu śródmiąższowego płuc w przebiegu wstrząsu kardiogennego lub obrzęku płuc [14].

Zaleca się każdorazową ocenę kątów przeponowo-żebrowych po obu stronach klatki piersiowej w celu uwidocznienia tzw. objawu ślizgania, który jest wywołany ruchem linii opłucnej w płaszczyźnie poziomej wywołanym czynnością oddechową (ryc. 3 – str. 323). W tym obszarze można również uwidocznąć wolny płyn w jamach opłucnowych [13]. Pozycja na wznak tworzy idealne warunki do wykonania badania USG w obrębie przedniej ściany klatki piersiowej, podczas gdy badanie bocznej ściany klatki piersiowej można wykonać w pozycji półleżącej (na lewym boku przy badaniu w liniach pachowych po stronie prawej i na prawym boku przy badaniu w liniach pachowych po stronie lewej). Do badania tylnej ściany klatki piersiowej optymalnie jest, jeśli chory siedzi na łóżku odwrócony do osoby wykonującej USG plecami [15].

ZNALEZISKA PRAWIDŁOWE I ARTEFAKTY

Prawidłowo opłucna ma grubość od 0,2 do 0,4 mm, co zostaje poniżej poziomu rozdzielczości aparatów USG, stąd poszczególne blaszki opłucnej uwidaczniają się w badaniu USG płuc jako jedna linia o wysokiej echogeniczności, która porusza się w trakcie cyklu oddechowego pacjenta (tzw. objaw ślizgania) [16]. Jest to obraz prawidłowy wywołany przemieszczaniem się opłucnej trzewnej względem opłucnej ściennej. Amplituda przemieszczania się linii opłucnej jest minimalna w szczytach, a maksymalna u podstawy płuc. Objaw ślizgania może być zobiektywizowany i udokumentowany w trybie M-mode. Odpowiednikiem objawu ślizgania w M-mode jest objaw plaży (*sea-shore sign*) (ryc. 4 – str. 323). **Linia opłucnej** jest definiowana jako hiper-echogenna linia widoczna 0,5 cm poniżej linii żebra. **Pozio-me linie** (ryc. 4) rozpoczynające się w obrębie i biegnące równoległe do linii opłucnej są nazywane **liniami A** (ryc. 4); **linie pionowe** rozpoczynające się w obrębie i biegnące prostopadle do linii opłucnej są nazywane **liniami B** lub jeśli sięgają całej długości ekranu **artefaktami ogona komety** (ryc. 5 – str. 325). Trzy lub więcej artefaktów ogona komety widocznych na jednym zamrożonym obrazie nazywa się **rakietami płucnymi** (*lung rockets*) (ryc. 5) [17]. **Linie B** lub **artefakty ogona komety** powstające na linii opłucnej są dobrze zdefiniowane, poruszają się wraz z linią opłucnej i przypominają wyglądem promienie laserowe rozchodzące się nieprzerwanie w kierunku dolnej krawędzi ekranu. Są wytwarzane przez elementy o wysokim oporze akustycznym w stosunku do otaczających struktur, jak na przykład płyn otoczony powietrzem znajdującym się w pęcherzykach. Żebra i linia opłucnej w płaszczyźnie podłużnej wyznaczają charakterystyczny, już wspomniany wzorec, tzw. objaw nietoperza (ryc. 4). Cienie żeber leżących poniżej i powyżej tworzą skrzydła nietoperza, a linia opłucnej biegnąca przez środek przypomina plecy nietoperza [18].

OPŁUCNA

Prawidłowo opłucna ma grubość od 0,2 do 0,4 mm co zostaje poniżej poziomu rozdzielczości aparatów USG, stąd poszczególne blaszki opłucnej uwidaczniają się w badaniu USG płuc jako jedna linia o wysokiej echogeniczności, która porusza się w trakcie cyklu oddechowego pacjenta (tzw. objaw ślizgania) (19).

Płyn w jamach opłucnowych

Pierwszym krokiem w ocenie pacjentów z podejrzeniem obecności płynu w jamach opłucnowych jest potwierdzenie rozpoznania. Użyteczną metodą jest USG płuc, ponieważ pozwala na odróżnienie płynu od zagęszczeń miąższowych [20]. Ponadto wykazuje ono wysoką swoistość w wykrywaniu obecności płynu w jamach opłucnowych. W badaniu porównującym różne metody diagnostyczne z wielorzędową tomografią komputerową (TK) u chorych z zespołem ostrej niewydolności oddechowej, Lichenstein i wsp. wykazali, że USG miało większą swoistość (93%) w przypadku obecności płynu w jamach opłucnowych niż osłuchiwanie (63%) i wykonywane w pozycji na wznak RTG klatki piersiowej (47%) [1]. W zasadzie RTG klatki piersiowej może wykazać obecność płynu w jamach opłucnowych

w pozycji ortostatycznej tylko, jeśli jego ilość wynosi co najmniej 200 ml i czułość tej metody spada przy pozycji pacjenta na wznak, podczas gdy USG potrafi uwidocznć już 20 ml płynu w jamach opłucnowych (ryc. 6 – str. 325) [21]. Ilość płynu w jamach opłucnowych może być szacowana za pomocą różnych równań z użyciem szerokości kolumny płynu, wysokości wysięku podpłucnego lub grubości warstwy otaczającej płuca [22, 23]. Najprostszą metodą jest pomnożenie grubości bocznej warstwy płynu (w milimetrach) przez empiryczny czynnik 90, aby otrzymać objętość płynu w jamie opłucnej w mililitrach ($r=0,68$). Opisane są różne metody szacowania objętości płynu w jamach opłucnowych, jednak każda z nich wymaga szeregu pomiarów. W naszym przekonaniu precyzyjna wiedza o ilości płynu ma ograniczone znaczenie w praktyce klinicznej. Stąd też preferujemy podejście jakościowe, które zostało podsumowane w Tabeli 1 [23]. Ultrasonografia umożliwia bardziej precyzyjną ocenę szacunkowej objętości płynu w jamach opłucnowych niż radiografia [24]. Badanie USG pacjenta w pozycji siedzącej jest lepsze, ponieważ pozwala bardziej precyzyjnie oszacować ilość płynu w jamach opłucnowych. W tej pozycji wolny płyn gromadzi się w przestrzeniach zależnych, podczas gdy w pozycji na wznak jest lokalizowany z tyłu [25]. Drugim etapem jest różnicowanie pomiędzy płynem wysiękowym i przesiękowym. Wygląd płynu w USG może sugerować jego charakter, jednak ostateczne rozpoznanie wymaga torakocentezy i analiz fizycznych, chemicznych i mikrobiologicznych. Na podstawie charakterystyki płynu w badaniu USG może on być nieechogenny (ciemny), złożony bezprzegrodowy (ciemny z białymi kłaczkami), złożony z przegrodami (ciemny z jasnymi przegrodami) lub jednorodnie echogenny (jasny) (tab. 2) [26].

Odma opłucnowa

Tomografia komputerowa jest aktualnie złotym standardem w diagnostyce odmy opłucnowej, jednak często nie jest badaniem z wyboru z uwagi na jej wysoki koszt, ograniczoną dostępność i przede wszystkim narażenie na promieniowanie jonizujące. Odma opłucnowa może być bardzo szybko rozpoznana za pomocą USG. Ta technika obrazowania jest szczególnie wskazana u kobiet ciężarnych i dzieci (które są szczególnie wrażliwe na promieniowanie jonizujące) oraz u chorych z urazami i tych przebywających na oddziałach intensywnej terapii (których transport może być utrudniony). USG dostarcza również danych ilościowych [27]. Jak pokazano na rycinie 4, do głównych, ultrasonograficznych objawów odmy opłucnowej należą: brak objawu ślizgania – czyli ruchu linii opłucnej wywołanego czynnością oddechow, co może być lepiej widoczne w trybie M-mode jako objaw stratosfery; nieobecność linii B (negatywna wartość predykcyjna: 100%); obecność tzw. „lung point” (dodatnia wartość predykcyjna: 100%) w przypadku braku masywnej odmy opłucnowej [25]. Jednakże, brak objawu ślizgania jest częsty u chorych w stanie krytycznym oraz w innych sytuacjach: wentylacja strumieniowa lub wentylacja za pomocą wysokich częstotliwości, masywna niedodma, ostry zrost opłucnej, ciężkie włóknienie, porażenie nerwu przeponowego, zatrzymanie krążenia, prosty bezdech czy też niewłaściwa technika badania. Tak zwany „lung point” jest specyficznym objawem, który pozwala potwierdzić odmę opłucnową. Swoistość tego objawu wynosi 100%. Składa się on z obecności prawidłowych cech w obrazie płuc: objawu ślizgania, linii A z lub bez linii B, oraz w przypadku odmy opłucnowej z: braku objawu ślizgania, braku linii B i obecności linii A (ryc. 7 – str. 326) [16].

Tabela 1. Ultrasonograficzna ocena ilości płynu w jamach opłucnowych.

Ocena ilościowa	Wizualizacja w ultrasonografii	Ocena objętości płynu [ml]
Minimalny	Kąt przeponowo-żebrowy	≤ 100
Niewielki	jedna głowica	100-500
Umiarkowany	dwie głowice	500-1,500
Duży/masywny	trzy lub więcej głowic	>1,500

Tabela 2. Wygląd płynu w jamach opłucnowych w USG a jego charakter.

Wzorzec	Przesiękowy	Wysiękowy	Krwisty
Nieechogenny	+	+	
Złożony bezprzegrodowy	+	+	
Złożony z przegrodami		+	
Echogenny		+	+

PŁUCA

USG płuc może być używane do oceny patologii w obrębie obwodowego mięszu płucnego.

Zapalenie płuc

USG płuc posiada wysoką czułość (94%) i swoistość (96%) dla rozpoznawania zapalenia płuc u osób dorosłych. Nadaje się równie dobrze do potwierdzania, jak i do wykluczania obecności zapalenia płuc u dorosłych przyjętych do SOR, jak i na inne oddziały szpitalne. Nawet u chorych z ostrą dusznością, u których diagnostyka różnicowa może stanowić wyzwanie, USG płuc może okazać się pomocne. Metaanaliza Chaveza i wsp. wykazała, że USG płuc, jeśli jest wykonywane przez doświadczonych ultrasonografistów, jest bardzo dobrym narzędziem służącym do diagnostyki zapalenia płuc. Lekarze pracujący w SOR powinni być zachęceni do uczenia się wykonywania USG płuc w tym celu, jako że w doświadczonych rękach jest uznanym narzędziem diagnostycznym. W badaniu USG płuc zapalenie płuc uwiidocznia się jako hipoechogeny obszar o zatartych granicach, z obecnością linii B na dalszych brzegach. W obszarze zagęszczeń mięszowych linia opłucnej jest mniej echogenna, a „objaw ślizgania” jest zredukowany lub nieobecny [28]. Zagęszczenia mogą przyjmować dwa charakterystyczne obrazy nazywane „zwątrobieniem” (*tissue-like sign*) i „kłaczkowaniem” (*shred sign*). Płuco z obrazem „zwątrobienia” jest echogenne, z regularnym beleczkowaniem przypominającym obraz mięszu wątroby [29]. Bronchogramy powietrzne mogą pokazywać wewnętrzne, dynamiczne odśrodkowe ruchy w związku z oddychaniem. Taki obraz nazywamy bronchogramem dynamicznym: potwierdza on drożność oskrzeli i wyklucza obturacyjną niedodmę. Często obserwuje się liczne, soczewkowate echa, powstające w wyniku uwięźnięcia powietrza w dystalnych drogach oddechowych. Bronchogramy płynowe, opisywane w zaporowym zapaleniu płuc, są identyfikowane jako tubularne struktury z hiperechogenicznymi ścianami, ale bez sygnału kolorowego Dopplera. Bronchogramy płynowe są często obserwowane w zapaleniu płuc (ryc. 8 – str. 326). Płyn w jamach opłucnowych jest z łatwością diagnozowany za pomocą USG płuc i pokazuje się jako nieechogeny obszar w przestrzeni opłucnowej (ryc. 9 – str. 326) [28].

Zespół śródmiaższowy płuc

W zespole śródmiaższowym płuc elementy powietrzne są połączone z minimalną ilością płynu. Obecność licznych **artefaktów ogona komety** (co najmniej trzech w płaszczyźnie podłużnej pomiędzy dwoma żebrami) rozchodzących się od powierzchni przylegania ściany płuca definiuje zespół śródmiaższowy płuc (ryc. 10, 11 – str. 327) [30]. Artefakty ogona komety – znane w literaturze również pod nazwą linii B – to hiperechogeniczne tzw. artefakty bliskiego pola (tzw. „artefakty ring-down”) rozchodzące się jak promienie lasera od linii opłucnej do brzegu ekranu. Obecność licznych **artefaktów ogona komety** wykazuje 93% czułość i specyficzność dla postawienia rozpoznania zespołu śródmiaższowego płuc w porównaniu z RTG klatki piersiowej. Jednak zwykle w przypadku podejrzenia zespołu śródmiaższowego płuc i przy prawidłowych wynikach innych badań TK wysokiej

rozdzielczości jest następnym w kolejności badaniem do wykonania. U pacjenta z dusznością uwiidocznienie w USG **artefaktów ogona komety** pozwala na natychmiastowe rozróżnienie kardiogennej obrzęku płuc od zaostrzenia przewlekłej obturacyjnej choroby płuc. Czułość USG w wykrywaniu obrzęku płuc w takiej sytuacji klinicznej wynosi 100%, a specyficzność 92% [30].

Zatorowość płucna

Pomimo że wielu lekarzy klinicyistów rutynowo używa USG płuc jako narzędzia w diagnostyce zatorowości płucnej u chorych z dusznością i/lub bólem w klatce piersiowej, aktualne wytyczne Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego (ESC – *European Society of Cardiology*) nie wspominają o tej metodzie. Obwodowe zagęszczenia mięszowe mogą być widoczne w badaniu USG płuc w przypadku obecności zakrzepowego zatoru naczynia. Powstają one albo z powodu martwicy mięszu płucnego (zawału) albo z powodu niedodmy związanej z rozkładaniem się surfaktantu z towarzyszącym wynaczynieniem krwi. Ultrasonograficzna morfologia zawału płuca została po raz pierwszy opisana w roku 1960 I dotychczas opublikowano szereg prac potwierdzających zastosowanie USG płuc w jego rozpoznawaniu. Mathis i wsp. wykazali, że USG płuc pozwala pokazać podopłucnowe zagęszczenia spowodowane zatorami w ponad 75% przypadków chorych z zatorowością płucną [32]. USG płuc nie powinno być uważane za badanie obrazowe z wyboru, ale może być rozważane jako alternatywa w przypadku, gdy angio-TK jest przeciwwskazane. USG płuc ma szereg zalet w porównaniu z innymi modalnościami obrazowymi, w tym praktycznie nie ma przeciwwskazań do jego wykonania i nie jest związane z nim żadne ryzyko biologiczne dla pacjenta. Co więcej, USG płuc może być bezpiecznie wykonywane zarówno w przypadku przewlekłej choroby nerek, jak i ciąży. Na końcu warto wspomnieć, że jest to niezwykle użyteczne badanie w przypadku chorych niestabilnych hemodynamicznie [33].

ŚCIANA KLATKI

Żebra i mostek

USG jest użyteczne w wykrywaniu złamań żeber i mostka i jest bardziej czułe w tym wskazaniu niż tradycyjna radiografia [34]. Tak zwany efekt komina, który odzwierciedla obecność tylnych rewerberacji w miejscu urazu, umożliwia rozpoznanie złamania kiedy nie doszło do przemieszczenia. USG pozwala również na rozpoznanie towarzyszących powikłań, od niewielkich (na przykład krwiaków czy przemieszczeń fragmentów kostnych) po istotne (krwiak opłucnej, czy odma opłucnowa) [35].

Przepona

Badanie USG przepony należy do trudnych i w standardowych warunkach stosuje się okno brzuszne [36]. Co za tym idzie, lewa kopuła przepony jest trudniejsza w zobrazowaniu jako, że powietrze znajdujące się w żołądku blokuje transmisję wiązki promieni USG [37]. Ubytki w przeponie, jeśli pourazowe, są trudne do zobrazowania w USG. Widać je lepiej, jeśli współwystępuje płyn w jamach opłucnowych, jako że obecność płynu wytwarza tzw. okno akustyczne.

Ruch przepony można zobrazować i zmierzyć używając USG w czasie rzeczywistym. Porażenie nerwu przeponowego i paradoksalne ruchy przepony można również z łatwością uwidocznić w USG [38].

OGRANICZENIA W WYKONYWANIU ULTRASONOGRAFII PŁUC

Prawidłowe wykonywanie i interpretacja badania USG płuc wymaga odbycia formalnego szkolenia. W związku z tym wiarygodność USG płuc w dużej mierze zależy od doświadczenia wykonującego je ultrasonografisty. Ważne jest zaznaczenie, że skrócone badanie USG nie może zastąpić wyspecjalizowanych badań USG, wykonywanych przez specjalnie do tego wyszkolonych lekarzy, jak np. w przypadku echokardiografii wykonywanej przez kardiologa. Dodatkowo obecność czynników zależnych od pacjenta, takich jak: otyłość, obecność odmy podskórnej i opatrunków utrudnia transmisję fal USG i sprawia, że u niektórych chorych wykonanie USG stanowi duże wyzwanie. Większość badań naukowych udowodniała przydatność USG płuc w przypadku diagnostyki chorych z ostrą dusznością w warunkach SOR, jednak potrzebne są dalsze badania potwierdzające skuteczność i użyteczność USG płuc również w innych wskazaniach. Uzyskane na aparacie obrazy powinny być umieszczane na serwerze szpitalnym, tak aby mógł je zweryfikować doświadczony ultrasonografista, aby można

je było przedyskutować w szerszym gronie i żeby można je było porównać z obrazami wykonanymi w późniejszym czasie, choćby po to aby monitorować efekt wdrożonego leczenia, czy postęp choroby.

PODSUMOWANIE

Podczas gdy użyteczność USG w przypadku wykrywania obecności zmian litych i płynu w jamach opłucnowych jest dobrze udokumentowana, ultrasonograficzna ocena miąższu płucnego nadal pozostaje względnie nową metodą. USG płuc może być wykonane dość łatwo zarówno w celu oceny miąższu płucnego, jak i jam opłucnowych już po dość krótkim czasie szkolenia, znacznie krótszym niż dla innych typów badań USG. Jednakże nadal wymaga ono właściwego procesu szkolenia skoncentrowanego na zrozumieniu semiotyki USG płuc oraz na właściwej klinicznej interpretacji obrazów. USG płuc jest doskonałym, przyłóżkowym narzędziem diagnostycznym, którego użycie powinno być dopasowane do rozpoznania wstępnego i okoliczności. W ciągu najbliższych kilku lat ta technika obrazowania ma szansę stać się złotym standardem w diagnostyce szeregu stanów ostrych i przewlekłych.

PIŚMIENNICTWO – str. 321.

