

Komputerowy System Wspomagania Decyzji Medycznych w obszarze diagnostyki i leczenia schorzeń i obrażeń narządu ruchu

Computer-Based Medical Decision Support System in diagnosis and treatment of musculoskeletal disorders and injuries

Wiesław Tomaszewski^{1(A,B,D,E,F)}, Grzegorz Bliźniuk^{2(B,D,E,F)}, Andrzej Czamara^{1(B,D,F)},
Andrzej Ameljańczyk^{2(B,D,F)}, Wojciech Widuchowski^{3(B,D,F)}, Krzysztof Klukowski^{4(B,D,F)}

¹ Wyższa Szkoła Fizjoterapii, Wrocław

² Wydział Cybernetyki, Instytut Systemów Informatycznych, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

³ Wojewódzki Szpital Chirurgii Urazowej, Piekary Śląskie

⁴ Wydział Rehabilitacji, Katedra Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego, Warszawa

¹ College of Physiotherapy, Wrocław

² Faculty of Cybernetics, Computer Science Institute, Military University of Technology, Warsaw

³ Regional Hospital of Trauma Surgery, Piekary Śląskie

⁴ Faculty of Rehabilitation, Department of Physiotherapy, University of Physical Education, Warsaw

STRESZCZENIE

Początki rozwoju informatyzacji systemów ochrony zdrowia na świecie sięgają lat siedemdziesiątych ubiegłego stulecia. Jednak dopiero dynamiczny rozwój technologii informatycznych w latach dziewięćdziesiątych umożliwił istotny rozwój informatycznych systemów wspomagających szeroko rozumianą działalność medyczną. Trwająca przez ostatnie lata transformacja polskiego systemu opieki zdrowotnej wymusza na placówkach świadczących usługi zdrowotne coraz lepsze wykorzystanie środków finansowych, zasobów materialnych i ludzkich. Jednocześnie niezwykle dynamiczny rozwój nauk medycznych i technologii informacyjnych powoduje znaczny przyrost liczby doniesień naukowych istotnych dla skuteczności i jakości opieki medycznej. Z tego powodu specjaliści służby zdrowia nie są w stanie na bieżąco śledzić całej, ciągle uaktualnianej wiedzy medycznej. Wskazane powyżej czynniki powodują, że coraz bardziej konieczna staje się standaryzacja procesów opieki zdrowotnej. Autorzy niniejszej pracy, na podstawie dostępnej literatury i wyników badań własnych, prezentują wstępne opracowanie obejmujące rys historyczny, etapy rozwoju i stan obecny w zakresie funkcjonowania informatyzacji w medycynie, jak również założenia teoretyczne projektu określone w tytule pracy.

Słowa kluczowe: rehabilitacja narządu ruchu, ścieżki kliniczne, wytyczne, informatyzacja systemów ochrony zdrowia

SUMMARY

The use of information technologies in health care systems around the world dates back to the 1970s. But it was only the dynamic development of information technology in the 1990s that enabled significant development of IT systems supporting broadly defined medical activity. The ongoing process of transformation of the Polish healthcare system has been forcing health care providers to expend financial, material and human resources increasing efficiency. At the same time, the very dynamic development of medical sciences and information technologies has brought about a significant increase in the number of papers of importance for the effectiveness and quality of medical care. As a result, medical specialists are not able to keep up with the constantly updated medical knowledge.

These factors are making standardization of health care processes a growing necessity.

This paper is an introductory work presenting, on the basis of the available literature and the authors' research experience, a historical outline, stages of development and state of the art of information technology in medicine, as well as theoretical objectives of the project, which are specified in the title of this paper.

Key words: musculoskeletal rehabilitation, clinical pathways, guidelines, informatisation of health care systems

WSTĘP

Dekada Kości i Stawów 2000-2010 zainicjowana przez Światową Organizację Zdrowia (World Health Organisation, WHO) w 1998 roku podczas Konferencji w Lund (Szwecja), ogłoszona w 2000 i zakończona w 2010 roku, była istotnym przedsięwzięciem o wymiarze ogólnoswiatowym [1]. Zagadnienia medyczne, socjalne i społeczne związane ze schorzeniami i obrażeniami narządu ruchu, uznano za najważniejsze problemy dotyczące ludzkości na całym świecie. Dotyczy to w równej mierze krajów wysoko rozwiniętych, jak i społeczeństw o niskim rozwoju cywilizacyjnym, chociaż, oczywiście, procentowy udział poszczególnych zagadnień nie jest we wszystkich krajach jednakowy.

W ramach Dekady Kości i Stawów 2000-2010 odnotowano znaczące osiągnięcia zarówno w leczeniu i profilaktyce chorób, urazów i dysfunkcji układu kostno-stawowego, rozwoju nauki i popularyzacji wiedzy praktycznej w tym zakresie, jak również próbowano rozstrzygać problemy związane ze znaczącymi kosztami samego leczenia i nieuchronnych następstw w postaci niepełnosprawności i inwalidztwa [2].

Pomimo niezaprzeczalnych osiągnięć i sukcesów Dekady 2000-2010, a także znaczących postępów w zakresie profilaktyki i leczenia chorób i obrażeń narządu ruchu uznano, że działania te nie powinny zostać zakończone.

Podczas spotkania międzynarodowej Rady Koordynacyjnej w Waszyngtonie w 2009 r. zdecydowano, że inicjatywa powinna być kontynuowana, a strategiczny plan działania na okres 2010-2020 został przedstawiony podczas Konferencji w Lund, we wrześniu 2010 roku [3].

Nowa Dekada Kości i Stawów 2010-2020 [4] będzie realizowana pod hasłem „Keep people moving”, a jej 2 główne założenia i kierunki działania, to:

- zmniejszenie kosztów leczenia chorób układu kostno-stawowego w rozumieniu kosztów ponoszonych przez pacjenta, opiekuna i społeczeństwo;
- promocja w zakresie profilaktyki i skutecznego leczenia schorzeń i obrażeń narządu ruchu, a także rozwój ogólnoswiatowej wiedzy i nauki w tym zakresie.