Address for correspondence

Dariusz Timler
SOR WSS im. M. Kopernika w Łodzi
ul. Pabianicka 62, 93-513 Łódź
tel.: 501 306 238
e-mail: sor55@wp.p

Nadesłano: 02.12.2015
Zaakceptowano: 20.12.2015

SYNCOPE WHILE DRIVING – THE SELECTED ASPECTS DISCUSSED ON THE BASIS OF THE ED PATIENT CASE

Dorota Zyśko¹, Dariusz Timler²

¹Department of Emergency Medicine, Medical University, Wrocław

²Department of Emergency Medicine and Disaster Medicine, Medical University, Łódź

Keywords:

- syncope,
- ED,
- OESIL scale,
- the San Francisco scale,
- the Calgary scale

Abstract

Syncope is the most frequent diagnosis in the Emergency Department (ED). The paper presents the retrospective analysis of medical records of a 29-year-old male, who was taken to the ED after a traffic accident. The OESIL scale, the San Francisco scale and the Calgary scale are discussed. The literature indicates that even up to 40% of patients are hospitalized without determining the cause of the syncope. Therefore, one should continue the outpatient diagnostics in order to prevent further syncope episodes, especially in drivers. A single syncope is not an indication for license suspension in amateur drivers.

INTRODUCTION

The syncope accounts for 1% of all admissions in the Emergency Department (ED) [1, 2]. However, the percentage of hospitalized patients and patients, in whom imaging studies are performed, is increasing [3, 4]. In Poland the syncope while driving in 2014 was responsible for 127 of 28,716 road accidents (0.4%), whereas fatigue and falling asleep behind the wheel resulted in a 4-times larger number of accidents (555 cases) [5].

AIM

The analysis of selected elements associated with the syncope based on the case report of a patient treated in the ED.

MATERIAL AND METHODS

For the purpose of this analysis a case of a 29-year-old male, who was taken to the ED after a road collision, was selected. The analysis was based on a retrospective analysis of his medical records from the ED as well as from the outpatient cardiology clinic.

CASE REPORT

A 29-year-old male patient was brought to the ED after a road collision. On admission the patient was in good general condition, conscious, cardiopulmonary and respiratory efficient, without external signs of trauma, with 15 points in Glasgow Coma Scale (GCS), blood pressure of 110/70 mm Hg, and heart rate of 70/minute. The transient loss of consciousness was established as the reason for traffic accident in which he participated. The patient's prior history was insignificant. The syncope occurred for the first time and it was preceded by feeling weakness, blurred vision, tinnitus, feeling hot and sweating. The patient stated that he reduced

the car speed and tried to pull over, but he fainted. He hit into the tree. The physical examination showed no external injuries. In the electrocardiogram (ECG) there was the sinus rhythm with a regular rate of 70/min. The orthostatic test revealed no pathology – it was “negative”. Basic laboratory studies were within normal limits.

Given the young age of the patient, the normal ECG recording, the absence of structural heart disease, the normal level of hemoglobin, and the presence of prodromal symptoms the patient was classified to the low-risk group. The patient was discharged home after a short observation in the ED with a recommendation to register in the outpatient cardiology clinic to finish further diagnostics.

In the outpatient cardiology clinic due to the unclear cause of the loss of consciousness tilt test was performed, during which syncope occurred in the vasovagal reaction. It was the cardio-inhibitory form according to the VASIS classification. Also, the spontaneous symptoms were reproduced. After the test, the patient admitted that in the past he was fainting during blood drawings. In addition, the syncope while driving was preceded by a strong mental stress associated with a dangerous overtaking by another vehicle, which directly preceded the loss of consciousness. The patient also stated that he was ashamed to admit to the circumstances of the incident.

A patient was diagnosed with a vasovagal syncope. The lack of injuries was associated with little energy when hitting a tree because of the low speed of the vehicle at the time when the complete loss of consciousness appeared. The patient was informed about the cause of the syncope, good prognosis and no contraindications to drive a private car unless fainting episodes were recurring. Moreover he was instructed to take more fluids, and to avoid situations provoking syncope.

DISCUSSION

The diagnosis of patients with syncope while driving is conducted according to the same principles as the diagnosis of patients with syncope in other circumstances. In each case preliminary assessment should be carried out. It comprises of taking the patient's history, physical examination, ECG recording and performing the orthostatic test. It aims to establish the diagnosis or show the direction for further studies. In addition, the patient immediately after the syncope has often standard laboratory tests performed, including a complete blood count, even if the history does not indicate on the presence of anemia.

The main objective of the examination of the patient after syncope at the ED is to evaluate whether he requires urgent hospitalization or patient's diagnostics and treatment can be delayed (in the outpatient setting). It is generally believed that the lack of clear indications for hospitalization of the patient with syncope is a contraindication for such hospitalization [1, 2].

There are different scales of risk assessment of patients with syncope available to use at the ED in order to stratify the short- and long-term risk. Table 1 presents the short-term risk assessment in the San Francisco scale (San Francisco Syncope Rule) and the long-term risk in the OESIL scale is presented in Table 2 [6–8]. Using both scales in our patient no factors associated with poor prognosis were

identified. The risk in the OESIL scale was 0% annually, which entitled to discharge him from the ED. In addition, Table 3 shows the Calgary scale [10], which is used to assess the underlying cause of the transient loss of consciousness based on the taken history. The result of our patient in this scale indicated on a vasovagal substrate of the syncope.

Taking the history may be crucial for the diagnosis, however patients not always give true answers [10]. In case of our patient, he stated that the syncope was under stress only in the outpatient clinic because he felt embarrassed by this fact. In addition, the concerns about the risk of losing the driving license must be taken into consideration.

In our patient the vasovagal syncope was diagnosed on the basis of the comprehensive history and performed additional tests. Vasovagal reaction, which can lead to profound bradycardia, severe hypotension and finally to loss of consciousness, can be triggered by peripheral orthostatic stimuli as well as by central stimuli. To central stimuli one can include medical situations such as blood drawing, injection, instrumentation. Among other causes one may mention the view of sharp tools like scissors for cutting hair. Also, the view of another patient, and even the story itself, e.g. about the birth, can lead to fainting. Taking history is crucial for the diagnosis and sometimes one has to go back to taken histories many times especially when the patient is reluctant to give detailed answers to asked questions.

Table 1. The San Francisco scale and its score in the presented patient.

	Presented patient
C – History of congestive heart failure	No
H - Hematocrit < 30%	No
E - Abnormal findings on 12-lead ECG or cardiac monitoring (new changes or non-sinus rhythm)	No
S - History of shortness of breath	No
S - Systolic blood pressure < 90 mmHg at triage	No

Table 2. The OESIL scale and its score in the presented patient.

OESIL scale	Presented patient / Number of points
age > 65 years = 1 point	0
no prodromal symptoms = 1 point	0
abnormal ECG recording = 1 point	0
history of cardiovascular diseases = 1 point	0
OVERALL	0

Annual risk: 0% for 0 pt; 0.8% for 1 pt; 19.6% for 2 pts; 34.7% for 3 pts; 57.1% for 4 pts

Table 3. The Calgary scale and its score in the presented patient.

Question	The number of points when the factor is present	The number of points in the presented case
Is there a history of at least one of the following: bifascicular block, asystole, supraventricular tachycardia, diabetes	-5	0
At times have bystanders noted you to be blue during your faint?	-4	0
Did your syncope start when you were 35 years of age or older?	-3	0
Did you remember anything about being unconscious?	-2	0
Do you have lightheaded spells or faint with prolonged sitting or standing?	1	0
Do you sweat or feel warm before a faint?	2	2
Do you have lightheaded spells or faint with pain or in medical settings?	3	3
OVERALL		5

Vasovagal syncope ≥ -2

In case of syncope while driving one should consider that when driving a car the driver is in a specific environment and is exposed to a number of factors that may predispose to loss of consciousness [11–13].

Immobilization in the vehicle

The driver, who decided to start the journey, usually wants to reach the destination at a certain time. This means that he can deliberately delay the realization of his other needs. In patients with diabetes treated with insulin such a need may be the consumption of the meal. The occurrence of hypoglycemia may lead to loss of possibility to drive a car.

The passive position when seating, restriction of muscle tensioning, leads to slower blood circulation in the limb venous system, which in turn reduces the venous return to the heart and may be sufficient factor to trigger the cardio-inhibitory reaction especially in situations where the patient was already dehydrated, or when during the trip he did not take sufficient amounts of fluids.

As the driving car is quite a complicated process rarely loss of consciousness due to hypoglycemia occurs suddenly. The patient usually feeling that something is wrong slows down and tries to pull over.

The prolonged sitting position may predispose to hypotension. In the case of driving a car the necessity of pressing on pedals has a beneficial effect, because venous return to the heart is improved through the calf muscle pump.

Stressing situations

Stress is a factor that is very common in people driving a car. It can lead to cardiac arrhythmias, cardiac ischemia as well as a reflexive cardio-inhibitory reaction.

Falling asleep while driving

Monotonous journey can lead to falling asleep at the wheel. Particularly, the presence of obstructive sleep apnea may predispose to such situations. A factor that may favor

falling asleep is a monotonous journey e.g. along a highway as well as a brief break in driving the car e.g. stopping the car at the red light.

Turning the head

When driving a car many times there is a need to turn the head to assess visually the surroundings. A sudden severe turn of the head is a known trigger of vasovagal reflex.

Rapidly changing flashing images

Rapidly changing flashing images and lights can trigger the seizure episode. Patients with epilepsy therefore are not allowed to drive, but in people in whom this diagnosis was not confirmed the loss of consciousness while driving may be the first symptom [11–13].

The normal physical examination in our patient enabled to exclude the significant pathology that could lead to fainting, such as aortic valve disease. The ECG is necessary in each case, because it can show not only cardiac arrhythmias, but also a change in the ECG recording suggesting the threat of sudden cardiac death, such as Wolf-Parkinson-White syndrome, Brugada syndrome, long QT syndrome or short QT syndrome. The orthostatic test is the last element of the preliminary assessment. It involves measuring the blood pressure lying and 1 minute after standing. The decrease in systolic blood pressure of at least 20 mmHg, even if it is asymptomatic, testifies about orthostatic hypotension, which may last for a long time, but it can also be a sign of internal bleeding, e.g. associated with ruptured ectopic pregnancy, or bleeding gastric and duodenal ulcers. A positive result of the orthostatic test should be particularly carefully interpreted in the ED, where it can be the only symptom of the patient's hemodynamic instability and its serious underlying condition. Determination of the cause of syncope in the ED is difficult and almost 40% of people are hospitalized without finding its cause [3].

A single incident of a typical vasovagal syncope in a driver is not a contraindication to driving a private car. In case of the professional driver some scientific societies recommend caution even after a single syncope episode [11]. In each case, the loss of consciousness while driving requires careful analysis.

CONCLUSIONS

The syncope episode requires expanded diagnostics and every patient in the ED with such diagnosis needs further specialist care in the outpatient setting.

REFERENCES

1. Benditt DG. Syncope risk assessment in the emergency department and clinic. *Prog Cardiovasc Dis.* 2013;55(4):376–381.
2. Costantino G, Sun BC, Barbic F et al. Syncope clinical management in the emergency department: a consensus from the first international workshop on syncope risk stratification in the emergency department. *Eur Heart J.* 2015. pii: ehv378. [Epub ahead of print] Review. PubMed PMID: 26242712.
3. Probst MA, Kanzaria HK, Gbedemah M, Richardson LD, Sun BC. National trends in resource utilization associated with ED visits for syncope. *Am J Emerg Med.* 2015;33(8):998–1001.
4. Probst MA, Sun BC. How can we improve management of syncope in the Emergency Department? *Cardiol J.* 2014;21(6):643–650.
5. file:///C:/Users/Dorota/Downloads/raport_roczny_ruch_drogowy_2014_r_%20(1).pdf
6. Puppala VK, Akkaya M, Dickinson O, Benditt DG. Risk Stratification of Patients Presenting with Transient Loss of Consciousness. *Cardiol Clin.* 2015;33(3):387–396.
7. Costantino G, Casazza G, Reed M et al. Syncope risk stratification tools vs clinical judgment: an individual patient data meta-analysis. *Am J Med.* 2014;127(11):1126.e13-25.
8. Quinn JV, Stiell IG, McDermott DA, Sellers KL, Kohn MA, Wells GA. Derivation of the San Francisco Syncope Rule to predict patients with short-term serious outcomes. *Ann Emerg Med.* 2004;43(2):224–32.
9. Romme JJ, van Dijk N, Boer KR, Bossuyt PM, Wieling W, Reitsma JB. Diagnosing vasovagal syncope based on quantitative history-taking: validation of the Calgary Syncope Symptom Score. *Eur Heart J.* 2009 Dec;30(23):2888–2896.
10. Sutton R, van Dijk N, Wieling W. Clinical history in management of suspected syncope: A powerful diagnostic tool. *Cardiol J.* 2014;21(6):651–657.
11. Guzman JC, Morillo CA. Syncope and Driving. *Cardiol Clin.* 2015;33(3):465–471.
12. Barbic F, Casazza G, Zamuner AR, Costantino G, et al. Driving and working with syncope. *Auton Neurosci.* 2014;184:46–52.
13. Folino AF, Migliore F, Porta A, Cerutti S, Illiceto S, Buja G. Syncope while driving: pathophysiological features and long-term follow-up. *Auton Neurosci.* 2012 26;166(1–2):60–65.

Address for correspondence:

Dariusz Timler
Emergency Department:
Copernicus Memorial Hospital in Łódź
62 Pabianicka Street
93 -513 Łódź, Poland
tel. 501 306 238
e-mail: sor55@wp.pl

Received: 02.12.2015

Accepted: 20.12.2015

OMDLENIE PODCZAS PROWADZENIA SAMOCHODU – WYBRANE ASPEKTY NA PODSTAWIE ANALIZY PRZYPADKU PACJENTA SOR

Dorota Zyśko¹, Dariusz Timler²

¹Zakład Medycyny Ratunkowej, Uniwersytet Medyczny, Wrocław

²Zakład Medycyny Ratunkowej i Medycyny Katastrof, Uniwersytet Medyczny, Łódź

Słowa kluczowe:

- omdlenie,
- SOR,
- skala OESIL,
- skala San Francisco,
- skala Calgary

Streszczenie

Omdlenie jest częstym rozpoznaniem na SOR. W pracy dokonano retrospektywnej analizy dokumentacji medycznej 29-letniego mężczyzny, który trafił na SOR po kolizji drogowej z wykorzystaniem skali: OESIL, skali San Francisco i skali Calgary. Z piśmiennictwa wynika, że nawet do 40% pacjentów jest hospitalizowanych bez ustalenia przyczyny omdlenia. Dlatego należy prowadzić dalszą diagnostykę ambulatoryjną celem prewencji kolejnych omdleń, szczególnie u kierowców. Pojedyncze omdlenie nie jest wskazaniem do odebrania prawa jazdy u kierowców amatorów.

WSTĘP

Omdlenia stanowią 1% przyczyn zgłoszeń na szpitalny oddział ratunkowy (SOR) [1, 2]. Ciągłe wzrasta jednak odsetek pacjentów hospitalizowanych oraz odsetek pacjentów, u których wykonywane są badania obrazowe [3, 4].

W Polsce zastąpienie podczas prowadzenia samochodu w 2014 roku było odpowiedzialne za 127 z 28716 wypadków drogowych (0,4%), a zmęczenie i zaśnięcie za kierowcą spowodowało 4-krotnie większą liczbę wypadków (555 wypadków) [5].

CEL PRACY

Analiza wybranych elementów związanych z omdleniem na podstawie opisu przypadku chorego leczonego w SOR.

MATERIAŁ I METODY

Do analizy wybrano przypadek 29-letniego mężczyzny, który trafił na SOR po kolizji drogowej. Dokonano analizy retrospektywnej dokumentacji prowadzonej na SOR oraz w Poradni Kardiologicznej.

OPIS PRZYPADKU

Dwudziestodwuletni mężczyzna został przywieziony na SOR po kolizji drogowej. Pacjent przy przyjęciu w stanie ogólnie dobrym, przytomny, GSC 15, krążeniowo i oddechowo wydolny, bez zewnętrznych cech urazu, ciśnienie tętnicze 110/70 mmHg, tętno 70/min. Z powodu kolizji drogowej, w jakiej brał udział, doznał uprzednio chwilowej utraty świadomości. Pacjent nie miał istotnej przeszłości chorobowej. Omdlenie wystąpiło u niego pierwszy raz w życiu i było poprzedzone uczuciem słabości, zaburzeniami widzenia, szumem w uszach, uczuciem gorąca oraz potami. Pacjent stwierdził, że zmniejszył prędkość i starał się zjechać samochodem na bok szosy, ale nie zdążył. Doszło

do uderzenia w drzewo. W badaniu przedmiotowym bez zewnętrznych obrażeń. W badaniu elektrokardiograficznym (EKG): rytm zatokowy miarowy o częstotliwości 70/min. Wykonana próba ortostatyczna nie ujawniła patologii – „ujemna”. W podstawowych badaniach laboratoryjnych nie stwierdzono istotnych odchyleń od normy.

Biorąc pod uwagę młody wiek pacjenta, prawidłowy zapis badania EKG, brak strukturalnej choroby serca, prawidłowy poziom hemoglobiny, obecność objawów prodromalnych, zakwalifikowano go do grupy niskiego ryzyka.

Pacjenta wypisano do domu po krótkim okresie obserwacji na SOR z zaleceniem zgłoszenia się do poradni kardiologicznej celem wykonania dalszej diagnostyki w warunkach ambulatoryjnych.

W poradni kardiologicznej w związku z niejasną przyczyną utraty świadomości wykonano test pochyleniowy, podczas którego wystąpiło omdlenie w przebiegu reakcji neurokardiogennej typu kardiodepresyjnego wg VASIS z reprodukcją objawów spontanicznych. Po badaniu pacjent przyznał, że w przeszłości miał omdlenia przy pobieraniu krwi. Ponadto omdlenie w trakcie prowadzenia samochodu było poprzedzone silnym stresem psychicznym, związanym z niebezpiecznym wyprzedzaniem przez inny pojazd, co bezpośrednio poprzedziło utratę świadomości. Pacjent przyznał, że wstydził się przyznać do okoliczności zdarzenia.

U pacjenta rozpoznano omdlenia wazowagalne. Brak obrażeń pacjent zawdzięczał niewielkiej energii przy uderzeniu o drzewo dzięki małej prędkości samochodu w chwili, kiedy doszło do pełnej utraty świadomości.

Pacjenta poinformowano o przyczynie omdlenia, dobrym rokowaniu oraz o braku przeciwwskazań do prowadzenia samochodu prywatnego, jeśli te omdlenia nie będą nawracać. Ponadto zalecono przyjmowanie większej ilości płynów, unikanie sytuacji prowokujących omdlenie.

DYSKUSJA

Diagnostyka pacjentów z omdleniami podczas prowadzenia samochodu jest prowadzona wg tych samych zasad co diagnostyka pacjentów z omdleniami w innych okolicznościach. W każdym przypadku powinna być przeprowadzona wstępna ocena, która polega na zebraniu wywiadu, badaniu przedmiotowym, wykonaniu badania EKG, próby ortostaticznej w celu postawienia rozpoznania lub ukierunkowania dalszych badań. Dodatkowo pacjent bezpośrednio po przebytym omdleniu często ma wykonywane podstawowe badania laboratoryjne, w tym morfologię, nawet jeśli wywiad nie wskazuje na występowanie niedokrwistości.

Głównym celem badania pacjenta po omdleniu na SOR jest ocena, czy wymaga on hospitalizacji w trybie pilnym, czy też diagnostyka i leczenie pacjenta mogą być odroczone – opieka ambulatoryjna. Ogólnie uważa się, że brak jasnych wskazań do hospitalizacji pacjenta z omdleniem stanowi przeciwwskazanie do hospitalizacji [1, 2].