Przedstawione priorytety nowej Dekady sprawiają, że poszukiwanie środków i metod, które pozwoliłyby je rozwiązać pozostaje aktualne [5].

Trwająca przez ostatnie lata transformacja polskiego systemu opieki zdrowotnej wymusza na placówkach świadczących usługi zdrowotne coraz lepsze wykorzystanie środków finansowych, zasobów materialnych i ludzkich. Jednocześnie niezwykle dynamiczny rozwój nauk medycznych i technologii informacyjnych powoduje znaczny przyrost liczby do-

BACKGROUND

The Bone and Joint Decade 2000-2010, initiated by the World Health Organisation during a 1998 Conference in Lund (Sweden), declared in 2000 and completed in 2010, was a significant worldwide project [1]. Medical, social and public issues connected with musculoskeletal disorders and injuries were recognized as the most important problems affecting people all around the world. They equally concern developed countries as well as low-developed societies, although obviously the percentage of particular problems differs from one country to another.

The Bone and Joint Decade 2000-2010 was a time of notable achievements in the treatment and prevention of musculoskeletal disorders, injuries and dysfunctions, as well as in the development of science and promotion of practical knowledge in that area. Also, attempts were made to solve problems associated with the substantial cost of the treatment itself and its inevitable consequences – disability and handicap [2].

While the achievements and successes of the Decade 2000-2010 are undeniable and significant progress was made in the prevention and treatment of musculoskeletal disorders and injuries, it has been decided that these efforts should not be halted.

A decision was made at a meeting of the international Coordination Council in Washington in 2009 that the initiative should be continued, and a strategic action plan for the years 2010-2020 was presented during a Conference in Lund in September 2010 [3].

The motto of the new Bone and Joint Decade 2010-2020 [4] is “Keep people moving”, and its two main objectives and targets are:

- to reduce the burden and cost of musculoskeletal disorders to individuals, carers and society
- to promote prevention of musculoskeletal disorders and injuries, as well as knowledge and science in this field worldwide

Taking these priorities of the new Decade into consideration, it is clear that the search for resources and methods needed to fulfill them remains a topical issue [5].

The ongoing process of transformation of the Polish healthcare system has been forcing health care providers to expend financial, material and human resources with increasing efficiency. At the same time, the extremely dynamic development of medical science and information technologies has brought about a significant increase in the number of papers of importance for the effectiveness and quality of medical care. As a result, medical specialists are not able to keep up with the constantly updated medical knowledge.

niesień naukowych istotnych dla skuteczności i jakości opieki medycznej. Z tego powodu specjaliści służby zdrowia nie są w stanie na bieżąco śledzić całej, ciągle uaktualnianej wiedzy medycznej.

Wskazane powyżej czynniki powodują, że coraz bardziej konieczna staje się standaryzacja procesów opieki zdrowotnej. Pierwszy krok został zrobiony za sprawą rozwijanych od lat 90-tych algorytmów i wytycznych (głównie w krajach anglojęzycznych), będących rekomendacjami i sugestiami postępowania w praktyce klinicznej opartymi na wymiernych dowodach naukowych (Evidence Based Medicine, EBM) [6,7]. W ślad za tym zaczęto również rozwijać tzw. ścieżki kliniczne, czyli interdyscyplinarne plany opieki medycznej, w których szczegółowo definiowano niezbędne kroki postępowania (tj. leczenie i pielęgnację pacjenta) rozłożone w czasie [8,9].

Jednym z takich działań w naszym kraju jest próba opracowania modelu rehabilitacji wybranych schorzeń i obrażeń narządu ruchu z wykorzystaniem nowoczesnych metod i urządzeń informatyczno-technicznych podjęta wspólnie przez Wyższą Szkołę Fizjoterapii we Wrocławiu i Wojskową Akademię Techniczną w Warszawie. Autorzy niniejszej pracy, którzy reprezentują obie uczestniczące w projekcie instytucje, na podstawie dostępnej literatury i wyników badań własnych, prezentują wstępne opracowanie obejmujące rys historyczny, etapy rozwoju i stan obecny w zakresie funkcjonowania informatyzacji w medycynie, jak również założenia teoretyczne projektu określone w tytule pracy.

INFORMATYZACJA SYSTEMÓW OCHRONY ZDROWIA – RYS HISTORYCZNY, ROZWÓJ I STAN OBECNY

Początki rozwoju informatyzacji systemów ochrony zdrowia na świecie sięgają lat siedemdziesiątych ubiegłego stulecia. Jednak dopiero dynamiczny rozwój technologii informatycznych w latach dziewięćdziesiątych umożliwił istotny rozwój informatycznych systemów wspomagających szeroko rozumianą działalność medyczną.

Komisja Europejska w Raporcie pt. „Przyspieszanie rozwoju rynku eZdrowia w Europie” opracowanym w 2003 roku, zaproponowała definicję pojęcia eZdrowia jako „zastosowanie nowoczesnych technologii teleinformatycznych dla zaspokajania potrzeb obywateli, pacjentów, specjalistów w zakresie ochrony zdrowia, dostawców usług zdrowotnych oraz polityków” [10]. Raport ocenił rynek eZdrowia jako jeden z wiodących obszarów gospodarczych i społecznych, wskazując jednocześnie możliwości, jakie rysują się dzięki rozwojowi nowoczesnych technik teleinformatycznych. Jako

These factors make standardization of health care processes a growing necessity. The first step was the introduction of algorithms and guidelines developed since the 1990s (mainly in English-speaking countries), which consisted of recommendations and suggestions for clinical practice based on measurable scientific evidence (Evidence Based Medicine, EBM) [6,7] and have been followed by the development of clinical pathways, or multispeciality health care plans with detailed descriptions of successive steps of treatment and nursing care along a time line [8,9].