Istnieją różne skale oceny ryzyka pacjentów z omdleniem na SOR w celu stratyfikacji ryzyka krótko- i długoterminowego. Przedstawiono ocenę krótkoterminowego ryzyka prezentowanego w skali San Francisco (San Francisco Syncope Rule) (tab. 1) i długoterminowego ryzyka prezentowanego pacjenta w skali OESIL (tab. 2) [6–8]. Stosując obie skale u prezentowanego pacjenta, nie stwierdzono czynników związanych z gorszym rokowaniem.

Ryzyko w skali OESIL oceniono na 0% w skali rocznej, co upoważniało do wypisania pacjenta z SOR. Ponadto w tabeli 3 przedstawiono wyniki w skali Calgary [10], która służy do oceny podłoża przemijającej utraty świadomości na podstawie wywiadu. Wynik pacjenta w tej skali wskazywał na podłoże wazowagalne przebytego omdlenia.

Zebranie wywiadu może mieć kluczowe znaczenie dla postawienia rozpoznania jednak nie zawsze pacjent udziela prawdziwych odpowiedzi [10]. W przypadku pacjenta podał on dopiero w poradni kardiologicznej, że zemdlął pod wpływem stresu, gdyż czuł się skrępowany tym faktem. Dodatkowo dochodzić mogą obawy dotyczące ryzyka utraty prawa jazdy.

U pacjenta na podstawie całości obserwacji i wykonanych badań dodatkowych rozpoznano omdlenie wazowagalne. Reakcja wazowagalna, która może prowadzić do głębokiej bradykardii, ciężkiej hipotonii, a następnie do utraty świadomości może zostać wyzwolona zarówno przez bodźce ortostatyczne obwodowe, jak i bodźce centralne. Do bodźców centralnych zalicza się medyczne sytuacje, takie jak: pobieranie krwi, iniekcje, instrumentacje. Innymi przyczynami może być widok ostrych narzędzi, jak nożyczki do ścinania włosów. Również widok innego chorego, a nawet sama opowieść, np. o porodzie może prowadzić do omdlenia. Zebranie wywiadu ma kluczowe znaczenie dla postawienia rozpoznania i czasami do wywiadów trzeba

Tabela 1. Skala San Francisco i jej wynik u prezentowanego pacjenta.

	Prezentowany pacjent
C- Wywiad niewydolności serca	Nie
H – Hematokryt<30%	Nie
E – nieprawidłowe ekg 12-odprowadzeniowe lub w trakcie monitorowania	Nie
S – Wywiad duszności	Nie
S – ciśnienie skurczowe przy przyjęciu< 90 mmHg	Nie

Tabela 2. Skala OESIL i jej wynik u prezentowanego pacjenta.

SKALA OESIL	Prezentowany pacjent liczba punktów
Wiek>65 lat = 1 pkt	0
Brak objawów prodromalnych=1 pkt	0
Nieprawidłowe EKG= 1 pkt	0
Choroby układu sercowo-naczyniowego w wywiadzie= 1 pkt	0
SUMA punktów	0

Tabela 3. Skala Calgary i jej wynik w prezentowanym przypadku

Pytanie	Liczba punktów gdy czynnik wystę- puje	Liczba punktów w prezentowanym przypadku
Jedno z wymienionych Dwupęczkowy blok, asystolia, częstoskurcz, cukrzyca	-5	0
Czy świadek zdarzenia zauważył, że pacjent był siny podczas utraty świadomości	-4	0
Pierwsze omdlenie wystąpiło w wieku 35 lat lub później	-3	0
Czy pacjent coś pamięta z okresu kiedy stracił świadomość	-2	0
Zasłabnięcia lub omdlenia przy przedłużonym stanie lub siedzeniu	1	0
Czy wystąpiło uczucie ciepła lub poty przed omdleniem	2	2
Czy wystąpiło zasłabnięcie lub omdlenie przy bólu lub w warunkach medycznych	3	3
SUMA		5

Omdlenie wazowagalne ≥ -2

wracać wielokrotni, zwłaszcza kiedy pacjent niechętnie udziela szczegółowych odpowiedzi na zadawane pytania.

W przypadku utraty świadomości podczas prowadzenia samochodu należy wziąć pod uwagę, że podczas prowadzenia samochodu kierowca znajduje się w specyficznym środowisku i jest narażony na działanie wielu czynników, które mogą sprzyjać wystąpieniu utraty świadomości [11–13].

Unieruchomienie w pojeździe

Kierowca, który podjął decyzję o wyjeździe zazwyczaj chce dotrzeć na miejsce docelowe w określonym czasie, co powoduje, że może świadomie opóźniać realizację innych swoich potrzeb. U pacjenta z cukrzycą leczonego insuliną taką potrzebą może być spożycie posiłku. Wystąpienie hipoglikemii może doprowadzić do utraty możliwości kierowania samochodem.

Bierna pozycja w trakcie siedzenia, ograniczenia napinania mięśni prowadzi do wzmożenia zjawiska zatrzymania krwi w układzie żylnym kończyn, co z kolei zmniejsza powrót krwi żyłnej do serca i może być dostatecznym czynnikiem do wyzwolenia reakcji neurokardiogennej, zwłaszcza w sytuacji kiedy pacjent już wcześniej był odwodniony lub podczas podróży nie przyjął dostatecznej ilości płynów.

Ponieważ kierowanie samochodem jest dość skomplikowanym procesem, rzadko utrata świadomości spowodowana hipoglikemią występuje nagle. Pacjent zazwyczaj czując, że coś się z nim złego dzieje zwalnia i próbuje zjechać na pobocze.

Długotrwała pozycja siedząca może sprzyjać wystąpieniu hipotonii. W przypadku prowadzenia samochodu korzystny wpływ wywiera konieczność naciskania na pedały, gdyż poprzez pompę mięśniową łydki poprawia powrót krwi żyłnej do serca.

Sytuacje stresowe

Stres jest czynnikiem występującym bardzo często u osób kierujących samochodem. Może on doprowadzić do wystąpienia arytmii serca, niedokrwienia mięśnia serca, jak również odruchowej reakcji neurokardiogennej.

Zaśnięcie podczas kierowania pojazdem

Monotonna podróż może doprowadzić do zaśnięcia za kierownicą. Szczególnie sprzyjać temu może występowanie obturacyjnego bezdechu sennego. Czynnikiem, który może sprzyjać zaśnięciu jest monotonna podróż, np. autostradą, jak również krótkotrwała przerwa w kierowaniu pojazdem, np. zatrzymanie samochodu na czerwonym świetle.

Skręcanie głowy

Podczas kierowania samochodem wielokrotnie występuje konieczność skrócenia głowy w celu wzrokowej oceny otoczenia pojazdu. Nagły silny skręt głowy jest znanym czynnikiem, który może wyzwolić odruch neurokardiogennej.

Szybko zmieniające się migające obrazy

Szybko zmieniające się migające obrazy, światła mogą wyzwolić napad padaczki. Z tego względu pacjenci z padaczką nie mogą prowadzić pojazdów mechanicznych, jednak u osób, u których takie rozpoznanie nie było do tej pory postawione utrata świadomości podczas prowadzenia samochodu może być pierwszym objawem [11–13].

Prawidłowy wynik badania przedmiotowego prezentowanego pozwolił na wykluczenie istotnych patologii, które mogłyby prowadzić do omdlenia, takich jak: wada aortalna serca. W każdym przypadku jest niezbędne badanie elektrokardiograficzne, ponieważ może wykazać nie tylko arytmie serca, ale również zmiany w zapisie badania EKG świadczące o zagrożeniu wystąpienia nagłym zgonem sercowym, takich

jak: zespół WPW, zespół Brugadów, zespół długiego i krótkiego odstępu QT. Ostatnim elementem wstępnej oceny jest próba ortostatyczna. Polega ona na pomiarze ciśnienia tętniczego w pozymie i 1 minutę po pionizacji. Spadek ciśnienia tętniczego skurczowego o co najmniej 20 mmHg, nawet, jeśli jest bezobjawowy świadczy o hipotonii ortostatycznej, która może występować od dłuższego czasu, jednak może też być objawem krwawienia wewnętrznego, np. związanego z pękniętą ciążą pozamaciczną czy krwawiącymi wrzodami żołądka i dwunastnicy. Dodatni wynik próby ortostatycznej powinien być szczególnie uważnie interpretowany na SOR, gdzie może on być jedynym objawem niestabilności hemodynamicznej pacjenta i poważnego stanu leżącego u jego podłoża. Ustalenie rozpoznania przyczyny omdlenia na SOR jest trudne i prawie 40% osób jest hospitalizowanych bez jej ustalenia [3].

Pojedynczy incydent typowego omdlenia wazowagalnego u kierowcy nie stanowi przeciwwskazania do prowadzenia samochodu prywatnego. W przypadku wykonywania zawodu kierowcy przez niektóre towarzystwa lekarskie jest zalecana ostrożność nawet już po pojedynczym omdleniu [11]. W każdym przypadku utrata świadomości podczas prowadzenia pojazdu wymaga wnikliwej analizy.

WNIOSKI

Omdlenie wymaga poszerzonej diagnostyki i każdy chory na SOR, który trafi z takim rozpoznaniem wymaga dalszej opieki specjalistycznej w warunkach ambulatoryjnych.

PIŚMIENNICTWO – str. 336.

Adres do korespondencji:

Dariusz Timler
SOR WSS im. M. Kopernika w Łodzi
ul. Pabianicka 62, 93-513 Łódź
e-mail: sor55@wp.pl

Nadesłano: 02.12.2015
Zaakceptowano: 20.12.2015

HYPERBARIC OXYGEN THERAPY – INDICATIONS, CONTRAINDICATIONS AND COMPLICATIONS. THE DESCRIPTION OF FIRST IN POLAND EMERGENCY EXERCISES WITH THE USE OF HYPERBARIC OXYGEN THERAPY

Jacek Piechocki¹, Tomasz Janus², Zbigniew Żyła³, Robert Gałązkowski^{3,4}

¹Masovian Hyperbaric Therapy Centre, Warsaw

²Specialized EMS Team, Sochaczew

³Medical Air Rescue, Warsaw

⁴Department of Emergency Medicine, Medical University of Warsaw

Key words:

- hyperbaric oxygen therapy,
- decompression sickness,
- pulmonary barotrauma,
- carbon monoxide intoxication

Abstract

On 9th and 10th May, 2012 in Mazovian Hyperbaric Therapy Centre in Warsaw the first in Poland simulations of dealing with emergencies associated with hyperbaric oxygen therapy were held.

The scenarios were focused on emergencies that are typical for treatment in the hyperbaric chamber (acute oxygen poisoning, cardiac arrest in the course of undiagnosed pneumothorax), and also on emergencies which are not particularly related to oxygen toxicity or high pressure (cardiac arrest caused by ventricular fibrillation).

The following article summarizes the indications, contraindications and complications of hyperbaric oxygen therapy, as well as provides a description of simulation that we have conducted.

INDICATIONS AND CONTRAINDICATIONS FOR HYPERBARIC OXYGEN THERAPY

Hyperbaric oxygen therapy (HBOT) is the treatment with the use of pure oxygen in conditions of increased pressure [1]. Hyperbaric oxygen therapy may be the primary form of therapy or may be an alternative or supportive treatment [2]. Disorders treated with hyperbaric oxygen can be divided into acute and chronic diseases. Among emergencies that require HBOT one may mention (indications reimbursed by the National Health Fund):

- Decompression sickness (formerly known as the caisson disease),
- Gas embolism,
- Carbon monoxide poisoning and methemoglobinemia,
- Gas gangrene (*Clostridium* as well as non-*Clostridium* etiology), Fournier gangrene,
- Necrotizing soft tissue infection (anaerobic and mixed).
- Acute soft tissue injury, musculoskeletal trauma, multi-organ trauma - compartmental syndromes and the consequences of crush injuries,
- Thermal burns (II degree >10% in children and III degree > 20% in adults)
- Sudden idiopathic deafness and deafness after the acoustic trauma [2–6].

The summary of chronic diseases, within which one can get relief of symptoms by using HBOT, is beyond the scope of this article. However, it should be noted that HBOT is used as supportive therapy in case of radiation damage to bones and soft tissues, refractory osteoarthritis, abscesses, hard-to-heal wounds and pressure ulcers or ulcers in the course of diabetes or venous insufficiency [2, 6].

Contraindications to HBOT can be divided into absolute and relative ones. Absolute contraindications include:

- non-drained pneumothorax,
- the treatment with doxorubicin/adriamycin, cisplatin, bleomycin, sulfamylon, disulfiram (these drugs lower the seizure threshold and may increase the risk of HBOT complication, i.e. oxygen seizures) [3].

Relative contraindications (such as upper respiratory infections, a history of chest or ear surgery, fever, cancer, epilepsy or a history of spontaneous pneumothorax) are irrelevant in qualifying patients for HBOT due to life-saving indications [2, 3].

The HBOT session takes approximately 90 minutes and is divided into three periods:

1. The compression (pressurization) – a slow pressure rise to 2.5 ATA (in the case of gas embolism and decompression sickness a higher pressure is applied)

2. Breathing with 100% oxygen (in the case of carbon monoxide poisoning) or sequential breathing with 100% oxygen and air in the scheme: 3 × 20 minutes – 100% oxygen, 2 × 5 minutes – air (in other indications). Oxygen therapy is carried out with tight facemasks or special hoods. It can also be conducted in mechanically ventilated patients provided a special respirator adapted to work in hyperbaric conditions is used.
3. The decompression (depressurization) – a slow reduction in pressure to equalize the pressure in the chamber to the atmospheric pressure [3].

COMPLICATIONS OF HYPERBARIC OXYGEN THERAPY

Hyperbaric oxygen therapy, like any other type of the treatment, is associated with a risk of complications, but life-threatening complications are very rare. Hyperbaric oxygen therapy can be performed in monoplace or multiplace hyperbaric chambers. A minimal monoplace hyperbaric chamber staff comprises of two people (a doctor and a chamber operator) and for a multiplace hyperbaric chamber there are three people needed (a doctor, an attendant and a chamber operator). When HBOT is performed in monoplace hyperbaric chambers staff has no direct contact with the patient, but in multiplace chambers patients are accompanied by attendants – a doctor or a nurse/male nurse who oversees the course of the therapy.

The tight space of a monoplace hyperbaric chamber can cause significant discomfort for patients with claustrophobia (including a panic attack). Patients, who respond poorly to tight and closed space, feel a little bit better in multiplace hyperbaric chambers. However, these patients require sometimes shallow sedation or anxiolytics administration [2, 6].

In case of complications, which require the presence of more than one person from the medical personnel, due to the fact that the multiplace hyperbaric chamber is divided into compartments, the additional person/persons can enter without interrupting the treatment (reducing the pressure to atmospheric pressure). This procedure ("getting through the airlock" of medical staff) takes approximately 1.5 minutes.

It is also worth mentioning that multiplace hyperbaric chambers have technical locks through which the staff can get small objects (e.g. drugs) from outside, or transfer diagnostic materials taken from the patient [3, 7, 8].

Among HBOT complications one can mention:

- barotrauma of the ear, sinuses and teeth,
- a toxic effect of hyperbaric oxygen on lung tissue and on the central nervous system (oxygen seizures)
- decompression sickness (only the attendants)
- pulmonary barotrauma and/or cardiac arrest in the course of undiagnosed (and non-drained) pneumothorax present before the procedure or formed during the procedure.

As a result of the ignition and fire person/persons present in the chamber can also get burnt or poisoned with carbon monoxide/cyanide [2, 3, 6].

A minor ear pain is the most common complication during HBOT. According to the law of Boyle-Mariotte, the volume of a given mass of gas (at constant temperature) decreases with the increasing pressure of the surroundings ($\uparrow p \downarrow V$) [9–11]. The decrease in the volume of gas in the middle ear is felt by us as discomfort/pain, but after the filling the tympanic cavity by air, for example by Valsalva maneuver, saliva swallowing and/or yawning, symptoms usually disappear. In case when these methods are unsuccessful, a slight reduction in pressure until the pain relief usually helps, and then further compression is continued.

However, in case of Eustachian tube obstruction (and thus the inability to equalize pressures) this can lead to the eardrum rupture and/or barotrauma within the middle ear (and, therefore, upper respiratory infections and chronic sinusitis are judged as relative contraindications to HBOT) [2, 6]. In the case of conscious patients at risk of these complications, prior to or during compression pseudoephedrine orally and/or xylometazoline nasally can be used. In the case of unconscious patients in whom compression speed reduction does not relieve the pain in emergency situations one can perform bilateral myringotomy [2].

Similarly, patients may also experience a tooth/teeth pain (due to changes in the volume of air bubbles trapped between the tooth and the filling) or a pain in the area of the sinuses and/or sinusitis barotrauma (in the case of obstruction of the nasal passages).

Complications can also occur due to the toxic effects of hyperbaric oxygen on the lung tissue and/or the central nervous system. Damage to the lung tissue presents as cough, feeling of irritation, burning, discomfort, pain in the trachea and/or the sternum [12].

The toxic effect of oxygen on the central nervous system manifests as generalized seizures (with prodromal symptoms of muscle tremor, vision field narrowing, metallic taste in the mouth etc. or without these symptoms). In the case of HBOT in a monoplace hyperbaric chamber one should switch the flow from pure oxygen to the air flow, and in the multiplace hyperbaric chamber a patient should have an oxygen mask/hood removed. In the case of oxygen seizures it is rarely necessary to administer benzodiazepine intravenously – in the majority of patients seizures are self-limiting after reducing the percentage of oxygen in the respiratory mixture.

However, it should be noted that in the case of seizures (which may cause airway obstruction) the pressure in the chamber must be maintained at a constant level. The decompression at the obstructed airways (according to the Boyle-Mariotte's law – $p \uparrow \downarrow V$) could result in the lung barotrauma. For this reason, in monoplace hyperbaric chambers decompression must take place only after the cessation of seizures (sometimes between episodes), and in the multiplace hyperbaric chamber – after maintaining the airways patency [2, 3].

To reduce the risk of hyperbaric oxygen toxicity on the central nervous system, in cases other than carbon

monoxide poisoning, sequential breathing with 100% oxygen and air is applied (so-called "air breaks").

Under the term of decompression sickness (DCS) one understands a set of specific symptoms that may arise after a sufficiently long time exposure to a higher pressure than atmospheric pressure with subsequent very sudden drop of this pressure. According to Henry's Law the solubility of gases in liquids increases with the increase of the surroundings pressure ($\uparrow$ pressure = $\uparrow$ solubility of gases). The consequences of this law can be observed during the unscrewing of the bottle with carbonated water – a sudden fall in gas pressure over the water surface causes a decrease in the solubility of gas in water and the formation of bubbles of carbon dioxide. The same situation exists when a diver staying for a given time under the water (i.e. "saturated" with nitrogen) rapidly ascends to the surface – due to a rapid drop in the solubility of gases in the blood there are produced nitrogen bubbles that cause perfusion disturbances and symptoms dependent on the localization and the amount of generated bubbles.

Decompression sickness (according to Wienke) can be divided into:

- DCS I: a cutaneous or musculo-skeletal form,
- DCS II: a pulmonary-circulatory or neurological form (which in turn can be divided into the spinal or cerebral subform)
- DCS III: a vestibular form characterized by inner ear damage (usually occurring after deep dives with the use of helium-oxygen mixtures)
- DCS IV: characterized by damage to bones after repeated hyperbaric exposures (aseptic bone necrosis).