One of such initiatives in Poland is the project geared towards developing a rehabilitation model for selected musculoskeletal disorders and injuries with the use of state-of-the-art methods and computer and medical equipment, carried out jointly by the College of Physiotherapy in Wrocław and Warsaw Military University of Technology. Based on the available literature and our research experience, the authors of this paper, affiliated with both these institutions, present an introductory work containing a historical outline, stages of development and state of the art of information technology in medicine, as well as theoretical objectives of the project, which are specified in the title of this paper.

INFORMATISATION OF HEALTH CARE SYSTEMS – HISTORICAL OUTLINE, DEVELOPMENT AND CURRENT STATE OF THE ART

The use of information technologies in health care systems around the world dates back to the 1970s. But it was only the dynamic development of information technology in the 1990s that enabled significant development of IT systems supporting broadly defined medical activity.

According to the definition in the 2007 European Commission report entitled “Accelerating the Development of the eHealth Market in Europe”, eHealth “refers to the use of modern information and communication technologies to meet needs of citizens, patients, healthcare professionals, healthcare providers, as well as policy makers” [10]. The authors of the report consider the eHealth market one of the leading economic and social areas and point out the advances in that area which may be achieved due to the development of modern information technologies, including, most notably, economic benefits and improved quality of health services.

główne przyczyną wzrost korzyści ekonomicznych, a jednocześnie poprawę jakości usług zdrowotnych.

Według raportu, rynek eZdrowia dzieli się na następujące kategorie zastosowania teleinformatyki:

1. informatyczna obsługa szpitali i instytucji podstawowej opieki zdrowotnej,
2. telemedycyna i opieka domowa,
3. zintegrowane regionalne i krajowe sieci informacji zdrowotnej i systemy elektronicznej informacji medycznej o pacjencie (Electronic Health Records – EHR),
4. inne – niekliniczne zastosowania, np. w edukacji i nauce.

Wartość rynku przemysłu eZdrowia w UE została w 2006 roku oszacowana na 21 miliardów Euro, co stanowiło ok. 2% wszystkich wydatków na opiekę zdrowotną [11]. Przewidywano, że rynek ten w ciągu kilku lat zwiększy swój udział co najmniej dwukrotnie, osiągnie wielkość porównywalną z rynkiem urządzeń medycznych i tylko 2-krotnie mniejszą od wartości rynku farmaceutycznego. eZdrowie może przynieść wiele strategicznych, ekonomicznych i społecznych korzyści dla Europy, szczególnie z perspektywy starzejących się społeczeństw w uprzemysłowionych krajach i ciągłego wzrostu zapotrzebowania na nowe usługi pociągające za sobą wzrost kosztów. W eZdrowiu autorzy raportu widzą jedno z głównych narzędzi, które ma umożliwić zaspokojenie potrzeb egzystencjalnych oraz wzrost poziomu jakości opieki medycznej, przy jednoczesnym kontrolowaniu kosztów.

Rynek eZdrowia w Europie jest obecnie zróżnicowany, ale, jak wykazuje raport Komisji Europejskiej „Ocena stosowania teleinformatyki przez praktykujących lekarzy w Europie” z kwietnia 2008 r. [12], istnieje naturalna tendencja do zwiększania zastosowań eZdrowia w praktyce medycznej we wszystkich krajach członkowskich. W roku 2007 największy stopień wykorzystywania możliwości eZdrowia zanotowano w Danii, a następnie w Holandii, Finlandii, Szwecji i Wielkiej Brytanii. Polska znalazła się w ostatniej grupie pięciu krajów członkowskich określonych mianem „maruderów”.

Autorzy wyżej wymienionego raportu dzielą zastosowania eZdrowia, a więc i rynek aplikacji komputerowych, na 3 główne grupy:

1. gromadzenie informacji o poszczególnych pacjentach, w tym danych administracyjno-rozliczeniowych, jak i medycznych [EHR],
2. użycie komputerów w trakcie konsultacji medycznej, w tym użycie systemów wspierających podejmowanie decyzji,
3. przesyłanie danych medycznych pacjentów między poszczególnymi jednostkami i systemami teleinformatycznymi.

According to the report, the eHealth market can be divided into the following categories of computer technology application:

1. information systems for hospitals and basic medical care institutions,
2. telemedicine and home care,
3. integrated regional and national health information networks and Electronic Health Record (EHR) systems of patient data,
4. secondary usage: non-clinical systems, e.g. for educational and scientific purposes.

The estimated value of the eHealth market in the EU in 2006 amounted to 21 billion euros, which accounted for approximately 2 % of all health care spending [11]. It is expected that the market will at least double in value over the next few years and will reach a size comparable to that of the medical devices market and only half the size of the pharmaceutical market. eHealth might bring a lot of strategic, economic and social benefits to Europe, especially now that the societies in industrialised countries are ageing and the demand for new services is constantly increasing, which entails higher costs. The authors perceive eHealth as one of the main tools for meeting existential needs and increasing health care quality, which will also contribute to cost containment.

The eHealth market in Europe is diversified, however, as stated in the April 2008 European Commission report on “Benchmarking ICT use among General Practitioners in Europe” [12], there is a natural tendency towards increasing eHealth application in medical practice in all member states. In 2007, the possibilities of eHealth were implemented most extensively in Denmark, followed by the Netherlands, Finland, Sweden and the United Kingdom. Poland was placed in the last group of five member states described as “laggards”.

The authors of the report divided eHealth applications, and thus the ICT applications market, into 3 main groups:

1. storage of individual patient data, including administrative and accounting information, as well as medical patient data [EHR],
2. the use of computers in consultation with the patient, including decision support systems,
3. the use of the Internet and dedicated electronic health networks for the exchange of patient data between health care actors.

As of 2009, 87% of all general practitioners in the EU used computers, 69% had online access, including 48% with a broadband connection. These numbers were lower in Poland; still, 72% of GP practices owned a computer [13,14], 62% had online access, and 32% had a broadband connection. That means that most GPs are already technologically capable of using remote decision support systems.