It is worth noting that certain forms of DCS can co-exist with each other (e.g. we have to deal with a cutaneous-spinal form). To prevent decompression sickness divers should strictly follow the dive plan (as indicated by decompression computers or tables) and resurface slowly, pausing at specific depths. Similarly, the pressure in the hyperbaric chamber is reduced slowly.

The probability of decompression sickness in patients is extremely low – breathing with pure oxygen eliminates nitrogen from the body. The risk of DCS affects medical personnel, which is present inside the multiplace hyperbaric chamber during HBOT. During the HBOT the staff breathe with air and to minimize the risk of DCS the procedure of denitrogenation is applied. Ten minutes before the start of the decompression the staff begins to breathe with 100% oxygen (and continues the oxygen therapy to the pressure of 1.3 ATA). It is worth mentioning that tissues in the body can be divided into "fast" tissues (e.g. blood) - which quickly saturate with nitrogen, but also quickly wash it out and the "slow" tissues (e.g. fatty tissue, bones, joints) that release nitrogen much more slowly. To avoid a dangerous accumulation of nitrogen in the body, the staff should not be compressed more than once a day [8, 13–16].

In case of not recognized pneumothorax present prior to the HBOT session (and not secured with chest drainage), there is a risk of pulmonary barotrauma and/or cardiac

arrest [15]. To minimize this complication, before HBOT physical examination and a chest X-ray are routinely performed [3]. However, in patients with a diseased lung tissue there is a risk of pneumothorax during the treatment [2]. In the case of patient's overall condition worsening and suspicion of pneumothorax the needle decompression should be used (preferably before the start of decompression).

To reduce the risk of fire both patients and staff take on cotton clothing before the procedure, as well as it is prohibited to bring into the hyperbaric chamber certain items (e.g. lighters, metal subjects, electronic devices, etc.). In a multiplace hyperbaric chamber air is used to compression, and the increase in the oxygen level in the hyperbaric chamber higher than 23% is not allowed. Fire protection systems (sprinklers and fire extinguishers) are also applied. [8].

It is worth mentioning that in the case of sudden cardiac arrest during the HBOT session it is required to carry on resuscitation and reduce the pressure in the chamber only when patient's airways are open. Due to the risk of ignition/fire, in the case of VF/pulseless VT defibrillation should be performed only after the decompression is finished.

Acute complications associated with hyperbaric oxygen therapy are inevitable, however, possible to predict [1]. For this reason, we conduct regular trainings to prepare the staff for the occurrence of these rare, but endangering the health or life situations.

DESCRIPTION OF SIMULATIONS

Simulations were conducted in Masovian Hyperbaric Therapy Center in Warsaw, which has a 12-person hyperbaric chamber (HAUX Starmed 2200). Decoys were selected from working paramedics due to the fact that they could reliably simulate specific clinical conditions. All decoys before simulations were examined by a hyperbaric chamber doctor on duty in order to assess whether they may be subject to the increased pressure. Paramedics participating in exercises also had the opportunity to visit the chamber, watch the work of the staff employed in the hyperbaric facility, as well as ask bothering them questions about the management of patients requiring HBOT.

Our clinical scenarios included the following situations:

1. oxygen seizures during the HBOT session persisting despite taking off oxygen mask/hood
2. patient's general state worsening during decompression – sudden cardiac arrest in the course of pneumothorax undiagnosed or formed during the treatment
3. sudden cardiac arrest due to ventricular fibrillation in a patient awaiting compression

Our primary aim was to carry out scenarios with situational realism as far as possible (fig. 1). Simulations of the event in the course of HBOT took place in the cramped space of the hyperbaric chamber and under increased pressure. All actions that should be taken in a given scenario, the practitioner had actually do (and not describe in words what they would do in a given situation). All decoys agreed to perform on them for

Information for the Instructor – „Oxygen seizures” scenario

The beginning of the scenario: a patient during a routine compression, all vital parameters within normal limits; in the chamber there are other patients and a nurse/male nurse

Event: a decoy stops responding -> seizures (persisting despite an oxygen mask/hood take off)

Briefing scenario

Personnel participating in the exercise: a nurse/male nurse (in the chamber), a technician, a doctor

Please note that:

- **Staff must really perform the task** (for example: seizures control – intravenous line insertion, saline solution administration that is to simulate other drugs) **and not only describe in words what they would do.**
- The instructor is only an observer, not involved in real activities
- The scenario will be recorded and discussed after exercises

After the end of the scenario participants should understand the need of:

- the early identification of threats to health and life of the patient
- proper communication of the staff with other patients who are watching the event (conditions of closed space, the active prevention of panic)
- maintaining the constant pressure in the chamber during an incident that may cause airways obstruction (until patient's airways are open)
- maintaining patient's airways open during decompression (barotrauma)
- proper communication within the medical team

Evaluation form: a nurse / male nurse (in the chamber)

The assessed activity	Performed? Remarks
Immediate diagnosis of seizures	
Gloves insertion	
Taking off the patient the oxygen mask or hood	
Providing a safe space for action (moving back other patients and subjects, informing other patients what happens)	
Airways management	
Inform the technician	
Keeping the airways open until the doctor's arrival („getting through” the airlock)	
Continuous vital signs assessment	

Alternative scenarios

The nurse asks one patient to maintain airways patency, instructs and supervises the execution of given task, prepares the necessary equipment, inserts intravenous line

Evaluation Form: Technician	
The assessed activity	Performed? Remarks
Inform the facility doctor about the event	
Maintaining constant pressure in the chamber until the doctor's decision on decompression	
Notification of hospital resuscitation team	

Evaluation Form: Physician	
The assessed activity	Performed? Remarks
Getting through the airlock	
Gloves insertion	
Verification of airways patency management	
Preparation of equipment, medicines, intravenous line insertion (when not already present); benzodiazepine administration	
The decision on decompression	
The control of airways management and patient's vital signs during decompression	

purposes of training procedures that may be associated with discomfort (e.g. airway management via head tilt and chin lift or an intravenous line insertion in the "oxygen seizures" scenario). During the training in one of decoys a toothache appeared at compression, and passed when the compression rate was modified.

Also, phantoms were used during the training. It is worth noting that the advanced phantoms and simulators containing electronic circuits cannot be used to conduct exercises in hyperbaric conditions because of the risk of damaging them and also because of the risk of ignition and fire (the increased pressure within the chamber lowers the energy needed to ignite and, in the event of a fire, it spreads more rapidly than under normobaric conditions) [1, 8].

In order to achieve a compromise between safety and realism in the scenario with sudden cardiac arrest in the chamber, the initial steps of resuscitation (chest compressions with continuous airway patency maintenance until the end of decompression) were carried out under increased atmospheric pressure using simple phantoms to learn BLS procedures (i.e. they did not contain electronic components). Upon completion of decompression participants were asked to carry on activities on advanced ALS phantom.

For each exercise we prepared separate evaluation forms, i.e. chronologically arranged activities that in our opinion the participants should perform in the appropriate order. Each scenario includes 'critical steps' that a participant must complete while still maintaining a chronology of activities.

Some scenarios may even have several possible strategies that lead to the same positive solution for a given clinical situation. It is worth paying attention to this fact during the simulation planning.

Among other possible scenarios to practice one can mention, for example, carbon monoxide mass intoxication, with the need to prioritize treatment by co-oximetry and/or critical parameters analyzer as well as the occurrence of decompression sickness in a medical staff member.

DEBRIEFING

After the end of the training, instructors discussed specific clinical scenarios. For this purpose the previously mentioned evaluation forms as well as photos and videos recorded during exercises were used.

Efforts should be made to assure that the scenario discussion would be not only the place for searching for mistakes and expressing criticism. The positive aspects of concrete team actions in a given clinical situation should be clearly highlighted, along with a balanced and constructive criticism of its weaknesses.

Evaluation forms prepared in advance may allow for standardized, objective and independent assessment. Clearly defined evaluation criteria allow the instructor to pay attention to the strengths and weaknesses of the team and to determine areas requiring further discussion and exercises.

We believe that the debriefing should take rather the form of a discussion, not a monologue of training organizers. In addition to the "educational" aspect of the debriefing, it is



Fig. 1. Central nervous system oxygen toxicity (seizures) scenario.

extremely important to pay attention to the need for clear and precise communication between medical staff during activities.

CONCLUDING REMARKS

It is obvious that exercises cannot impair the facility standby for admission of the patient in the emergency state (e.g., poisoned with carbon monoxide). Some difficulty may be to hold exercises between scheduled sessions of HBOT, as well as the extension of training for a few days due to the fact that not all employees can be available within a specified period.

Regular exercises carried out using standardized evaluation forms can serve as a starting point to develop standards of management in specific clinical situations. It is impossible to predict and practice all potential situations that may occur in conditions of hyperbaric chambers. However, we believe that it is worth preparing such standards and practice cases known from own practices, personnel from other centers or from the available literature.

A good solution seems to be (taking into account the number of staff in the facility on duty) to assign specific roles to each member of the team in order to in the case of certain clinical situations avoid chaos in the distribution of

responsibilities - the team should function as a whole and its individual members should be aware of their clearly separate, complementary competencies.

The management procedures should include every aspect of the operation, to avoid the inability to implement the procedures in real activities due to the omission e.g. a prosaic aspect.

SUMMARY

Mainly nurses and technicians participated in our training, but it is worth saying that all staff employed in the unit (medical, nursing and technical) should take part in such training sessions.

We believe that we should assure medical staff, who will take part in the training, not approach to it as to some kind of test, which (in their opinion) can affect e.g. further conditions of employment.

Ideally, the exercise should be carried out before the opening of the given center. In the case of already operating hyperbaric chambers exercises should be carried out regularly, due to the fact that no trained skills quickly disappear.

It is worth noting that the exercises organized after a critical incident or exercises carried out relatively rarely

are better than no training at all [17]. We realize that our demands for the regular training and for the introduction of certain operational procedures can be difficult to implement due to a variety of reasons and there are a kind of the ideal. However, we feel that it is worth to aim at this ideal.

Abbreviations:

- HBOT – hyperbaric oxygen therapy
- DCS – decompression sickness
- ATA – absolute atmosphere
- p – pressure
- V – volume

REFERENCES

1. Kot J, Desola J, Simao AG et al. Europejski kodeks dobrej praktyki w terapii tlenem hiperbarycznym. Grupa Robocza Safety Programu COST B14 „Hyperbaric oxygen therapy” Maj 2004.
2. Nowak M, Majewski K, Strzelec P, Sieroń A. Wskazania i przeciwwskazania do stosowania hiperbarycznej terapii tlenowej. In: Sieroń A, Cieślak G (eds), Zarys medycyny hiperbarycznej. alfa-medica press, Bielsko-Biała, 2006, pp. 235–248
3. Piechocki J, Janus T, Nielepiec-Jałosńska A, Sokołowski J. Wprowadzenie do tlenoterapii hiperbarycznej. Na Ratunek, 2013;3:26–29.
4. Jansen T, Barnung S, Mortensen CR, Jansen EC. Isobutyl-nitrite-induced methemoglobinemia; treatment with an exchange blood transfusion during hyperbaric oxygenation. Acta Anaesthesiol Scand, 2003;47(10):1300–1301.
5. Lindenmann J, Matzi V, Kaufmann P et al. Hyperbaric oxygenation in the treatment of life-threatening isobutyl nitrite-induced methemoglobinemia--a case report. Inhal Toxicol, 2006;18(13):1047–1049.
6. Gill AL, Bell CN. Hyperbaric oxygen: its uses, mechanisms of action and outcomes. QJM. 2004;97(7):385–395.
7. Strzelec P, Majewski K. Sprzęt stosowany w terapii hiperbarycznej. In: Sieroń A, Cieślak G (eds). Zarys medycyny hiperbarycznej. alfa-medica press, Bielsko-Biała, 2006, pp. 140–149.
8. Stobiński M, Nowak M, Jagodziński L. Zasady dotyczące budowy, eksploatacji oraz bezpieczeństwa użytkowania komór ciśnieniowych. In: Sieroń A, Cieślak G (eds). Zarys medycyny hiperbarycznej. alfa-medica press, Bielsko-Biała, 2006, 150–165.
9. Lin ES. Fizyka. In: Smith T, Pinnock C, Lin T (eds). Podstawy anestezjologii Kański A (ed). 3th edn, DB Publishing, Warszawa, 2012, pp. 719–785.
10. Mushambi MC, Smith G. Podstawy fizyki w praktyce anestezjologicznej. In: Aitkenhead, AR, Smith G, Rowbotham DJ (eds). Kübler A (ed). Anestezjologia. 2nd edn, Elsevier Urban & Partner, Wrocław, 2008.
11. Cholewka A, Liszka G, Walentek T. Medycyna hiperbaryczna – podstawy fizyczne. In: Sieroń A, Cieślak G (eds). Zarys medycyny hiperbarycznej. alfa-medica press, Bielsko-Biała, 2006.
12. Małysek J, Wróblewski P. Zastosowanie hiperbarycznej terapii tlenowej w pulmonologii. In: Sieroń A, Cieślak G (eds). Zarys medycyny hiperbarycznej. alfa-medica press, Bielsko Biała 2006, pp. 171–179.
13. Johnson-Arbor K. Type II decompression sickness in a hyperbaric inside attendant. Undersea Hyperb Med, 2012;39(5):915–919.
14. Sheffield PJ, Pirone CJ. Decompression Sickness in Inside Attendants. In: Workman WT (ed), Hyperbaric Facility Safety: A Practical Guide. Best Publishing Company, Flagstaff, 1999, pp. 643–664.
15. Piechocki J, Janus T. Choroba dekompresyjna i uraz ciśnieniowy płuc u pletwonurków – rozpoznawanie i leczenie. Na Ratunek, 2015;4:24–30.
16. Krzyżak J. Medycyna nurkowa. KOOP-graf, Poznań, 2006.
17. Workman WT. How to Manage Your Hyperbaric Facility Safety Program. In: Workman WT (ed.), Hyperbaric Facility Safety: A Practical Guide. Best Publishing Company, Flagstaff, 1999, pp. 625–641.

Address for correspondence:

Tomasz Janus
Aleja Rzeczypospolitej 27a/76, 02-972 Warsaw
tel. +48 600 082 561
e-mail: tomasz.janus.ratmed@gmail.com

Received: 03.11.2015

Accepted: 18.12.2015

TLENOTERAPIA HIPERBARYCZNA – WSKAZANIA, PRZECIWWSKAZANIA I POWIKŁANIA.

OPIS PIERWSZYCH W POLSCE ĆWICZEŃ POSTĘPOWANIA W STANACH NAGŁYCH ZWIĄZANYCH Z LECZENIEM TLENEM HIPERBARYCZNYM

Jacek Piechocki¹, Tomasz Janus², Zbigniew Żyła³, Robert Gałązkowski^{3,4}

¹Mazowieckie Centrum Terapii Hiperbarycznej, Warszawa

²Specjalistyczny Zespół Ratownictwa Medycznego, Sochaczew

³Lotnicze Pogotowie Ratunkowe, Warszawa

⁴Zakład Ratownictwa Medycznego, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa

Słowa kluczowe:

- tlenoterapia hiperbaryczna,
- choroba dekompresyjna,
- uraz ciśnieniowy płuc,
- zatrucie tlenkiem węgla

Streszczenie

W dniach 09–10.05.12 w Mazowieckim Centrum Terapii Hiperbarycznej (MCTH) w Warszawie odbyły się pierwsze w Polsce ćwiczenia z zakresu postępowania w przypadku stanów nagłych związanych z leczeniem tlenem hiperbarycznym. Scenariusze dotyczyły zarówno przypadków specyficznych dla warunków terapii w komorze hiperbarycznej (ostre zatrucie tlenem, nagłe zatrzymanie krążenia w przebiegu nierozpoznanej odmy opłucnowej), jak i sytuacji niezwiązanych bezpośrednio z toksycznością tlenu czy wysokim ciśnieniem (zatrzymanie krążenia w mechanizmie migotania komór). Poniższy artykuł podsumowuje wskazania, przeciwwskazania i powikłania tlenoterapii hiperbarycznej, a także zawiera opis przeprowadzonych przez nas ćwiczeń.

WSKAZANIA I PRZECIWWSKAZANIA DO TLENOTERAPII HIPERBARYCZNEJ

Tlenoterapię hiperbaryczną (HBOT) nazywamy leczenie z użyciem czystego tlenu w warunkach podwyższonego ciśnienia [1]. HBOT może być podstawową formą terapii lub może stanowić leczenie alternatywne albo wspomagające [2]. Schorzenia leczone tlenem hiperbarycznym można podzielić na schorzenia ostre i przewlekłe.

Do stanów nagłych wymagających HBOT zaliczamy (wskazania refundowane przez NFZ):

- chorobę dekompresyjną (dawniej nazywaną chorobą kesonową),
- zatory gazowe,
- zatrucie tlenkiem węgla i methemoglobinemię,
- zgorzel gazową (klostridialną i nieklostridialną), zespół Fourniera,
- martwicze zakażenie tkanek miękkich (beztlenowe i mieszanne),
- ostre uszkodzenie tkanek miękkich, uraz mięśniowo-szkieletowy, uraz wielonarządowy – zespoły kompartmentalne i następstwa urazów zmiżdzeniowych,

- oparzenia termiczne (II stopień >10% u dzieci i III stopień >20% u dorosłych),
- nagłą głuchotę idiopatyczną i głuchotę po urazie akustycznym [2–6].

Omówienie schorzeń przewlekłych, w obrębie których można uzyskać złagodzenie objawów przy użyciu HBOT, wykracza poza zakres tego artykułu. Warto jednakże wspomnieć, że tlenoterapia hiperbaryczna jest używana jako leczenie wspomagające w przypadkach popromiennego uszkodzenia kości i tkanek miękkich, opornego na leczenie zapalenia kości, ropni, trudno gojących się ran i owrzodzeń odleżynowych lub owrzodzeń w przebiegu cukrzycy czy niewydolności żylnej [2, 6].

Przeciwwskazania do HBOT można podzielić na przeciwwskazania bezwzględne i względne. Do przeciwwskazań bezwzględnych należą:

- niezdrenowana odma opłucnowa,
- leczenie dokсорubicyną/adriamycyną, cisplatyną, bleomycyną, sulfamylonem, disulfiramem (leki te obniżają próg drgawkowy i mogą zwiększać szanse na wystąpienie powikłania HBOT, jakim są drgawki tlenowe) [3].

Przeciwwskazania względne (takie jak infekcje górnych dróg oddechowych, przebyte operacje klatki piersiowej lub ucha, stany gorączkowe, nowotwory złośliwe, padaczka czy odma samoistna w wywiadzie) nie mają znaczenia w kwalifikowaniu pacjentów do HBOT ze wskazań życiowych [2, 3].

Zabieg leczenia tlenem hiperbarycznym trwa przeciętnie 90 minut i dzieli się na trzy okresy:

1. sprężanie (kompresja, presuryzacja) – powolny wzrost ciśnienia do 2,5 ATA (w przypadku zatorowości gazowej i choroby dekompresyjnej stosuje się wyższe ciśnienia)
2. oddychanie 100% tlenem (w przypadku zatrucia tlenkiem węgla) lub naprzemienne oddychanie przez pacjentów 100% tlenem i powietrzem w schemacie: 3x20 minut 100% tlen, 2x5 minut powietrze (w przypadku innych wskazań). Tlenoterapia odbywa się z użyciem szczelnych masek twarzowych lub specjalnych kapturów. Można ją także prowadzić u pacjentów wentylowanych mechanicznie pod warunkiem użycia specjalnego respiratora przystosowanego do pracy w warunkach nadciśnienia.
3. rozprężanie (dekompresja, depresuryzacja) – powolna redukcja ciśnienia aż do zrównania ciśnienia panującego we wnętrzu komory z ciśnieniem atmosferycznym [3].