Według stanu na rok 2009, w Unii Europejskiej aż 87% praktykujących lekarzy używało komputerów, 69% posiadało połączenie do Internetu, z czego 48% lekarzy posiada dostęp szerokopasmowy. W Polsce liczby te są mniejsze, ale i tak 72% lekarzy używało komputerów [13,14], 62% posiadało dostęp do Internetu, z czego 32% posiadało dostęp szerokopasmowy. Oznacza to, że już teraz możliwości techniczne dla stosowania zdalnych technik wspomagania podejmowania decyzji posiada większość lekarzy.

Przedstawiona sytuacja uzasadnia i wspiera potrzebę realizowania projektu podjętego przez autorów niniejszej pracy, stanowiąc jednocześnie jeden z ważniejszych obszarów potencjonalnego rynku jego rezultatów.

Przytaczany już raport Komisji Europejskiej z kwietnia 2008 r. ocenia, że 62% lekarzy w UE używa jakichś form informatycznego wsparcia przy podejmowaniu decyzji medycznych, ale ponad 3-krotnie więcej lekarzy korzysta z ogólnej wiedzy dotyczącej poszczególnych rodzajów schorzeń, niż z wyszukiwania konkretnej pomocy przy określaniu terapii dla indywidualnych przypadków. Oceniając stosowanie tego typu technik w Polsce, autorzy raportu piszą, że „systemy wspomagania podejmowania decyzji przez lekarza są raczej wyjątkiem niż regułą”.

Niezbędne jest więc znalezienie technicznych i organizacyjnych sposobów na zwiększenie efektywności opieki zdrowotnej, czemu ma służyć skuteczna realizacja projektu badań naukowych prezentowanego w niniejszej pracy.

Rynek aplikacji wspierających podejmowanie decyzji przez lekarzy jest rynkiem mało jeszcze rozwiniętym, ale ze względu na istnienie w większości gabinetów lekarskich komputerów podłączonych do Internetu jest rynkiem posiadającym bardzo duży potencjał rozwoju. Podobna tendencja jak w Europie jest zauważalna również w Stanach Zjednoczonych. W badaniach potencjału rozwoju rynku informatycznego dla służby zdrowia, konieczność dokonania dodatkowych inwestycji ze względu na potrzebę zwiększenia możliwości wsparcia informatycznego przy podejmowaniu decyzji medycznych wyraża ok. 50% respondentów [15,16].

Szansą na zwiększanie efektywności opieki medycznej jest na pewno gwałtowny postęp w naukach i technologiach medycznych, jaki dokonuje się w ostatnich latach. Postęp ten spowodowany jest przede wszystkim dynamicznym rozwojem technologii teleinformatycznych umożliwiających coraz szybsze przetwarzanie ogromnej ilości danych, nieznanymi do tej pory możliwościami przesyłania na dowolną odległość ogromnych ilości informacji oraz miniaturyzacją elektroniki umożliwiającą z kolei miniaturyzację

This situation justifies and supports the need to pursue the project initiated by the authors of this paper, which is at the same time one of the most important areas of the potential market of its outcomes.

The April 2008 European Commission report also estimates that 62% of GPs in the EU use some kind of digital support in the medical decision-making process, but the number of GPs using general knowledge of particular types of disorders is triple that of GPs who search for specific help in determining treatment for individual patients. When evaluating the use of such techniques in Poland, the authors of the report state that “decision support systems are still an exception rather than a rule”.

It is thus absolutely necessary to find technical and organisational means to increase the effectiveness of health care. Effective implementation of the research project presented in this paper is meant to serve this purpose.

The market of decision support system applications is not yet well-developed, but since most GP practices have computers with Internet access, its development potential is very high. A similar tendency to what we can observe in Europe can also be seen in the United States. In studies of the potential of IT healthcare market development, approximately 50% of the respondents indicate the need for further investments in order to increase the possibilities of IT support in medical decision-making [15, 16].

The rapid development in medical science and technology in recent years certainly affords opportunities for increasing health care effectiveness. That progress is mostly the result of dynamic development of information and communication technologies. It is therefore possible to process huge amounts of data increasingly faster, transfer enormous quantities of information over any distance and produce miniature electronic components, which in turn makes it possible to miniaturise “intelligent” medical devices. The development of ICT has contributed to the dissemination of medical science and technologies, which, until recently were a figment of a science fiction writer’s imagination. Examples include the rapid progress in gene research, which would have been impossible without the development of IT.

However, the increasing influx of medical knowledge and technology does not easily translate into actually using this new scientific evidence-based information by legions of doctors attending to their patients in all health care institutions. There are technical, organisational, and psychological bottlenecks that slow down the wide dissemination of state-of-the-art medical solutions [15].

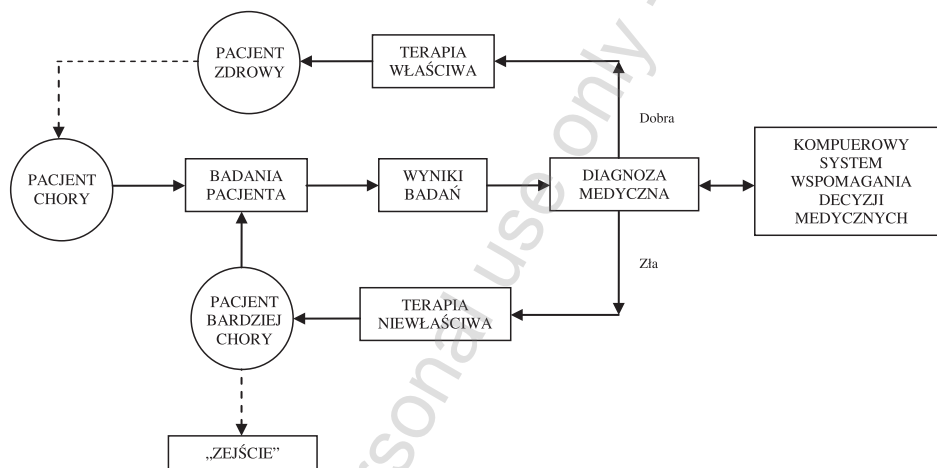
„inteligentnych” przyrządów medycznych. Postęp w teleinformatyce przyczynił się do upowszechnienia nauk i technologii medycznych, które jeszcze niedawno były domeną pisarzy powieści fantastycznych. Jako przykład można tu podać np. dynamiczny rozwój badań nad genami, który byłby w ogóle niemożliwy bez rozwoju informatyki.

Jednakże zwiększony napływ wiedzy i technologii medycznej nie przekłada się automatycznie na rzeczywiste wykorzystanie tej nowej i opartej na dowodach naukowych wiedzy przez rzesze lekarzy leczących pacjentów we wszystkich placówkach ochrony zdrowia. Istnieje swoiste „wąskie gardło”, zarówno techniczno-organizacyjne, jak i psychologiczne, które powoduje, że najnowsze zdobycze medycyny nie trafiają zbyt szybko „pod medyczną strzechę” [15].

Pomijamy tu aspekt finansowy, który częściowo związany jest z możliwościami technicznymi. Tym bardziej, że jeżeli zastosowane zdobycze technologii umożliwią, przy dotychczasowych kosztach, zastosowanie najnowszych zdobyczy medycyny, dodatko-

We are not discussing the financial aspect, which is partly connected with technical capabilities, especially as when cutting edge technology makes it possible to apply the latest achievements of medicine while maintaining a similar level of funding, excessive costs of applying these technologies will no longer be an issue.

Currently, electronic knowledge bases (including Electronic Health Records [HER]), together with inference procedures, form intelligent medical information systems, which afford wide possibilities for the support of medical decision-making, mainly in regard to interactive diagnostic work-up, but also the selection of the most suitable treatment plan (clinical pathway). Regardless of their scale and area of application, these systems are referred to as Computer-Based Medical Decision Support Systems (CBMDSS). Their role in the health care process is presented in Fig. 1 [16,17,18,19].



Ryc. 1. Schemat funkcjonowania systemu opieki zdrowotnej z udziałem KSWDM

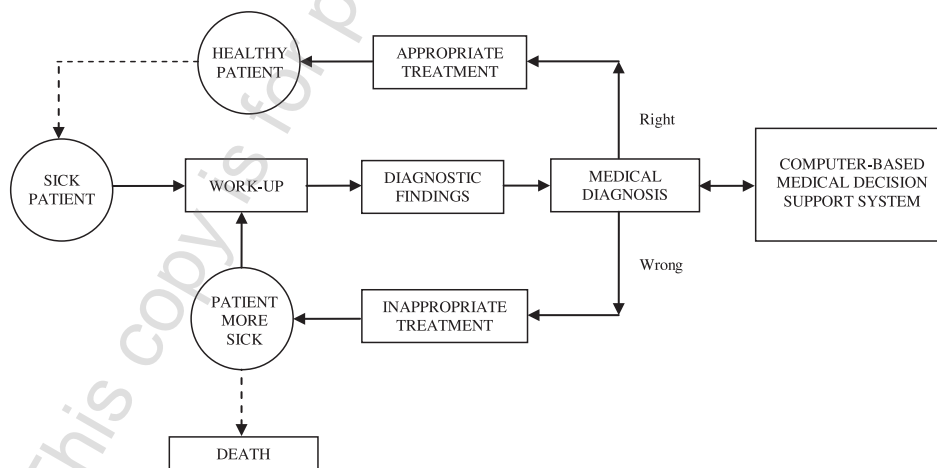


Fig. 1. Diagram of CBMDSS-based healthcare system

wy problem finansowy stosowania tych technologii nie będzie występował.

Obecnie elektroniczne zasoby wiedzy (w tym tzw. EHR, Electronic Health Records) wraz z procedurami wnioskowania, tworzą inteligentne systemy informacji medycznej, dające możliwość szerokiego wspierania decyzji medycznych, głównie w aspekcie interakcyjnego diagnozowania, jak też doboru najwłaściwszego planu leczenia (ścieżki klinicznej). Systemy te, niezależnie od skali i obszaru zastosowań nazywane są Komputerowymi Systemami Wspomagania Decyzji Medycznych (KSWDM). Miejsce takiego systemu w procesie opieki zdrowotnej przedstawia Ryc. 1 [16,17,18,19].

CHARAKTERYSTYKA KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI MEDYCZNYCH

Pojęcie Komputerowego Systemu Wspomagania Decyzji Medycznych lub też Klinicznego Systemu Wspomagania Decyzji (Clinical Decision Support System) częściej używanego w literaturze anglojęzycznej, nie ma jednoznacznej i precyzyjnej definicji [8,16,20,21,22,23]. Pod tym pojęciem rozumie się najczęściej dowolny system komputerowy, który generuje informacje cząstkowe lub kompleksowe pomagające personelowi medycznemu (różnego szczebla) w podejmowaniu decyzji medycznych. Decyzje medyczne (kliniczne) muszą, zgodnie z postulatem medycyny opartej na dowodach naukowych, wynikać z faktów i wyników obiektywnych badań (EBM) [24,25,26]. Ze względu na masowość usług medycznych i ich koszt, decyzje medyczne muszą też być racjonalne kosztowo.

Komputerowe Systemy Wspomagania Decyzji Medycznych można podzielić na następujące klasy [18]:

- Komputerowe Systemy Zarządzania Informacją Medyczną
- Komputerowe Systemy Monitorowania i Alarmowania
- Komputerowe Systemy Wspomagania Procesów Diagnostycznych i Terapeutycznych
- Komputerowe Systemy Wspomagania Komunikacji i Pracy Grupowej na Odległość
- Komputerowe Systemy Kompleksowego Wsparcia Klinicznego.

Komputerowe Systemy Zarządzania Informacją Medyczną umożliwiają personelowi medycznemu dostęp do wiedzy i danych medycznych, w tym danych o pacjentach.