POWIKŁANIA TLENOTERAPII HIPERBARYCZNEJ

Tlenoterapia hiperbaryczna, jak każdy rodzaj leczenia, jest związana z ryzykiem powikłań, jednakże zagrażające życiu powikłania zdarzają się bardzo rzadko. HBOT może być prowadzona zarówno w komorach jednomiejscowych, jak i wielomiejscowych. Minimalny skład personelu komory jednomiejscowej stanowią dwie osoby (lekarz i operator komory), a komory wielomiejscowej – trzy osoby (lekarz, atendent i operator komory). W przypadku tlenoterapii hiperbarycznej prowadzonej w jednomiejscowych komorach hiperbarycznych personel nie ma bezpośredniego kontaktu z pacjentem, jednakże w warunkach komory wielomiejscowej pacjentom towarzyszy atendent – lekarz lub pielęgniarka/pielęgniarka, który nadzoruje przebieg terapii.

Ciasna przestrzeń jednoosobowej komory hiperbarycznej może sprawiać istotny dyskomfort u pacjentów z klaustrofobią (do napadu paniki włącznie). Pacjenci, którzy źle reagują na ciasne, zamknięte przestrzenie, nieco lepiej czują się w warunkach wielomiejscowej komory hiperbarycznej. Niemniej jednak, u tych pacjentów zachodzi czasem potrzeba płytkiej sedacji lub podaży leków anksjolitycznych [2, 6].

W przypadku wystąpienia powikłań, których opanowanie wymaga obecności więcej niż jednej osoby z personelu medycznego, ze względu na fakt, iż komora wielomiejscowa jest podzielona na przedziały, istnieje możliwość wejścia dodatkowej osoby/osób bez konieczności przerywania terapii (redukcji ciśnienia do ciśnienia atmosferycznego). Omawiana procedura („prześluzowanie” personelu medycznego) trwa około 1,5 minuty.

Warto także wspomnieć, że komory wielomiejscowe posiadają śluzy techniczne, przez które personel może uzyskać z zewnątrz drobne przedmioty (np. leki) lub przekazać materiał diagnostyczny pobrany od pacjenta [3, 7, 8].

Do powikłań HBOT możemy zaliczyć:

- urazy ciśnieniowe ucha, zatok przynosowych i zębów,
- toksyczny wpływ tlenu hiperbarycznego na tkankę płucną i ośrodkowy układ nerwowy (drgawki tlenowe),
- chorobę dekompresyjną (tylko atencji),
- uraz ciśnieniowy płuc i/lub nagłe zatrzymanie krążenia w przebiegu nierozpoznanej (i niezdręnowanej) odmy opłucnowej powstałej przed zabiegiem lub w przebiegu odmy opłucnowej powstałej w trakcie zabiegu.

W wyniku zapłonu i pożaru może także do poparzenia/zatrucia tlenkiem węgla/zatrucia cyankami osoby/osób znajdujących się w komorze [2, 3, 6].

Najczęstszym powikłaniem w trakcie HBOT są niegroźne dolegliwości bólowe ucha. Zgodnie z prawem Boyle’a-Mariotte’a, objętość danej masy gazu (przy stałej temperaturze) zmniejsza się wraz ze wzrostem ciśnienia otoczenia ($\uparrow p \downarrow V$) [9–11].

Spadek objętości gazów w uchu środkowym jest przez nas odczuwany jako dyskomfort/ból, jednakże po „dopełnieniu” jamy bębenkowej powietrzem poprzez, na przykład, próbę Valsalvy, przełknięcie śliny i/lub ziewanie, dolegliwości zwykle zanikają. W przypadku gdy wspomniane sposoby nie przynoszą rezultatu, zazwyczaj pomaga nieznaczna redukcja ciśnienia do momentu ustąpienia bólu, po której następuje dalsze sprężanie.

Niemniej jednak, w przypadku niedrożności trąbki Eustachiusza (a przez to niemożności wyrównania ciśnienia) może dojść do pęknięcia błony bębenkowej i/lub urazu ciśnieniowego (barotraumatyzacji) w obrębie ucha środkowego (i z tego powodu infekcje górnych dróg oddechowych czy przewlekłe zapalenie zatok są przeciwwskazaniem względnym do HBOT) [2, 6]. W przypadku pacjentów przytomnych zagrożonych wystąpieniem omawianych powikłań przed sprężaniem lub w jego trakcie można zastosować pseudoefedrynę doustnie i/lub ksylometazolinę donosowo.

W przypadku pacjentów nieprzytomnych, u których redukcja szybkości sprężania nie przynosi zniesienia dolegliwości bólowych można w wyjątkowych sytuacjach wykonać obustronną myringotomię [2].

Analogicznie, może także wystąpić ból zęba/zębów (ze względu na zmiany objętości pęcherzyków powietrza uwieczonych pomiędzy zębem a wypełnieniem) czy ból w okolicach zatok i/lub uraz ciśnieniowy zatok przynosowych (w przypadku niedrożności kanałów nosowych).

Do powikłań może także dojść z powodu toksycznego wpływu tlenu hiperbarycznego na tkankę płucną i/lub ośrodkowy układ nerwowy. Uszkodzenie tkanki płucnej objawia się kaszlem, uczuciem podrażnienia/pieczenia/dyskomfortu/bólu w okolicy tchawicy i/lub mostka [12].

Toksyczny wpływ tlenu na ośrodkowy układ nerwowy objawia się uogólnionym napadem drgawkowym (z objawami prodromalnymi – drżeniami mięśniowymi, zawężeniem pola widzenia, uczuciem metalicznego posmaku w ustach itd. lub bez tych objawów). W przypadku HBOT w warunkach komory jednomiejscowej należy przełączyć z przepływu czystego tlenu na przepływ powietrza, a w komorze wielomiejscowej należy zdjąć pacjentowi maskę tlenową/kaptur. W przypadku drgawek tlenowych rzadko zachodzi konieczność podawania benzodiazepin dożylnie – u większości pacjentów

drgawki ustępują samoistnie po zredukowaniu procentowej zawartości tlenu w mieszaninie oddechowej.

Warto jednakże zwrócić uwagę, że w przypadku drgawek (które mogą powodować niedrożność dróg oddechowych) ciśnienie w komorze musi być utrzymywane na stałym poziomie. Rozprężanie przy niedrożnych drogach oddechowych (zgodnie z prawem Boyle'a-Mariotte'a - $\downarrow p \uparrow V$) może skutkować urazem ciśnieniowym płuc. Z tego powodu w warunkach komory jednomiejscowej rozprężanie musi się odbywać po ustaniu napadu drgawkowego (czasem pomiędzy napadami), a w komorze wielomiejscowej, po udrożnieniu dróg oddechowych [2, 3].

Aby zredukować ryzyko toksycznego wpływu tlenu hiperbarycznego na układ nerwowy, w przypadkach innych niż zatrucie tlenkiem węgla, stosuje się naprzemienne oddychanie 100% tlenem i powietrzem (tzw. „przerwy powietrzne”).

Chorobą dekompresyjną (DCS) nazywamy określone zespoły objawów, które mogą powstać po odpowiednio długim czasie narażenia na ciśnienie wyższe niż ciśnienie atmosferyczne z następowym zbyt gwałtownym spadkiem tego ciśnienia. Zgodnie z prawem Henry'ego rozpuszczalność gazów w cieczach rośnie wraz ze wzrostem ciśnienia otoczenia ($\uparrow p = \uparrow$ rozpuszczalności gazów, $\downarrow p = \downarrow$ rozpuszczalności gazów). Działanie omawianego prawa można zaobserwować w trakcie odkręcenia butelki z gazowaną wodą – nagle zmniejszenie ciśnienia gazu nad powierzchnią wody powoduje spadek rozpuszczalności gazów w wodzie i powstawanie bąbelków dwutlenku węgla. Z identyczną sytuacją mamy do czynienia, gdy nurek przebywający przez określony czas pod wodą (a więc „nasycony” azotem) gwałtownie wynurzy się na powierzchnię – z powodu nagłego spadku rozpuszczalności gazów we krwi powstają pęcherzyki azotu, które powodują zaburzenia perfuzji i objawy zależne od miejsca ulokowania i liczby powstałych pęcherzyków.

Chorobę dekompresyjną (wg Wienkego) można podzielić na:

- DCS I: postać skórna lub postać mięśniowo-szkieletową,
- DCS II: postać płucno-krążeniową lub postać neurologiczną (którą z kolei można podzielić na postać rdzeniową i mózgową),
- DCS III: postać przedsionkową charakteryzującą się objawami uszkodzenia ucha wewnętrznego (występującą zwykle po głębokich nurkowaniach z użyciem mieszanin helowo-tlenowych),
- DCS IV: charakteryzującą się uszkodzeniem kości po wielokrotnych ekspozycjach hiperbarycznych (jałowa martwica kości).

Warto zwrócić uwagę, iż określone postaci DCS mogą ze sobą współwystępować (możemy mieć do czynienia np. z postacią skórno-rdzeniową).

Aby zapobiec chorobie dekompresyjnej, pletwonurkowie powinni ściśle przestrzegać planu nurkowania (według wskazań komputerów dekompresyjnych lub tabel) i wynurzać się powoli, robiąc przerwy na ściśle określonych głębokościach. Analogicznie, ciśnienie w komorze hiperbarycznej jest redukowane powoli.

Prawdopodobieństwo wystąpienia u pacjentów choroby dekompresyjnej jest skrajnie niskie – oddychanie przez nich czystym tlenem eliminuje azot z organizmu. Ryzyko rozwoju DCS dotyczy personelu medycznego, który znajduje się we

wnętrzu komory wielomiejscowej w trakcie HBOT. Personel w trakcie sesji tlenoterapii hiperbarycznej oddycha powietrzem i aby zminimalizować ryzyko wystąpienia DCS stosuje się procedurę denitrogenacji – na 10 minut przed rozpoczęciem dekompresji personel zaczyna oddychać 100% tlenem (i kontynuuje tlenoterapię do ciśnienia 1,3 ATA). Warto wspomnieć iż tkanki w naszym organizmie można podzielić na tkanki „szybkie” (np. krew) – które szybko nasycają się azotem, ale i szybko się z niego „wyplukują” i tkanki wolne (np. tkanka tłuszczowa, kości, stawy), które oddają azot dużo wolniej. Aby uniknąć niebezpiecznej kumulacji azotu w organizmie, personel nie powinien być sprężany częściej niż raz na dobę [8, 13–16].

W przypadku nierozpoznania powstałej przed zabiegiem odmy opłucnowej (i nie wykonania drenażu klatki piersiowej), istnieje ryzyko urazu ciśnieniowego płuc i/lub nagłego zatrzymania krążenia [15].

Aby ograniczyć do minimum to powikłanie, rutynowo przed HBOT wykonuje się badanie przedmiotowe oraz RTG klatki piersiowej [3]. Niestety, u pacjentów z chorobowo zmienioną tkanką płucną istnieje ryzyko powstania odmy opłucnowej w trakcie zabiegu [2].

W przypadku dekompensacji stanu ogólnego pacjenta i podejrzenia odmy opłucnowej należy zastosować odbarczenie igłowe (najlepiej przed rozpoczęciem rozprężania).

Aby zredukować ryzyko pożaru, zarówno pacjenci, jak i personel zakładają przed zabiegiem bawełniane ubrania, a także zakazuje się wnoszenia do komory określonych przedmiotów (min. zapalniczek, przedmiotów metalowych, urządzeń elektronicznych itd.). W warunkach komory wielomiejscowej do sprężenia używa się powietrza, a także nie dopuszcza się do wzrostu poziomu tlenu wewnątrz komory powyżej 23%. Stosuje się także systemy ochrony przeciwpożarowej w postaci zraszaczy i gaśnic. [8].

Warto dodać, iż w przypadku nagłego zatrzymania krążenia w trakcie sesji HBOT należy prowadzić czynności resuscytacyjne i redukować ciśnienie panujące w komorze tylko i wyłącznie przy udrożnionych drogach oddechowych. Ze względu na ryzyko zapłonu/pożaru, w przypadku wystąpienia VF/VT bez tętna, defibrylację należy wykonać po zakończeniu dekompresji.

Powikłania ostre związane z tlenoterapią hiperbaryczną są nieuniknione, jednakże możliwe do przewidzenia [1]. Z tego powodu warto przeprowadzać regularne ćwiczenia, aby przygotować personel na wystąpienie tych rzadkich, zagrażających zdrowiu i życiu sytuacji.

ĆWICZENIA W WARUNKACH KOMORY HIPERBARYCZNEJ

Ćwiczenia przeprowadzono w Mazowieckim Centrum Terapii Hiperbarycznej (MCTH) w Warszawie, które dysponuje 12-osobową komorą hiperbaryczną (HAUX Starmed 2200). Pozoranci zostali wybrani spośród czynnych zawodowo ratowników medycznych, ze względu na fakt, iż potrafią oni wiarygodnie symulować określone stany kliniczne. Wszyscy pozoranci zostali przed ćwiczeniami zbadani przez lekarza dyżurnego komory hiperbarycznej w celu oceny czy mogą zostać poddani działaniu zwiększonego ciśnienia. Ratownicy medyczni zaangażowani w ćwiczenia mieli także

możliwość zwiedzenia komory, przyjrzenia się pracy personelu zatrudnionego w ośrodku hiperbarycznym, a także zadania nurtujących ich pytań dotyczących postępowania z pacjentami wymagającymi HBOT.

Nasze scenariusze kliniczne obejmowały następujące sytuacje:

1. Drgawki tlenowe w trakcie sesji HBOT, utrzymujące się pomimo zdjęcia maski tlenowej/kaptura
2. Dekompensację stanu ogólnego przy rozprężaniu - nagłe zatrzymanie krążenia w przebiegu nierozpoznanej/powstałej w trakcie zabiegu odmy opłucnowej
3. Nagłe zatrzymanie krążenia w mechanizmie migotania komór u pacjenta oczekującego na sprzężenie

Naszym nadrzędnym celem było przeprowadzenie scenariuszy z jak największym realizmem sytuacyjnym. Ćwiczenia, które zakładały incydent w trakcie HBOT odbywały się w ciasnej przestrzeni komory i w warunkach zwiększonego ciśnienia (ryc. 1 s. 346). Wszystkie czynności, które powinny być wykonane w danym scenariuszu ćwiczący mieli realnie wykonać (a nie słownie opisywać, co by zrobili w danej sytuacji). Wszyscy pozoranci wyrazili zgodę na wykonanie na nich w celach szkoleniowych procedur, które mogą się wiązać z dyskomfortem (na przykład udrożnienie dróg oddechowych poprzez odgięcie głowy i uniesienie żuchwy czy założenie dostępu dożylnego w scenariuszu „drgawki tlenowe”). W trakcie ćwiczeń u jednego z pozorantów wstąpił ból zęba przy kompresji, który minął po modyfikacji szybkości sprężania.

W ćwiczeniach wykorzystano także fantomy dydaktyczne. Warto zwrócić uwagę, iż zaawansowane fantomy lub symulatory dydaktyczne zawierające układy elektroniczne nie mogą być wykorzystywane do prowadzenia ćwiczeń w warunkach hiperbarii z uwagi na ryzyko ich uszkodzenia,

a także ze względu na ryzyko zapłonu i pożaru (zwiększone ciśnienie panujące we wnętrzu komory obniża wartość energii potrzebnej do wywołania zapłonu, a w przypadku wystąpienia pożaru rozprzestrzenia się on szybciej niż w warunkach normobarycznych) [1, 8].

Aby osiągnąć kompromis pomiędzy bezpieczeństwem a realizmem działań w przypadku scenariusza z nagłym zatrzymaniem krążenia w komorze, początkowe czynności resuscytacyjne (uciśnięcia klatki piersiowej wraz z ciągłym utrzymywaniem drożności dróg oddechowych do momentu zakończenia rozprężania) były prowadzone w warunkach zwiększonego ciśnienia atmosferycznego z użyciem prostych manekinów do nauki BLS (niezawierających komponentów elektronicznych). Po zakończeniu rozprężania ćwiczący byli proszeni o kontynuowanie czynności na zaawansowanym fantomie ALS.

Do każdego ćwiczenia przygotowano osobne karty oceny – chronologicznie ułożone czynności, które w opinii organizatorów ćwiczący powinni wykonać w odpowiedniej kolejności. Każdy scenariusz zawiera „krytyczne czynności”, które ćwiczący muszą wykonać, zachowując odpowiednią chronologię działań.

Niektóre scenariusze mogą mieć nawet kilka możliwych schematów postępowania które prowadzą do tego samego pozytywnego rozwiązania danej sytuacji klinicznej. Warto na ten fakt zwrócić uwagę w trakcie planowania ćwiczeń.

Inne możliwe do przećwiczenia scenariusze to na przykład zdarzenie masowe z dużą liczbą poszkodowanych zatrutych tlenkiem węgla, z koniecznością wyznaczenia priorytetów terapeutycznych za pomocą co-oksymetrii i/lub analizatora parametrów krytycznych czy wystąpienie choroby dekompresyjnej u członka personelu medycznego.

Informacje dla instruktora – scenariusz „Drgawki tlenowe”

Początek scenariusza: pacjent w trakcie rutynowego sprężenia, wszystkie parametry życiowe w zakresie referencyjnym; w komorze inni pacjenci i pielęgniarka/pielęgniarz

Zdarzenie: pozorant przestaje reagować -> drgawki (nieustępujące pomimo zdjęcia maski tlenowej/kaptura)

Odprawa przed scenariuszem

Personel zaangażowany w ćwiczenia: pielęgniarka/pielęgniarz (w komorze), technik, lekarz

Zwróć uwagę, że:

- **personel ma realnie działać** (na przykład: kontrola drgawek - założenie wkłucia dożylnego pozorantowi, podanie soli fizjologicznej, która ma pozorować lek) **a nie opisywać słownie co zamierza zrobić**
- instruktor jest tylko i wyłącznie obserwatorem, nie uczestniczy w realnych działaniach
- scenariusz będzie nagrywany i omówiony po zakończeniu ćwiczeń

Po zakończeniu scenariusza ćwiczący powinni rozumieć potrzebę:

- wczesnego rozpoznania zagrożenia zdrowia i życia pacjenta
- właściwej komunikacji z personelem z innymi pacjentami, którzy obserwują zdarzenie (warunki zamkniętej przestrzeni, aktywne przeciwdziałanie panice)
- utrzymywania stałego ciśnienia w komorze w trakcie incydentu który może powodować niedrożność dróg oddechowych (aż do udrożnienia dróg oddechowych)
- konieczności utrzymywania drożności dróg oddechowych pacjenta w trakcie rozprężania (barotrauma)
- właściwej komunikacji wewnątrz zespołu medycznego

Karta Oceny: Pielęgniarka/pielęgniarz (w komorze)

Oceniana czynność	Czy wykonano? Uwagi
Natychmiastowe rozpoznanie drgawek	
Założenie rękawiczek	
Zdjęcie pacjentowi maski tlenowej/kaptura	
Zapewnienie bezpiecznej przestrzeni do działania (odsunięcie innych pacjentów i przedmiotów, poinformowanie pacjentów co się dzieje)	
Udrożnienie dróg oddechowych	
Poinformowanie technika	
Utrzymywanie drożności dróg oddechowych aż do przybycia (prześluzowania się) lekarza	
Ciągła ocena parametrów życiowych	

Alternatywny przebieg scenariusza

Pielęgniarka prosi jednego z pacjentów o utrzymanie drożności dróg oddechowych, instruuje go i nadzoruje wykonanie czynności, następnie przygotowuje niezbędny sprzęt, zakłada dostęp dożylny

Karta Oceny: Technik

Oceniana czynność	Czy wykonano? Uwagi
Poinformowanie lekarza ośrodka o zdarzeniu	
Utrzymywanie stałego ciśnienia w komorze aż do decyzji lekarza o rozprężaniu	
Powiadomienie szpitalnego zespołu resuscytacyjnego	

Karta Oceny: Lekarz

Oceniana czynność	Czy wykonano? Uwagi
Prześluzowanie się	
Założenie rękawiczek	
Kontrola prawidłowości utrzymywania drożności dróg oddechowych	
Przygotowanie sprzętu, leków, założenie dojścia dożylnego (w przypadku jego braku); podanie leku z grupy benzodiazepin	
Decyzja o rozprężeniu	
Kontrola drożności dróg oddechowych i czynności życiowych pacjenta w trakcie rozprężania	

OMÓWIENIE ĆWICZEŃ

Po zakończeniu ćwiczeń prowadzący przeprowadzali omówienie konkretnych scenariuszy klinicznych. Do tego celu użyto zarówno wspomniane wcześniej karty oceny oraz zdjęcia i filmy nagrane w trakcie ćwiczeń.