W zależności od rodzaju przechowywanej informacji dzielą się na systemy zarządzania wiedzą medyczną i systemy zarządzania danymi pacjentów. Te

CHARACTERISTICS OF COMPUTER-BASED MEDICAL DECISION SUPPORT SYSTEMS

The notion of a Computer-Based Medical Decision Support System, or 'Clinical Decision Support System' as it is more commonly referred to in the English-language literature, is not precisely defined [8,16,20,21,22,23]. The term is usually understood to denote any computer system generating partial or comprehensive sets of information used by the medical personnel as an aid in making medical decisions. In line with the principles of evidence-based medicine, medical (clinical) decisions are to be based on facts and findings of objective diagnostic examinations (EBM) [24,25,26]. Because of the cost of medical services and the fact that they are demanded on a mass scale, medical decisions also have to be cost-contained.

Computer-Based Medical Decision Support Systems can be divided into the following classes [18]:

- Computer-Based Health Information Management Systems
- Computer-Based Monitoring and Alerting Systems
- Computer-Based Diagnostic and Therapeutic Support Systems
- Computer-Based Communication and Remote Group Work Systems
- Computer-Based Comprehensive Clinical Support Systems.

Computer-Based Health Information Management Systems provide access to medical knowledge and data, including patient data, for the medical personnel.

Depending on the kind of information stored, the systems are divided into medical knowledge management systems and patient data management sys-

pierwsze to głównie elektroniczne słowniki medyczne, leksykony, elektroniczne atlasy anatomiczne itp., które działają w oparciu o elektroniczne kartoteki danych o stanie zdrowia pacjenta (tzw. Electronic Health Records, EHR).

Komputerowe Systemy Monitorowania i Alarmowania działają na zasadzie ciągłego monitorowania przepływu i generowania danych medycznych (w klinikach, laboratoriach) i alertowego informowania o wynikach (ocenach) wykraczających poza przyjęte normy dla poszczególnych „parametrów medycznych”. W oddziałach szpitalnych i w ambulatoriach informują o różnego rodzaju zagrożeniach, „przypominają” personelowi medycznemu o określonych, terminowych działaniach, interwencjach medycznych np. szczepieniach, dodatkowych zabiegach oraz ryzyku wynikającym z przekroczenia przez dany parametr medyczny ustalonych norm. Ostrzegają też przed ewentualnymi powikłaniami wynikającymi z niewłaściwych zestawów zaaplikowanych leków lub też ich interakcji, jak też np. skutkami alergii charakterystycznych dla konkretnego pacjenta.

Komputerowe Systemy Wspomagania Procesów Diagnostycznych i Terapeutycznych, obecnie najbardziej intensywnie rozwijane, generują, w oparciu o dane medyczne pacjenta oraz elektroniczne opisy jednostek chorobowych, sugestie, a nawet propozycje gotowych decyzji diagnostycznych oraz terapeutycznych, dotyczące poszczególnych pacjentów. Wykorzystują one bardzo zróżnicowane techniki i technologie w celu generowania podpowiedzi, a wręcz automatycznie generują tzw. „ścieżki kliniczne pacjenta” lub tzw. „wytyczne”. Wykorzystują najczęściej elementy sztucznej inteligencji, teorie wnioskowania, tablice decyzyjne, techniki z obszaru teorii zbiorów rozmytych (fuzzy sets) i zbiorów przybliżonych (rough sets), a przede wszystkim technologie systemów ekspertowych. Ta klasa systemów, choć historycznie powstała znacznie później niż bierne systemy zarządzania informacją medyczną czy też systemy monitorowania i alarmowania, rozwija się obecnie najbardziej dynamicznie. Aktualnie na świecie funkcjonują tysiące tego rodzaju systemów, zorientowanych głównie na wybrane jednostki chorobowe lub wyróżnione klasy chorób.

Możliwość korzystania z tego typu systemów uwarunkowana jest wstępnym ukierunkowaniem (wstępną diagnozą) na określoną jednostkę chorobową lub grupę chorób z tego samego obszaru.

Komputerowe Systemy Wspomagania Komunikacji i Pracy Grupowej na Odległość, czyli tzw. Systemy Telemedyczne ułatwiają wymianę wiedzy i doświadczenia między personelem medycznym dwóch lub więcej ośrodków. Odegrały i odgrywają ogromną

roli. The former are mainly electronic medical dictionaries, lexicons, anatomy atlases, etc., which operate on the basis of electronic databases containing patients' health records (EHR).

Computer-Based Monitoring and Alerting Systems operate by monitoring the flow and production of medical data (in hospital departments and laboratories) and generating alerts when a diagnostic finding exceeds a predetermined “medical parameter”. In hospitals and outpatient facilities, they report on different kinds of dangers, “remind” the medical personnel about predetermined scheduled actions, medical interventions, e.g. vaccinations, additional procedures and risks ensuing when a certain medical parameter exceeds its established reference range. They also serve to warn about possible complications resulting from inappropriate combinations of medicinal products interactions between them, as well as, for example, the specific sequelae of allergies in particular patients.

Computer-Based Diagnostic and Therapeutic Support Systems are currently being developed most intensively. Based on patients' medical data and electronic descriptions of medical conditions, they generate suggestions, or even ready-to-use proposals for diagnostic and therapeutic decisions concerning individual patients. In order to generate such hints, these systems use a wide variety of techniques and technologies. The so-called “clinical pathways” or “guidelines” are generated virtually automatically. These systems most often rely on elements of artificial intelligence, theories of inference, decision tables, fuzzy set and rough set-based techniques, and, most importantly, expert system technologies. This class of systems, although developed much later than passive systems of information management or monitoring and alerting systems, is currently the fastest developing class of computer-based systems. Thousands of systems of this kind, focused mainly on specific disease entities or selected classes of diseases, are in operation around the world nowadays.

These systems can be used once a preliminary diagnostic orientation (clinical impression) has been provided and it matches a specific condition or group of diseases of the same area.

Computer-Based Communication and Remote Group Work Systems, so-called Telemedicine Systems, facilitate the exchange of knowledge and experience between the medical personnel of two or more health care facilities. They have proved extremely useful in the area of remote consultation and medical case conferences, especially for smaller centres (departments, hospitals and outpatient facilities). This class of systems, together with health information

rolę w obszarze zdalnych konsultacji i konsyliów medycznych szczególnie dla mniejszych ośrodków (klinik, szpitali, ambulatoriów). Ta klasa systemów, obok systemów zarządzania informacją medyczną, zaczęła się rozwijać najwcześniej. Obecnie, szczególnie dzięki szerokopasmowym kanałom sieci komputerowych, odgrywają coraz większą rolę. Działają też bardzo często jako podsystemy systemów wspomagania decyzji diagnostycznych i terapeutycznych.

Komputerowe Systemy Kompleksowego Wsparcia Klinicznego (KSKWK) stanowią najbardziej pełną i wszechstronną formę zintegrowanego systemu wspomagania medycznego. Systemy tej klasy stanowią w pewnym sensie agregację czterech wcześniej omówionych klas systemów, tak więc posiadają rozwinięty moduł ciągle aktualizowanych elektronicznych kartotek medycznych, moduł opisów (wzorców) jednostek chorobowych, moduł monitorowania i alarmowania o przekroczeniu wszelkich normatywów medycznych, a przede wszystkim algorytmiczny moduł generowania gotowych ścieżek klinicznych pacjenta i wytycznych. Całość systemu osadzona jest, poprzez odpowiednie interfejsy, w środowisku sieciowym, umożliwiającym pełną komunikację multimedialną wewnątrzkliniczną i zewnętrzną. Systemy te dostarczają wiarygodnych, dobrze uzasadnionych, wspartych dowodami naukowymi podpowiedzi i sugestii do wykorzystania przez personel medyczny każdego szczebla z zastrzeżeniem, że podjęcie ostatecznej decyzji należy do personelu medycznego.

Nowoczesny KSKWK, w tym także w obszarze profilaktyki, diagnostyki i leczenia chorób i obrażeń narządu ruchu, może, jak wcześniej wspomniano, umożliwić realizację wielu funkcji wspomagających takich jak automatyczne generowanie wytycznych medycznych, kompleksowych planów leczenia (ścieżek klinicznych), aktualizację EHR [27] i historii zdrowia pacjenta oraz wielu innych dokumentów medycznych (np. Rejestr Usług Medycznych, zestawień dla Kas Chorych, NFZ itp.) [21,28,29,30]. Idea funkcjonowania KSKWK bazuje na wykorzystaniu tzw. sztucznej inteligencji (Artificial Intelligence In Medicine, AIM) w tworzeniu systemu komputerowych programów umożliwiających generowanie wszelkiej informacji wspierającej proces diagnozowania i leczenia pacjentów. W odróżnieniu od klasycznych metod bazujących na badaniach statystycznych i rachunku prawdopodobieństwa, AIM łączy wiedzę teoretyczną i doświadczalną o jednostkach chorobowych, symptomach chorobowych i wynikach badań parametrów medycznych (zdrowotnych) pacjenta wykorzystywaną następnie w „module wnioskowania” w zakresie wsparcia decyzyjnego personelu medycznego wszystkich szczebli.

management systems, was the first to be developed. Their role is increasing nowadays, mainly thanks to broadband transmission. They also often operate as subsystems within diagnostic and therapeutic support systems.

Computer-Based Comprehensive Clinical Support Systems (CBCSS) constitute the most complete and comprehensive form of an integrated medical support system. Systems of this type are, in a way, an aggregation of the four classes of systems described above, having an advanced module of continuously updated electronic medical databases, a module of descriptions (models) of disease entities, a module for monitoring and alerting about off-reference-range parameters and, most importantly, an algorithmic module for generating ready to implement clinical pathways and guidelines. The entire system is embedded in a network environment via suitable interfaces, which enables full multimedia communication both within the health care unit as well as between different facilities. These systems provide credible, well-founded evidence-based hints and suggestions, which may be used by medical personnel of all levels, with the reservation that the final decision has to be made by the medical personnel.

A modern CBCSS, as mentioned earlier, may facilitate the implementation of many support functions, such as automatic generation of medical guidelines, comprehensive treatment plans (clinical pathways), updating EHRs [27], patient histories and other medical documents (e.g. Medical Services Register, statements for Regional Health Funds and the National Health Fund, etc.) [21,28,29,30]. CBCSS operation is based on the use of Artificial Intelligence in Medicine (AIM) in developing software systems allowing for the generation of all kinds of information to aid diagnosis and treatment. As opposed to classic methods based on statistical research and theory of probability, AIM combines theoretical and experimental knowledge about disease entities, symptoms and examination findings expressed as medical (health) parameters, which are then fed into an “inference module” in order to support medical decision-making by personnel at all levels.

Thus, CBCSS – class Computer-Based Decision Support Systems are all based on appropriately defined models of patient health, disease entities and treatment plans, as well as algorithms for the generation of medical diagnoses, guidelines and clinical pathways [18].

Tak więc u podstaw projektowania i funkcjonowania Komputerowych Systemów Wspomagania Decyzji Medycznych klasy KSKWK leżą odpowiednio zdefiniowane modele zdrowia pacjenta, modele jednostek chorobowych i terapii medycznych wraz z algorytmami generowania diagnoz medycznych, wytycznych i ścieżek klinicznych [18].