Należy dołożyć starań, aby omówienie scenariuszy nie miało charakteru wyłącznie wyszukiwania błędów i krytyki. Należy wyraźnie podkreślić pozytywne aspekty konkretnych działań zespołu w danej sytuacji klinicznej wraz z ważoną i konstruktywną krytyką jego słabych stron.

Przygotowane wcześniej karty oceny mogą pozwolić na wystandaryzowaną, obiektywną i niezależną od przeprowadzającego ćwiczenia ewaluację scenariusza. Jasno określone kryteria oceny pozwalają zwrócić uwagę na mocne i słabe strony zespołu i wyznaczyć obszary wymagające przedyskutowania i dalszych ćwiczeń.

Niezmiernie ważne jest zwrócenie uwagi na konieczność przejrzystej i precyzyjnej komunikacji pomiędzy personelem medycznym w trakcie działań.

UWAGI KOŃCOWE

Oczywistym jest, iż ćwiczenia nie mogą upośledzać gotowości placówki do przyjęcia pacjenta w stanie nagłym (na przykład zatrutego tlenkiem węgla). Pewną trudnością może być zorganizowanie ćwiczeń pomiędzy planowymi sesjami HBOT, a także rozciągnięcie szkolenia na kilka dni ze względu na fakt, iż nie wszyscy pracownicy mogą być dostępni w określonym terminie.

Regularne ćwiczenia przeprowadzone z użyciem wystandaryzowanych kart oceny mogą posłużyć jako punkt wyjścia do wypracowania standardów postępowania w określonych sytuacjach klinicznych. Niemożliwe jest przewidzenie i przećwiczenie wszystkich sytuacji, które mogą zaistnieć w warunkach komory hiperbarycznej. Uważamy jednak, iż warto tego typu standardy postępowania stworzyć i przećwiczyć dla znanych, zarówno z praktyki własnej, personelu innych ośrodków czy dostępnego piśmiennictwa, przypadków.

Dobrym rozwiązaniem wydaje się być (biorąc pod uwagę liczebność personelu w danym ośrodku na dyżurze) przydzielenie konkretnych ról każdemu z członków zespołu, aby w przypadku określonych sytuacji klinicznych uniknąć chaosu przy podziale obowiązków – zespół powinien

funkcjonować jako całość, a poszczególni jego członkowie powinni mieć świadomość swoich jasno wydzielonych, wzajemnie uzupełniających się kompetencji.

Procedury postępowania powinny obejmować każdy aspekt działania, aby uniknąć sytuacji braku możliwości wdrożenia danej procedury w realnych działaniach ze względu na pominięcie z pozoru prozaicznego aspektu.

PODSUMOWANIE

Opisywanym szkoleniem został objęty głównie personel pielęgniarski i techniczny MCTH, jednakże warto, aby cały personel zatrudniony w danej jednostce, zarówno lekarski, jak i pielęgniarski oraz techniczny, brał udział w tego typu szkoleniach.

Uważamy, iż warto zadbać, aby personel medyczny, który zostanie objęty szkoleniem, nie podchodził do niego jak do pewnego rodzaju sprawdzianu, który (w ich opinii) może rzutować np. na dalsze warunki zatrudnienia.

W idealnej sytuacji ćwiczenia należy przeprowadzić przed otwarciem danego ośrodka. W przypadku działających już komór hiperbarycznych ćwiczenia warto przeprowadzać regularnie, ze względu na fakt, iż nie trenowane umiejętności szybko zanikają.

Należy podkreślić, iż ćwiczenia zorganizowane po krytycznym incydencie lub ćwiczenia przeprowadzane relatywnie rzadko są lepsze niż brak treningu w ogóle [17]. Zdajemy sobie sprawę, iż nasze postulaty dotyczące regularnych szkoleń czy wprowadzenia określonych procedur działania mogą być z różnych powodów trudne do wprowadzenia i są pewnym ideałem. Niemniej jednak uważamy, iż warto do tego ideału dążyć.

Wykaz skrótów:

- HBOT – tlenoterapia hiperbaryczna (ang. hyperbaric oxygen therapy)
- DCS – choroba dekompresyjna (ang. decompression sickness)
- ATA – atmosfera absolutna
- p – ciśnienie
- V – objętość

PIŚMIENNICTWO str. 347

Adres do korespondencji

Tomasz Janus
Aleja Rzeczypospolitej 27a m. 76, 02-972 Warszawa
tel. 600 082 561
e-mail: tomasz.janus.ratmed@gmail.com

Nadesłano: 03.11.2015
Zaakceptowano: 18.12.2015

MEDICAL SERVICE OF THE HEADQUARTERS OF NATIONAL RESISTANCE AS AN EXAMPLE OF SELF-ORGANIZATION OF MEDICAL COMMUNITY IN UKRAINE

Natalia Izhytska

National Medical University of Danylo Galytskyj, Lviv, Ukraine

Keywords:

- volunteers,
- first-aid stations,
- mobile brigades,
- wounded persons,
- evacuation,
- Maidan Medical Service,
- comminuting/shrapnel wounds.

ABSTRACT

In this article we present the activities of Maidan Medical Service, organization of medical care for the protesting people (activists) during Ukrainian Revolution of Dignity, character of the inflicted traumas, analyse depending on the phase of protest, mechanisms of evacuation of victims, show how medical community of Ukraine in the extreme terms of hard battle of opposition has been self-organized, and in three months it created the ideal system of health protection.

INTRODUCTION

The dispersal of peaceful protesters at Maidan Nezalezhnosti (*Square of Independence, Ua*) in Kyiv – an illegal action of law enforcement bodies of Ukraine carried out with the purpose of cleaning out the square from participants of the protest known as Euromaidan – gained notoriety and was condemned by the significant part of society. Those events became a turning point which shifted the focus of Ukrainian protests of late 2013 from pro-European into anti-government as well as making them massive [1]. While dispersing the protesters Berkut forces used smoke-puff charge and stun grenades and hit people with batons. Protesters and simple passers-by were beaten hundred meters away from the Maidan. More than 79 persons were injured as a result of Berkut actions (according to the official data of General Prosecutor's Office) [2].

The same day, November 30th, the forces of opposition created the Headquarters of National Resistance – coordination centre of Euromaidan located in the House of Trade Unions. Following the decision of the Headquarters dated December 01, 2013 Medical Service was organized. The Service was situated on the 3rd floor of the House of Trade Unions where the attending nurse of the first-aid station provided medical services to the protesters. Medical care organization during Ukrainian Revolution of Dignity is a unique phenomenon of community voluntary participation in health care (Fig. 1 – pp. 359).

More than 300 volunteers with medical degrees stepped forward to help people who took to the streets to protect their civil rights and freedoms. Among the participants

of Euromaidan Medical Service were qualified doctors of various specialties as well as medical students, interns, nurses, paramedics and volunteers without prior medical training (Fig. 2 – pp. 359). During the first ten days of December 2013 8 first-aid stations and 11 mobile brigades (two-three volunteers lead by a paramedic or a nurse) were organized (Fig. 3, 4 – pp. 359).

GOALS OF THE RESEARCH

To analyze the nature of injuries, activities of Maidan Medical Service, organizing of assistance, evacuation to Lviv city hospitals and foreign clinics.

RESULTS OF THE RESEARCH

The main activities of the Medical Service are as follows:

- provision of human and medical resources for first-aid stations and mobile groups (brigades), coordination of their activities;
- information and educational work as to preventive care and early detection of respiratory, gastric and other disorders;
- monitoring of sanitation norms compliance at kitchen units as well as at places for temporary stay and rest of protesters;
- provision of round-the-clock work of hotline;
- collection and sorting of medications and medical products, daily arrangement of medical kits upon requests of first-aid stations;
- keeping record of medical workers-volunteers;
- provision of psychiatric and psychological assistance.

In its early days Medical Service of the Headquarters of National Resistance together with Sanitary Epidemiological Service of the city of Kyiv assured sanitary epidemiological welfare of Maidan and the buildings which hosted the participants of national protest as well as assured preventive measures for infectious respiratory and gastric diseases and hypothermia. Activist volunteers were also involved and together with officers of sanitary epidemiological stations they regularly (every 4 hours) inspected kitchen units, sanitary rooms, assured supply of masks, disposable gloves, disinfectants and preventive means for respiratory diseases. All cooking surfaces were treated with disinfectants on a regular basis; food was sorted and properly stored. Twice a week disinfection measures were conducted in the buildings which hosted the protesters and photofluorography was done for the activists in mobile photofluorography laboratories.

Apart from this, volunteers from the Red Cross, Malta Service and Ukrainian Rescue Service conducted regular trainings on basics of first-aid for volunteers of mobile medical groups and members of Maidan self-defense groups. In the course of trainings self-defense activists were given detailed instructions and received practical skills on transportation of unconscious people and resuscitation. They were also provided with first-aid boxes, which contained bandages and medications.

As based on guidelines of Maidan Medical Service, personal experience, all-Ukrainian database of those injured at Maidan (provided by Initiative E+, NGO) and medical records, it was established that during the peaceful protest stage of Euromaidan people sought help at first-aid stations with regard to acute viral respiratory infections (51%), pneumonia (5%), laryngitis (5%), hypothermia (5%), domestic accidents (cuts, burns etc) (5%), toothache (5%), headache (2%), chronic disease aggravation, most frequently gastric diseases (12%), epileptic attacks (2%), angina (5%) and hypertensive crisis (8%). During the confrontation and hostilities at Euromaidan among the most frequent injuries found in activists were: shrapnel wounds (caused by grenades) of lower limbs (75%), penetrating and non-penetrating gunshot head wounds (12%), chest wounds (5%), neck wounds (3%), stomach wounds (4%); eye injuries (65%), gassing of upper airways (85%), finger and hand amputation (3%), closed head injuries (3%), various bone fractures (65%) etc (Fig. 5, 6, 7 – pp. 360). Most patients had combined injuries (Fig. 8, 9 – pp. 360, 10 – pp. 361).

Eleven mobile medical groups operated on a regular basis (Fig. 5, 6, 7). Continuous work of at least three doctors at each first-aid station was assured. They conducted early detection of diseases, provided first-aid and referred to first-aid stations for consultations; whenever it was necessary, they also explained the importance of preventive care. A shift lasted 12 hours but the doctors often worked much longer. Moreover, eight first-aid stations with round-the-clock shifts not only provided specialized medical assistance, the staff also sorted our medications and made kits for first-aid stations and mobile units. Information materials as to preventive measures for acute respiratory diseases and gastric diseases were prepared for distribution. During

the four days in December 1,136 persons approached the medical units at Maidan. Most of medics came from Kyiv and Lviv – around 80%, the rest came from other regions of Ukraine and abroad, namely Poland, Lithuania, Estonia, Slovakia, the USA, Canada and others.

After the first deaths of protesters at Maidan and withholding of the actual diagnoses and reasons for hospitalization by the official health care institutions as well as forging of forensic medical reports, the Medical Service got ready for work under extreme conditions of severe confrontation between the peaceful protesters and law enforcement bodies. Starting from January 20th the number of first-aid units increased to 12 which was caused by increased number of injuries among protesters, most of whom got injured during scuffles with law enforcement officers on January 19, 2014. Stun grenades, rubber bullets, batons, water jets, gasoline bombs, stones and slings were used against the protesters who themselves used crackers, gasoline bombs and slings. The protesters burnt down 5 custom vehicles and then used the scraps as foundation for the barricades. Pro-government forces, “unidentified persons” and special task forces used violent methods including kidnapping, torturing and murder of activists, tortures with undressing and taking pictures in the cold. [3].

Since the government used firearms against peaceful citizens, there was a need to create surgical brigades and set up operating rooms inside the buildings where the protesters stayed. At that time many undercover mini-hospitals were located in apartments of Kyivites, where professional surgeons and anesthesiologists operated those wounded at Maidan. Due to the help of volunteers and those concerned the spontaneous stations providing medical help received necessary instruments, medications and equipment.

When special task forces retreated from Hrushevskoho Street journalists discovered hundreds of shells from 12 mm shotguns, some of which had pellets – 12 lead balls 6.8 mm in diameter. The Medical Service took all of that into account for further strengthening of on-site first-aid stations in direct proximity to the barricades and the use of clear algorithms of medical volunteer help for eye burns and tear-gas injuries, traumatic head injuries, upper body and upper and lower limbs soft tissue injuries etc. On the eve of January 21st special task forces attacked the barricades while simultaneously public disturbance was caused by “unidentified persons”. During these days more than 2,000 persons sought medical help. In order to resist a possible assault the protesters set tyres on fire in the eve of January 23rd instead of building barricades and the fire soon turned into a sheer wall of flames and smoke. The number of people in need of medical help increased again and made up approximately 2,500 people per day, numerous complaints were recorded in connection with poisoning by combustion gases from the burning tyres. The number of detained, missing or dead protesters went over fifty, the number of injured was around one thousand five hundred. The work of volunteer medics was particularly dangerous at Maidan since the red cross on their clothes did not protect

but was rather a target for the snipers. Before January 20th 7 cases of injuries inflicted to doctors were recorded at Hrushevskoho – this refers to injuries inflicted by fragments of stun grenades as well as being stricken by rubber bullets in the face. Apart from that several medics were arrested for their support of the protesters and giving medical care to them. The demonstration of volunteer medics, activists of professional organizations, students and professors of medical schools took place on January 30th. They marched from Independence Square to the building of the Ministry of Internal Affairs to protest against violence targeted at medics. Several hundred people from Maidan and self-defense activists joined the march.

A separate Lviv branch of Medical Service was created on February 14th after Lviv medics put forward an initiative to admit all those injured at Maidan to hospitals of the city of Lviv and Lviv Region, despite their place of registration. Conditions for receiving those injured in Kyiv were created at 8th Clinical Hospital of the city of Lviv and Lviv Emergency Aid Hospital. The necessity of creating undercover hospitals and evacuating the victims to other cities of Ukraine (namely Lviv) was stipulated by the danger of staying at Kyiv hospitals for the participants of mass protests. The police, Berkut and “unidentified persons” kidnapped the injured from their hospital beds and brought to detention cells where people were tortured. Automaidan and Maidan self-defense organized round-the-clock shifts at medical institutions of the city of Kyiv to protect the hospitalized victims. Oftentimes, when it was not safe to stay at the hospital the injured were taken by individual transport or numerous ambulance cars coming from Lviv and Poland (Krakow, Katowice, Rzeszow, Przemyśl) to Lviv or to Poland for further treatment, depending on the

severity of injury. Around 300 people were evacuated from Kyiv to Poland, Lithuania, Estonia, Latvia, Germany, and Israel. It was the help offered by compassionate people as well as assistance of the governments of countries which supported the free choice of Ukrainians in protection of their rights. The patients were evacuated from Kyiv by planes, including specialized charter flights. Once in Lviv, those who were referred to Lviv hospitals from Maidan hospital, Maidan first-aid stations and Kyiv healthcare institutions were grouped according to their pathology and then hospitalized to specialized hospitals. Continuous contact was established with leading hospitals of Krakow, Wroclaw, Warsaw, Poznan, and Lublin with the help of television medicine. The patients underwent additional examinations within the scope of facilities of Lviv hospitals and those who required complicated operative treatment with further prosthetic care were chosen a respective hospital and transferred there in ambulance cars – both Lviv and Polish. 200 patients underwent treatment at Lviv hospitals between late January 2014 and March 2014. The most frequent injuries were traumatic head injuries, eye injuries with traumatic enucleation, jaw injuries, chemical burns of upper and lower airways, concussion, fractures of upper and lower limbs, hand injuries with avulsion, burns. The most frequently encountered injuries were caused by grenade explosions, use of firearms and beating. The total number of those injured at Maidan according to all-Ukrainian database makes up 740 persons (Fig. 11, 12, 13, 14, 15 – pp. 361).

Types of injuries sustained during the Revolution of Dignity by the protesters who were treated at Lviv and Kyiv hospitals. (According to all-Ukrainian database of those injured at Maidan compiled by Initiative E+, NGO).

Table. 1

Pathology	Kyiv	Lviv
Injury of neck, face, jaws	85	5
Poisoning by gases from unknown cause with chemical burns of upper and lower respiratory tract	150	21
Gunshot wounds lungs	25	5
Traumatic amputations	9	3
Fractures of upper and lower limbs of different origin	375	67
Eye Injuries with traumatic enucleation	60	13
Traumatic brain injury, concussion	270	38
Burns	65	5
Spinal injuries	65	7
Gunshot and comminuting\shrapnel injuries of internal organs	20	6

Geographical reach of the patients treated at Lviv hospitals was rather significant. Obviously, most of the patients were Lvivites and people residing in Lviv region, yet there were people coming not only from the Western region but from all over Ukraine. Out of all the patients transferred to Lviv 55 were treated in Poland, 1 in the USA, 1 in Germany. All patients who were referred for treatment abroad received costly operative treatment in Slovakia and Poland with rehabilitation conducted by a Ukrainian-speaking psychologist. The financial matters in this case were settled by various charity foundations. All the activities and incentives of Lviv branch of Medial Service were also supported and understood by the government of the city. Continuous exchange of current information with Lviv City Council was established, which allowed coordinating the actions jointly and being rather quick, objective and balanced while solving problems.

The next stage of the confrontation started on February 18th, on the day Verkhovna Rada was supposed to consider possible amendments to the Constitution. The protesters came to the building of Verkhovna Rada, most of them weren't carrying traditional weapons such as batons, stones and gasoline bombs owing to the peaceful character of march. Special task forces greeted the protestors with water jets and gas. The fighting went on with the use of fire guns, among others. Several people died on both sides. Protesters with gunshot and comminuted (from grenades) wounds, concussion, numerous soft tissue bruises, upper and lower limb bruises sought medical help; the number of people with brain injuries increased significantly. On the eve of February 19th the House of the Trade Unions burnt down to the ground after being set on fire by law enforcement officers. Three first-aid stations with two operating rooms were set up to provide emergency care to injured activists. Once the fire had been extinguished, one body was found. All the protesters and bodies of the deceased were evacuated to Mykhailivskyi Cathedral, where two medical stations and the headquarters of medical service were immediately set up. According to the Chief Department of State Emergency Service of Ukraine in the city of Kyiv, during the fire in the House of the Trade Unions 41 person was saved. Upon continuous assault lasting for 17 hours, the number of victims rose to 25 as of the morning of February 19th, which included 9 law enforcement officers and 16 civilians and Maidan self-defense forces activists.

The confrontation became particularly severe and became deadly since the same day the President and law enforcement bodies managed to discover 'a legally valid' possibility for the special task forces to use firearms, despite no support on the part of Verkhovna Rada as to the imposition of martial law: the Security Service of Ukraine embarked upon 'antiterror operation' which allowed the law enforcement to use firearms and to enter any buildings etc. At the same time the area for conducting the operation remained undetermined meaning that the operation was conducted throughout the whole country. On February 20th ('Bloody Thursday') Maidan embarked on assault with the most violent and bloody confrontation taking place at Instytutska Street where more than fifty protesters died, mostly killed by a sniper bullet. The same day the Ministry

of Internal Affairs officially acknowledged that firearms had been used [4].

In this connection there was a need for additional first-aid stations with their general number during Euromaidan being over 20. At each station doctors, nurses and volunteers without medical degrees stayed around the clock. More than 500 people worked in the medical service as volunteers.

Starting from January Ukrainian volunteer medics were periodically joined by the teams of Czech, Polish and Lithuanian medics and paramedics who offered consultations on conduct in extreme situations. The medical service had a fruitful cooperation with Euromaidan SOS, volunteer initiatives such as Night Watch in the Hospital, People's Hospital, Safe Transportation, Automaidan, Medautomaidan United (MAMO), Initiative E+ and others. A cooperation was established with Doctors Without Borders international organization.

Psychological service of Euromaidan existed from the early days providing assistance to protesters who were traumatized during the confrontation as well family members of those who experienced violence. Psychologists were concerned about general sentiment in the society after mass murders and tortures of activists and everything that happened during fights in Kyiv and other cities of Ukraine. In fact every citizen of the country experienced military stress: self-defense forces, fighters on the barricades, their relatives and friends – everyone who followed the events on the TV screen or received information from newspapers. Emotional stress caused by violence resulted in fits of annoyance and aggression. The task of the community of psychologists was to ensure psychological adaptation of the injured. The psychological service of Maidan, consisting of approximately 120 people, survived all stages of fight together with the activists. During this time psychologists from all over Ukraine and Kyiv kept their watch at Maidan, the buildings where the protesters stayed, worked in hospitals, morgues, Mykhailivskyi Cathedral, kept telephone duty [5,6]. The psychological service of Maidan was created upon the initiative of psychologists, psychotherapists and psychiatrists who worked on voluntary basis and provided professional quality social and psychological assistance for free, helping those in need within the scope of their expertise and ethical code.

In March 2014 all first-aid stations opened at Independence Square by the Medical Service as well as the medical service and the provision of medical and social assistance to protesters came under control of the Department of Healthcare of Kyiv City State Administration.

CONCLUSIONS:

Euromaidan Medical Service operated up till early April 2014, offering help to more than 10,000 protesters.

According to official reports 103 protesters and 19 law enforcement officers died during confrontations at Maidan, over 740 people received various injuries.

Organization of medical assistance during the Revolution of Dignity is a unique phenomenon of community volunteer participation in health care and an example of the nation's self-salvation.

REFERENCES

1. U Ljvovi kiljka tysjach studentiv vyjshly na vulycju // Ukrainsjka pravda. - 22.11.2013.
2. Available at: <http://www.pravda.com.ua/news/2013/11/22/7002737/?attempt=1>
3. „Nachalnyk stolychnoji miliciji vzjav na sebe vidpovidalnistj za rozghin Jevromajdana”.
4. Dzerkalo tyzhnja. – 30.11.2013. Available at: http://zn.ua/POLITICS/nachalnik-stolichnoy-milicii-vzjav-na-sebya-otvetstvennost-za-razgon-evromaydana-133994_.html
5. Schuller K. Ukraine: Chronik einer Revolution - Berlin: Edition. foto TAPETA- in Germany, 2014
6. Streljnykov O. Dnevnyk Evromajdana. Revoljucyja ghlazamy zhurnalystov “Reportera”. Knygha 1. Nojabrj-dekabrj 2013 ghoda (2014). - Kyjiv: Sammit-knygha. - in Ukrainian, 2014
7. Tysa R. Ukrainsjka ideologija. Chastyna 1. Evroentuzijazm (2014). — Kyjiv: «Vpered». — in Ukrainian, 2014
8. Filipovych LO (ed.). Ghorkushi OV (ed.). Majdan i Cerkva. Khronika podij ta ekspertna ocinka - Ukrainsjka asociacija relighijeznaciv. — Kyjiv: Sammit-Knygha— in Ukrainian, 2014

Correspondence:

Natalia Izhytska
pr. Chervonoji Kalyny 42/62
Lviv, 79070 Ukraina
e-mail: nataizhytska@gmail.com

Received: 12.11.2015

Accepted: 20.12.2015



Fig. 1. Work of a first-aid station inside the House of Trade Unions



Fig. 3. Morning after night shift at first-aid station in Zhovtnevyi Palace. Visit of Medical Service Coordinator, future Minister of Health Care, Oleh Musii.



Fig. 2. Improvised pharmacy depot inside the House of Trade Unions. Volunteers are sorting medications brought by benefactors.



Fig. 4. Providing medical assistance to a person injured during protest using expedient materials at improvised first-aid station at Maidan.

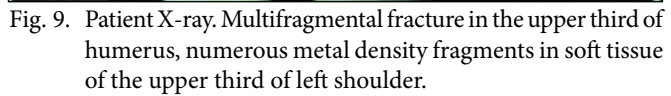
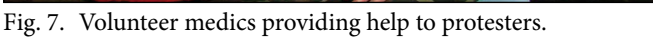
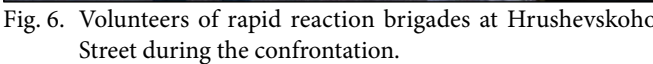
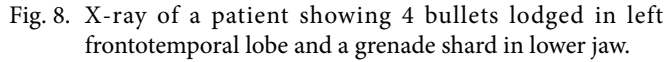
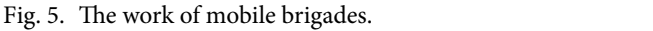




Fig. 10. Patient X-ray. Intra-articular fracture of left olecranon with complete destruction of the joint. Grenade shard and numerous metal density fragments in the area of left elbow joint.

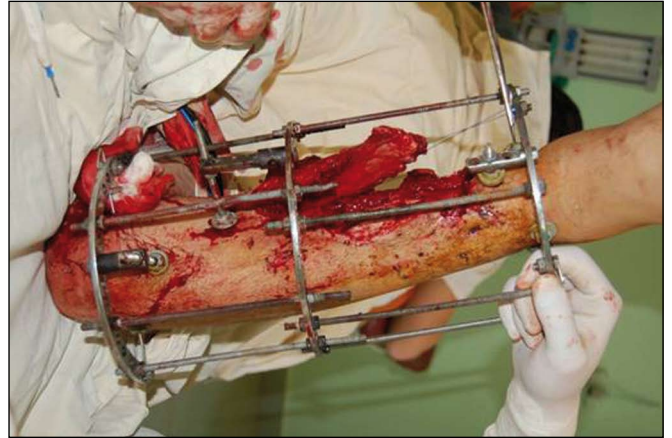


Fig. 13, 14. External fixation device applied to gunshot wound of upper limb with open fracture of the ulna and radial bone.



Fig. 11. Avulsion of the 1st, 2nd and partly 3rd finger of the left hand.



Fig. 12. Condition on hand amputation.



Fig. 15. Patient X-ray. Left ulna and radial bone fracture.

ОРГАНІЗАЦІЯ ВОЛОНТЕРСЬКОЇ МЕДИЧНОЇ СЛУЖБИ НА МАЙДАНІ ПІД ЧАС РЕВОЛЮЦІЇ ГІДНОСТІ

Наталя В. Іжицька

Доцент кафедри сімейної медицини Львівського національного медичного університету ім. Данила Галицького, Україна.

Ключові слова:

- Медична служба,
- волонтери,
- медичні пункти,
- мобільні бригади,
- поранені,
- евакуація,
- травматична ампутація кінцівки,
- контузія,
- травма від вибуху гранати,
- осколкові поранення

РЕЗЮМЕ

У даній роботі висвітлено роботу медичної служби на Майдані Незалежності, організація медичної допомоги протестуючим (активістам) під час Революції Гідності. Представлено характер нанесення травм та аналіз в залежності від фази протесту, механізм евакуації постраждалих, описано як сомоорганізувалося медичне співтовариство України в екстремальних умовах напруженої битви опозиції.

ВСТУП

Силовий розгін мирного протесту на Майдані Незалежності у Києві — незаконна акція силових відомств України, проведена з метою очищення площі від учасників протесту, відомого як Євромайдан, набула широкого розголосу й осуду з боку значної частини суспільства. Ці події стали переломним моментом, змістивши акцент українських протестів кінця 2013 року з проєвропейського на антиурядовий, а також додавши їм масовості [1]. Під час розгону мітингувальників бійці «Беркуту» застосовували вибухові пакети, світло-шумові гранати, били людей кийками, при цьому мітингувальників та звичайних перехожих били навіть за кілька сотень метрів від Майдану. Внаслідок дій «Беркуту» постраждали щонайменше 79 осіб (за офіційними даними Генеральної прокуратури) [2].

Втойжедень, 30.11.2013 року опозиційні сили створили Штаб національного спротиву — координаційний центр Євромайдану, що був розташований у Будинку профспілок. Після відповідного рішення Штабу 1 грудня 2013 року було створено Медичну службу. Розташувалася Медична Служба на 3-му поверсі будинку профспілок, де з першого дня штатною медсестрою медпункту надавалась медична допомога учасникам акцій протесту. Організація медичної допомоги під час української Революції Гідності є унікальним феноменом волонтерської громадської участі в охороні здоров'я (рис. 1 – стр. 359).

Понад 300 волонтерів з вищою та середньою медичною освітою виявили бажання допомогти людям,

які вийшли на захист громадянських прав і свобод. Серед учасників медичної служби Євромайдану були як кваліфіковані лікарі різних спеціальностей, так і студенти медичних вузів, лікарі – інтерни, медичні сестри, фельдшери, санітари, а також волонтери без медичної освіти (рис. 2 – стр. 359). Протягом перших десяти днів грудня 2013 року було організовано роботу 8 медичних пунктів та 11 мобільних бригад (два-три волонтера, очолює фельдшер або медсестра) (рис. 3, 4 – стр. 359).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основними напрямками діяльності МС були визначені наступні:

- кадрове і медикаментозне забезпечення роботи медичних пунктів та мобільних груп (бригад), координація їх діяльності;
- інформаційно-просвітницька робота щодо профілактики і раннього виявлення респіраторних, шлунково-кишкових та інших захворювань;
- контроль за дотриманням санітарних норм у пунктах приготування та видачі їжі, а також місцях перебування і відпочинку учасників протесту;
- цілодобове забезпечення роботи «гарячої лінії»;
- прийом, сортування ліків і засобів медичного призначення, щоденне комплектування наборів за заявками медичних пунктів;
- ведення реєстру медичних працівників-волонтерів,
- надання психіатричної та психологічної допомоги.

В перші дні заснування Медичної служби ШНС разом з санітарно-епідеміологічною службою м. Києва було

забезпечено санітарно-епідеміологічне благополуччя майдану та будівель, де перебували учасники національного спротиву, а також профілактику інфекційних респіраторних, кишково-шлункових захворювань та переохолодження. Було залучено активістів волонтерів, які разом з представниками санітарної епідеміологічної станції регулярно, кожні 4 години інспектували пункти видачі їжі, санітарні кімнати, забезпечували постачання масок, одноразових рукавичок, дезінфікуючих засобів та засобів профілактики респіраторних захворювань. Всі робочі поверхні регулярно оброблялися дезінфікуючими розчинами, продукти харчування сортувалися та зберігалися належним чином. Раз на два тижні у будівлях, де перебували протестувальники було проведено заходи з дезінфекції та проводилося флюорографічне обстеження протестувальників в мобільних флюорографічних лабораторіях.

Окрім того волонтерами Червоного Хреста, Мальтійської служби та Української служби порятунку регулярно проводилися навчання для волонтерів мобільних медичних груп та членів самооборони Євромайдану з основ надання першої медичної допомоги. Під час навчання самооборонівці отримували детальний інструктаж та практичні навички щодо транспортування людей без свідомості та проведення заходів реанімації. Їм також було надано укладки першої медичної допомоги, які містять перев'язувальний матеріал та ліки.

Під час фази мирного протесту на Євромайдані люди звертались до медичних пунктів найчастіше з приводу гострих респіраторних вірусних інфекцій, пневмоній, фарингітів, ларингітів, обмороження, побутових травм (типу порізів, опіків тощо), зубного болю, радикулітів, головного болю, закрепів, загострення хронічних захворювань (найчастіше шлунково-кишкового тракту), епілептичних нападів, стенокардії та гіпертонічних кризів. Протягом протистояння та бойових дій на Євромайдані активістів доставляли з наступними найбільш поширеними пошкодженнями: осколкові поранення (від гранат) нижніх кінцівок, кульові (проникаючі та непроникаючі) поранення голови, грудної клітки, шиї, живота; ураження очей, ураження верхніх дихальних шляхів газами різного походження, ампутації кистей та її пальців, закриті черепно-мозкові травми, переломи кісток різних локалізацій тощо (рис. 8, 9– стр. 359, 10– стр. 361).

Одинадцять мобільних медичних груп функціонувало постійно (рис. 5, 6, 7– стр. 360). Забезпечувалась безперервна робота не менше, ніж трьох лікарів у кожному медичному пункті. Вони здійснювали раннє виявлення захворювань, надавали першу медичну допомогу, в разі потреби перенаправляли у медпункти для консультації лікаря, також проводили роз'яснювальну роботу щодо необхідності профілактики. Зміна тривала 12 годин, але лікарі часто працювали і значно довше. Окрім того, у восьми медпунктах з цілодобовим чергуванням лікарів, окрім надання спеціалізованої медичної допомоги

працівники медичної служби групували лікарські засоби та комплектували набори для медпунктів та мобільних груп. Готувалися до розповсюдження інформаційні матеріали щодо профілактики ГРВІ і кишково-шлункових захворювань. Протягом чотирьох днів грудня у медичні пункти Майдану звернулося 1136 осіб. Найбільше медиків було з Києва та Львова – близько 80%, решта – з інших регіонів України та з-за кордону, зокрема з Польщі, Литви, Естонії, Словаччини, США, Канади та інших країн.

Після перших смертей протестувальників на Майдані та замовчування офіційними закладами охорони здоров'я справжніх причин госпіталізації та діагнозів, а також фальсифікації висновків судово-медичної експертизи, медична служба стала готуватися до роботи в екстремальних умовах жорсткого протистояння мирних мітингувальників із силовими структурами. Починаючи з 20 січня, кількість медичних пунктів збільшилася до 12, що було пов'язано із збільшенням звернень за медичної допомогою протестувальників, переважна більшість яких отримали травми внаслідок сутичок з правоохоронцями 19 січня 2014 року. Проти протестувальників були застосовані світлошумові гранати, гумові кулі, кийки, водомети, коктейлі Молотова, каміння; протестувальники застосовували петарди, коктейлі Молотова, каміння, рогатки, ними було спалено 5 одиниць спецтехніки, залишки якої використовувались як основа барикади. Прибічники влади, «невстановлені особи» та бійці спецпідрозділів, застосовували жорстокі методи, включаючи викрадення, катування та вбивство активістів, тортури з роздяганням та фотосесіями на морозі [3].

У зв'язку із застосуванням вогнепальної зброї до мирного населення з боку влади була необхідність у формуванні хірургічних бригад та розгортання операційних залів в будівлях, де перебували протестувальники. Було в той час сформовано багато підпільних міні-госпіталів в квартирах киян, де професійні бригади хірургів та анестезіологів оперували поранених на Майдані. Завдяки небайдужим людям, волонтерам було повністю укомплектовано необхідним інструментарієм, медикаментами та апаратурою такі стихійні пункти надання допомоги.

Після відходу спецпідрозділів зі своїх позицій на вул. Грушевського журналісти виявили сотні гільз до рушниць 12 калібру, деякі з них були споряджені картечкою — 12-ма свинцевими кульками діаметром 6,8 мм. Все це було враховано медичною службою при подальшому посиленні розгорнутих медичних пунктів у безпосередній близькості до барикад, застосуванні чітких алгоритмів дій волонтерів медслужби при опіках очей і дії сльозогінного газу, травматичних ушкоджень голови, м'яких тканин тулуба, кінцівок, переохолодженні, тощо. Вночі з 20-го на 21 січня одночасно розпочалися атака спецпідрозділів на барикади протестувальників та погроми, вчинені «невстановленими особами», у ці дні протягом доби до медпунктів звертались понад 2000 осіб. В ніч

з 22 на 23 січня для протидії можливому штурму мітингувальники замість зведення барикад розпалили багаття з автопокришок, яке разом утворило суцільну стіну вогню й диму. Кількість звернень за медичною допомогою знову побільшало і становило близько 2500 на добу, масові звернення були зафіксовані у зв'язку з отруєнням продуктами горіння автопокришок. Кількість затриманих, зниклих та загиблих повстанців перевищувала п'ятдесят, число поранених — близько півтори тисячі чоловік. Надзвичайно небезпечною була робота медиків-волонтерів на Майдані, оскільки знак Червоного хреста на їх одязі не захищав, а навпаки був мішенню для снайперів. У період до 20 січня було зафіксовано сім випадків поранень лікарів на Грушевського: йдеться як про поранення уламками після вибуху світло-шумових гранат, так і про влучання гумовими кулями в обличчя. Окрім того, кілька медиків було арештовано за підтримку мітингувальників і надання їм медичної допомоги. 30 січня відбулася демонстрація медиків-волонтерів Майдану, активістів профільних організацій, студентів і викладачів медичних вишів, що пройшли маршем від майдану Незалежності до будівлі Міністерства внутрішніх справ проти насильства щодо медиків. До колони приєдналось кілька сотень людей з Майдану й учасники самооборони.

14 лютого було створено окрему, Львівську філію медичної служби після ініціативи львівських медиків приймати на лікування до лікарень м. Львова та області всіх поранених на Майдані, незалежно від місця проживання. На базі двох львівських лікарень – 8-ї клінічної лікарні м. Львова та Лікарні швидкої допомоги – створили умови для прийому постраждалих з Києва. Необхідність у створенні підпільних шпиталів та евакуації потерпілих в інші міста України (зокрема Львів) була зумовлена тим, що в медичних закладах Києва було дуже небезпечно знаходитися учасникам масових протестів. Міліція, «Беркут» та «невстановлені особи» викрадали поранених з лікарняних ліжок та забирали в камери попереднього затримання, де над людьми жорстоко знущалися. Автомайданом та Самообороною майдану було організовано цілодобові чергування в медичних закладах Києва з метою захисту госпіталізованих потерпілих. Часто, коли було небезпечно перебувати у лікарнях – потерпілих власним транспортом або численними каретами швидкої допомоги, які приїжджали зі Львова та Польщі (Кракова, Катовіц, Жешова, Перемишля) вивозили для подальшого лікування до Львова, або до Польщі, в залежності від важкості травматизації. У Києві було евакуйовано до Польщі, Литви, Естонії, Латвії, Німеччини, Ізраїлю близько 300 потерпілих. Це була допомога небайдужих людей, а також урядів країн, які підтримували вільний вибір українців у захисті своїх прав. Пацієнтів з Києва евакуйовували літаками, в тому числі і чартерними спеціалізованими медичними бортами. Потерпілі, які потрапляли з Шпиталю Майдану, медичних пунктів Майдану та медичних закладів Києва до Львова, у Львові

сортувалися згідно патології та госпіталізовувалися у профільні медичні заклади Львова. Цілодобово був налагоджений контакт з провідними клініками Кракова, Вроцлава, Варшави, Познані, Любліна за допомогою телемедицини. Пацієнти дообстежувалися на рівні можливостей лікарень м. Львова і тим, хто потребував складних оперативних втручань з подальшим протезуванням обиралося відповідну клініку, в яку переправляли таких потерпілих каретками швидкої допомоги як львівськими, так і польськими. З кінця січня 2014 року по березень 2014 року в львівських лікарнях було проліковано 200 пацієнтів. Найчастіші травми – це важкі черепно-мозкові травми, поранення очей з травматичною енуклеацією, травми щелепи, хімічні опіки верхніх та нижніх дихальних шляхів, контузії, переломи кінцівок, травма кисті з відчленуванням кінцівки, опіки. Найчастіше зустрічалися поранення спричинені вибухом гранат, застосуванням вогнепальної зброї та внаслідок побоїв. Загальна кількість потерпілих на Майдані, згідно всеукраїнської бази даних складає 740 осіб (рис. 11, 12, 13, 14, 15– стр. 360).

Різновиди травм, отриманих протестувальниками під час Революції Гідності, які лікувалися у медичних закладах Львова та Києва. (Згідно всеукраїнської бази даних потерпілих на Майдані, зібраних ГО «Ініціатива Е+»).

Географія пацієнтів, які лікувалися у львівських закладах охорони здоров'я була досить різноманітною. Звичайно, що найбільше звертались мешканці Львова та Львівської області, однак, були жителі не тільки західного регіону, а і усієї України. З доставлених до Львова потерпілих 55 проліковані в Польщі, 1 в США, 1 в Німеччині. Усім хворим, котрих скерували на лікування за кордон, забезпечили дороговартісні оперативні втручання з реабілітацією у супроводі українського психолога з Словаччини та Польщі. У випадку фінансових питань такими пацієнтами опікувалися різноманітні благодійні фонди. Всі дії і починання Львівської філії Медичної служби знайшли також підтримку і розуміння з боку влади міста. Був налагоджений оперативний обмін поточною інформацією з Львівською міською радою, що дало можливість спільно координувати дії і відповідно швидко, об'єктивно і злагоджено вирішувати проблеми.

Наступний етап протистоянь відбувся 18 лютого, в день, коли Верховна Рада мала розглянути можливі зміни до Конституції і до будівлі Верховної Ради підійшли протестанти, більшість з яких, зважаючи на мирний характер ходи, були без традиційної зброї — кийків, каміння та коктейлів Молотова. Спецпідрозділи зустріли мітингувальників водометами та газом. Бойові дії велись, в тому числі, з застосуванням вогнепальної зброї. Декілька людей з обох боків загинуло. До медпунктів почали звертатися мітингувальники з вогнепальними та осколючати (від гранат) пораненнями, контузіїми, численними забоями м'яких тканин тіла, кінцівок, суттєво збільшилась кількість постраждалих з черепно-мозковою травмою. В ніч на

Табл. 1

Патологія	Київ	Львів
Травма шиї, обличчя, щелепи	85	5
Отруєння газами невідомої етіології з хімічним опіком верхніх та нижніх дихальних шляхів	150	21
Вогнепальні поранення легень	25	5
Травматичні ампутації кінцівок	9	3
Переломи верхніх та нижніх кінцівок різного походження	375	67
Поранення очей з травматичною енуклеацією	60	13
Черепно-мозкові травми, контузії	270	38
Опіки	65	5
Травми хребта	65	7
Вогнепальні та осколкові поранення внутрішніх органів	20	6

19 лютого 2014 року будинок Профспілок після підпалу правоохоронцями повністю згорів. На час пожежі у будинку профспілок було розгорнуто 3 медпункти з двома операційними, де надавалася невідкладна допомога пораненим активістам. Після нейтралізації вогню там було знайдено тіло лише однієї людини, усі мітингувальники та тіла загиблих були евакуйовані до Михайлівського собору, де відразу було розгорнуто 2 медичні пункти і штаб медичної служби. За даними Головного управління державної служби надзвичайних ситуацій в м. Київ, під час пожежі в столичному Будинку профспілок працівникам Державної служби України з надзвичайних ситуацій вдалося врятувати 41 людину. Після безперервного штурму, який тривав 17 годин, на ранок 19 лютого число загиблих склало 25 чоловік, в тому числі: 9 співробітників силових структур; 16 мирних громадян та бійців самооборони Майдану.

Протистояння максимально загострило і було смертельно небезпечним, оскільки цього ж дня Президентом та силовими структурами була віднайдена «законно обґрунтована» можливість використання спецпідрозділами вогнепальної зброї — попри відсутність підтримки введення надзвичайного стану Верховною Радою: Служба Безпеки України розпочала підготовку до проведення «антитерористичної операції», згідно до правил якої силові структури мають право на застосування вогнепальної зброї, проникнення в будь які приміщення тощо. При цьому зона проведення операції лишалась невизначеною, тобто операція проводилась на території всієї країни. 20 лютого: («Кривавий четвер») близько 9-ї ранку Майдан перейшов в наступ і найбільш жорстоке та криваве протистояння відбулось на вулиці Інститутській, де, переважно від куль снайперів, загинуло більш ніж півсотні повстанців. Цього дня Міністерство Внутрішніх

Справ вперше офіційно визнало, що застосовувалась вогнепальна зброя [4].

В зв'язку з цим повстала необхідність у розгортанні додаткових медичних пунктів, загальна кількість яких на Євромайдані перевищила 20 одиниць, в кожному з медпунктів цілодобово знаходились лікарі, медсестри та волонтери без медичної освіти. Загалом у медичній службі на волонтерських засадах працювало близько 500 осіб.

З січня до українських волонтерів-медиків періодично приєднувалися команди чеських, польських та литовських медиків і парамедиків, які надавали консультації, як діяти у екстремальних ситуаціях. Медична служба плідно співпрацювала з «Євромайдан SOS», волонтерськими ініціативами «Варта в лікарні», «Народний госпіталь», «Безпечне транспортування», «Автомайдан», «Медавтомайдан об'єднаний (МАМО)», «Ініціатива Е+» та іншими. Також було розпочато співпрацю з міжнародною організацією «Лікарі без кордонів».

З перших днів Євромайдану була організована психологічна служба Майдану, яка надавала допомогу насамперед учасникам протестів, постраждалим внаслідок силового протистояння, а також членам сімей тих, хто пережив насильство. Психологи стурбовані станом та настроєм суспільства після масових вбивств, тортур активістів, та всього пережитого під час бойових дій у Києві та інших містах України. Фактично, кожен громадянин пережив військовий стрес: учасники самооборони, бійці на барикадах, їх рідні та близькі – кожен, хто спостерігав перебіг подій перед телевізійним екраном чи отримував інформацію зі сторінок газет. Важкі переживання, пов'язані з насильством, призвели до проявів роздратування, агресії. Завданням психологічного співтовариства стало подбати про

психологічну адаптацію постраждалих. Психологічна служба Майдану, яка складалася з близько 120 осіб, пройшла всі етапи боротьби разом з активістами. Впродовж цього часу психологи з усієї України та Києва чергували на Майдані, приміщеннях, де перебували мітингувальники, працювали в лікарнях, в моргах, Михайлівському Соборі, чергували на телефонах тощо [5,6]. Психологічна служба Майдану була створена за ініціативою психологів, психотерапевтів та психіатрів, які працювали на волонтерських засадах та надавали безкоштовну якісну професійну соціальну і психологічну допомогу тим, хто її потребує в рамках своєї компетенції та етичного кодексу.

З березня 2014 року усі медпункти, які були відкриті на Майдані Незалежності Медслужбою, а також вся медична служба і надання медичної та соціальної допомоги всім мітингуючим перейшли під контроль Департаменту охорони здоров'я Київської міської державної адміністрації.

ВИСНОВКИ

Медична служба Євромайдану пропрацювала до початку квітня 2014 року надаючи допомогу більше як 10 000 протестувальникам.

За час протистоянь на Майдані за офіційними даними загинуло 103 протестувальники та 19 працівників

правоохоронних органів, травми різноманітного характеру отримали близько 740 осіб.

Організація медичної допомоги під час Революції Гідності є унікальним явищем участі спільноти добровольців в охороні здоров'я та приклад самопорятунку країни.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. „У Львові кілька тисяч студентів вийшли на вулицю”. - Українська правда. - 22.11.2013.
2. „Начальник столичної міліції взяв на себе відповідальність за розгін Євромайдана”. - Дзеркало тижня. – 30.11.2013.
3. Schuller K. Ukraine: Chronik einer Revolution - Berlin: Edition. foto TAPETA, 2014 - 208 с.
4. Стрельников О. Дневник Євромайдана. Революция глазами журналистов „Репортера”. Книга 1. Ноябрь-декабрь 2013 года (2014). - Київ: Самміт-книга, 2014 - 159 с.
5. Роман Тиса. Українська ідеологія. Частина 1. Евроентузізм (2014). — «Вперед» (Київ). — 03.03.2014.
6. Майдан і Церква. Хроніка подій та експертна оцінка / За загальною редакцією д.філос.н. Філіпович Л.О. і канд.філос.н. Горкуші О.В.. — Українська асоціація релігієзнавців. — Київ: Самміт-Книга, 2014. — 656 с.

Адреса для кореспонденції

Наталя Іжицька
пр. Червоної Калини 42/62
Львів, 79070
Україна
e-mail: nataizhytska@gmail.com

Nadesłano: 12.11.2015

Zaakceptowano: 20.12.2015

GUIDE FOR AUTHORS IN *EMERGENCY MEDICAL SERVICE*

Our quarterly journal *Emergency Medical Service. Ratownictwo Medyczne* publishes research results, reviews and case reports. It shares also conference materials, book reviews, conference announcements and letters to the editor. While submitting your scientific paper, please send it in Polish and English, as it will be published in both languages. Other materials will be published only in Polish.

1. Original paper and reviews page

Limit is 15 pages, case studies – 8 pages (including references, figures, tables and abstract). Font should be no less than 12, double line spacing, all the margins should be 2,5 cm wide. Pages should be numbered.

2. Original paper scheme:

Front page should contain full title in Polish and English, author's full name and institution's name. Last page should contain correspondence address and name, phone number and e-mail address of the author responsible for the correspondence. There should be an information about grants and other sources of funding.

Abstract (in Polish and English) should be composed of no less than 200 words and no more than 250 words (original papers) or no more than 150 words (reviews and case reports). It should contain following parts: Background, Aim, Material and Methods, Results and Conclusions. Place no more than 5 key words in Polish and English (in accordance with Medical Subject Reading/Index Medicus) below the abstract.

Tables and figures: tables and figures should be attached in separate files and properly numbered (tables using Roman numerals and figures using Arabic numerals). While writing your paper you should point out their location only. The name and other descriptions should be placed at the end of the paper, after references. Figures and photographs (including Author's photograph) should be sent electronically in one of the following formats: *.cdr, *.tif, *.eps, *.gif or *.jpg (resolution 300 dpi). Do not send figures MS Word (*.doc) format.

Text: Text should contain following parts: Background, Aim, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusions. Background should describe present state of knowledge concerning the topic. Aim should present hypothesis and Author's research intention. Material and Methods describe every research method used while preparing the study. Results Obtained results should be presented in an understandable way. Discussion is a part, where Author is describing if the aim of the paper has been achieved, are the results original and if there were any methodological limitations. Obtained results should be compared with the results of similar studies described in References. Conclusions are referring to the Aim.

The work should be in accordance with the requirements of the Helsinki Declaration.

References should be placed at the end of the paper (described and numbered according to the order of citation, not alphabetically). Abbreviations of journal titles should be according to the Index Medicus. Every item should be written in the new line, numbered and contain: last name and initials of the name of author(s), title, name of the journal where the paper was published (abbreviations of journal titles should be according to the Index Medicus), year of publication, volume number (Arabic numerals), issue number, first and last page number. If there are more than seven authors, you should name only first three of them with the postscript "et al.". Recalls in the text should be put in square bracket and numbered with Arabic numerals. In case of citing a book, description should contain: serial number, author, title, editor, place and year of publication. If you are citing only one chapter of the book, you should describe: chapter's author's name and initials, chapter's title, book's author's name and initials, book's title, editor, place and year of publication, numbers of pages.

3. Reviewing rules:

Following aspects of the paper will be evaluated: innovative topic presentation, topics meaning for further research development and clinical procedure. Editors will initially assess the papers. Papers that don't fulfill the publication regulations will be rejected. Incomplete papers or papers which don't meet the regulations will be sent back to the Author without essential evaluation. Papers in accordance with the regulations will be registered and reviewed by uninfluenced reviewers. Papers will be selected and accepted for publication after receiving positive review.

Editors do not pay any fee for publishing papers in *Emergency Medical Service. Ratownictwo Medyczne*.

Please submit your manuscript and their electronic version to:
dr n. med. Robert Gałązkowski
Editor in Chief Emergency Medical Service. Ratownictwo Medyczne
e-mail: redakcja@ems.edu.pl
Wydawnictwo Aluna
Z. M. Przesmyckiego 29
05-510 Konstancin-Jeziorna, Poland
Tel. 604 776 311

REGULAMIN PUBLIKACJI PRAC W *EMERGENCY MEDICAL SERVICE*

W kwartalniku *Emergency Medical Service. Ratownictwo Medyczne* publikujemy prace oryginalne, poglądowe i kazuistyczne. Zamieszczamy również sprawozdania i materiały ze zjazdów naukowych, konferencji, recenzje książek, komunikaty o konferencjach oraz listy do redakcji. Prosimy o nadsyłanie prac naukowych równocześnie w dwóch językach: polskim i angielskim. Artykuły naukowe będą publikowane w dwóch wersjach językowych – równolegle w wersji polskiej i angielskiej, zaś pozostałe teksty tylko po polsku.

PRZYGOTOWANIE TEKSTU PRACY

Objętość prac oryginalnych i poglądowych nie powinna przekraczać 15 stron maszynopisu, kazuistycznych 8 – łącznie z piśmiennictwem, rycinami, tabelami i streszczeniami. Tekst powinien być napisany czcionką nie mniejszą niż 12 punktów z podwójnym odstępem między wierszami, z pozostawieniem marginesów o szerokości 2,5 cm (lewy, prawy, górny, dolny). Strony powinny być numerowane.

Prace oryginalne powinny mieć następującą strukturę:

Strona tytułowa powinna zawierać pełny tytuł pracy w języku polskim i angielskim, imię, nazwisko autora (bądź autorów), nazwę instytucji.

Na końcu pracy należy podać imię, nazwisko oraz adres, telefon i e-mail autora odpowiedzialnego za korespondencję dotyczącą pracy. Ponadto należy umieścić informację o grantach i innych źródłach finansowania.

Streszczenie (w języku polskim oraz angielskim) powinno zawierać nie mniej niż 200 i nie więcej niż 250 słów w pracach oryginalnych, a w przypadku prac poglądowych i kazuistycznych do 150 słów. Streszczenie pracy oryginalnej winno mieć budowę strukturalną, tj. składać się z następujących części: wstęp (background), cel (aim), materiał i metody (material and methods), wyniki (results) i wnioski (conclusions). Pod streszczeniem należy umieścić nie więcej niż pięć słów kluczowych – zgodnych z Index Medicus (Medical Subject Reading) w języku polskim i angielskim.

Tabele i ryciny

Tabele i ryciny należy zamieszczać w osobnych plikach oraz każdą ponumerować – tabele cyframi rzymskimi, a ryciny cyframi arabskimi. W tekście należy tylko wskazać ich usytuowanie. Ich tytuł oraz inne objaśnienia powinny być umieszczane na końcu pracy, po piśmiennictwie.

Ryciny i fotografie (także zdjęcie Autora) należy przysyłać w formie elektronicznej, w jednym z wymienionych formatów: *.cdr, *.tif, *.eps, *.gif lub *.jpg (rozdzielczość 300 dpi). Nie należy przysyłać rycin w formacie programu MS Word (*.doc).

Tekst

Konstrukcja tekstu powinna być następująca: wstęp, cel, materiał i metody, wyniki, dyskusja, wnioski. We Wstępie autorzy przedstawiają aktualny stan wiedzy na dany temat. W Celu określają postawioną hipotezę badawczą i zamierzenia swojej pracy. W części Materiał i metody opisują wszystkie zastosowane metody badawcze. W części zatytułowanej Wyniki należy przedstawić w zrozumiałym sposobie uzyskane rezultaty. W Dyskusji autorzy podają, w jakim stopniu założone cele badawcze zostały osiągnięte, na ile wyniki pracy są oryginalne i jakie są jej ewentualne ograniczenia metodyczne. Należy porównać otrzymane wyniki z danymi z piśmiennictwa. We Wnioskach trzeba nawiązywać do celów pracy i omówić je.

Praca powinna być zgodna z wymogami deklaracji helsińskiej.

Piśmiennictwo

Na końcu pracy należy umieścić piśmiennictwo, które musi być ułożone i ponumerowane według kolejności cytowania w tekście pracy, a nie w porządku alfabetycznym. Skrótów tytułów czasopism powinny być zgodne z Index Medicus. Każda pozycja – pisana od nowego wiersza, powinna być opatrzona numerem i zawierać: nazwisko (nazwiska) i inicjały imion autora(ów), tytuł pracy, nazwę czasopisma, w którym została opublikowana (skrótów tytułów czasopism powinny być zgodne z Index Medicus), rok wydania, nr tomu (cyframi arabskimi), nr zeszytu, numer strony początkowej i końcowej. Jeśli autorów jest siedmiu lub więcej, wówczas należy podać nazwisko trzech pierwszych z dopiskiem „i wsp.”. Przywołania w tekście, umieszczone w nawiasach kwadratowych, powinny być oznaczone cyframi arabskimi. W przypadku cytowania książek należy wymienić: kolejny numer pozycji, autora, tytuł, wydawcę, miejsce i rok wydania. Powołując się na treść rozdziału książki, należy podać: nazwisko autora, inicjały imion, tytuł rozdziału, nazwisko autora (redaktora) książki, inicjały imion, tytuł książki, wydawcę, miejsce i rok wydania, przedział stron.

Zasady recenzowania prac

Nadesłane prace są oceniane m.in. pod względem nowatorskiego przedstawienia tematu, znaczenia dla dalszego rozwoju badań naukowych oraz dla postępowania klinicznego. Wstępnej oceny tych tekstów dokonuje Redakcja. Prace niespełniające podstawowych warunków publikacji są odrzucane. Manuskrypty niekompletne lub przygotowane w stylu niezgodnym z zasadami podanymi w regulaminie odsyłane są autorom bez oceny merytorycznej. Pozostałe artykuły zostają zarejestrowane, a następnie są przekazywane do oceny niezależnych recenzentów. Prace zostają zakwalifikowane do druku po pozytywnej opinii wydanej przez recenzentów.

Za opublikowanie pracy w kwartalniku redakcja nie wypłaca honorarium autorskiego.