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. <http://www.bjdonline.org/default.aspx?contid=2094>, The Bone and Joint Decade 2000-2010, Infoletter 59.
2. <http://www.bjdonline.org/default.aspx?contid=2094>, Message from Lars Lidgren, Chair of the International Steering Committee, 2000-2010, Infoletter 59.
3. BJD Global Network Conference, September 10-11.2010, Lund, Sweden.
4. <http://www.bjdonline.org/default.aspx?contid=2094>, 2010 – The start of the New Decade, Infoletter 59.
5. <http://www.bjdonline.org/default.aspx?contid=2094>, Message from Prof. Tony Woolf – Chair of the International Coordinating Council, The Bone and Joint Decade 2010-2020, Infoletter 59.
6. Smith R. What clinical information do doctors need? *BMJ*. 1996; 313:1062-8.
7. Green ML, Ruff TR. Why do residents fail to answer their clinical questions? A qualitative study of barriers to practicing evidence-based medicine. *Acad Med*. 2005; 80: 176-82.
8. Ścieżki kliniczne jako dynamiczne środowisko dostępu do informacji medycznej pacjenta, wersja 0,8 w: Zintegrowany System Informacji Medycznej o Pacjencie, Bielsko Biala, Kraków 2008.
9. Woźniak D. Opracowanie oceny przydatności metod logicznego modelowania procesów działalności w opisie wytycznych i ścieżek klinicznych, praca zrealizowana w ramach zadania 1 projektu POIG.01.03.01-00-145/08.
10. Accelerating the Development of the eHealth Market in Europe, European Commission, Information Society and Media, 2007, http://www.ehealthurope.net/img/case_studies0334/LMI-report.pdf.
11. Wypowiedź Komisarz Viviane Reding z września 2006 r., „eHealth is Worth it: The economic benefits of implemented eHealth solutions at ten European sites”, str. 5, <http://www.ehealthimpact.org/download/documents/ehealthimpactsept2006.pdf>.
12. Benchmarking ICT use among General Practitioners in Europe, Final Report, Bonn, kwiecień 2008, http://ec.europa.eu/information_society/europe/i2010/docs/benchmarking_gp_survey_final_report.pdf.
13. Benchmarking ICT use among General Practitioners in Europe, Empirica, Bonn, 2008.
14. eHealth Benchmarking (Phase II), Empirica, Bonn, 2009.
15. Trends in IT Spending Among Hospitals, Modern Healthcare, PricewaterhouseCoopers IT Survey, 2005, <http://www.pwc.com/extweb/pwcpublishings.nsf/docid/4CDBF8B2E7F75CA385257261007A51A8>.
16. A Roadmap for National Action on Clinical Decision Support, American Medical Informatics Association, czerwiec 2006, <http://www.amia.org/inside/initiatives/cds/cdsroadmap.pdf>.
17. Kubis S, Borowiec M, Szwagra R, Handzlik A. „Systemy wspomagania podejmowania decyzji medycznych w Ameryce Północnej i w krajach skandynawskich. Raport Końcowy Projektu POIG.01.03.01-00-145/08.
18. Ameljańczyk A. „Analiza specyfiki Komputerowych Systemów Wspomagania Decyzji Medycznych w kontekście modelowania i algorytmizacji procesów decyzyjnych”, I Krajowa Konferencja „systemy Komputerowe i Teleinformatyczne w Służbie Zdrowia”, Warszawa, wrzesień 2009.
19. Ameljańczyk A. Charakterystyka uwarunkowań systemów wspomagania podejmowania decyzji w kontekście decyzji medycznych. Raport Końcowy Projektu POIG.01.03.01-00-145/08.39-45.
20. Błaszczkowski J, Krawiec K, Słowiński R, Stefanowski J, Wilk Sz. „Wspomaganie decyzji i komunikacji w systemach telemedycznych”, Politechnika Poznańska, Poznań, 2006.
21. Iwicki I. Implementacja mechanizmów zapewniających rozliczanie usług medycznych z wykorzystaniem opisu ścieżek klinicznych, praca magisterska zrealizowana na Wydziale Cybernetyki WAT pod kierunkiem Grzegorza Bilźniuka, czerwiec 2010.
22. Ameljańczyk A. „O pewnej koncepcji modelowania repozytorium medycznego”, WAT, Warszawa, kwiecień 2009. POIG.01.03.01-00-145/082009.
23. Bronowski R. Standaryzacja opisu wytycznych i ścieżek klinicznych w kontekście paneuropejskim. Rozdział książki: Informatyzacja ochrony zdrowia. Wybrane zagadnienia. PTI – Oddział Górnośląski, Katowice, 2008.
24. Haynes B, Jaeschke R. EBM – jak uniknąć zalewu informacji, *Medycyna Praktyczna*, Nr 3, 2003, 41-43.
25. Glasziou P, EBM – rola Cochrane Collaboration i Cochrane Library, *Medycyna Praktyczna* Nr 3, 2003, 44-45.
26. Gajewski P, Jaeschke R, Mrukowicz J. Evidence based medicine (EBM) współczesną sztuką lekarską. Cele Polskiego Instytutu Evidence Based Medicine. *Medycyna Praktyczna*, Nr 3, 2003, 31-34.
27. Sumita Y, Takata M, Ishitsuka K, Tominaga Y, Ohe K. „Building a reference functional model for EHR systems”, *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 76(9), 2007, 688-700.
28. Zejda JE. Społeczny wymiar reformy systemu ochrony zdrowia, w: Informatyzacja ochrony zdrowia. Wybrane zagadnienia, red. Bliźniuk G, Fuglewicz PW, Sikorski L, Szyjewski Z. wyd. PTI, Katowice 2008, ISBN 978-83-60810-26-2, 13.
29. Liu H, Paige NM, Goldzweig CL, Wong E, Zhou A, Suttrop MJ, Munjas B, Orwoll E, Shekelle P. Screening for osteoporosis in men: a systematic review for an American College of Physicians guideline *Ann Intern Med*. 2008 May 6; 148 (9): 685-701.
30. Bliźniuk G. Interoperacyjność systemów informatycznych w ujęciu rządowym, marzec 2008 r., prezentacja ppt, <http://www.semnu.pl>.

Liczba słów/Word count: 5866

Tabele/Tables: 0

Ryciny/Figures: 1

Piśmiennictwo/References: 30

Adres do korespondencji / Address for correspondence
 dr n. med. Wiesław Tomaszewski
 03-721 Warszawa, ul. Jagiellońska 3/20
 tel./fax: (22) 834-67-72, e-mail: w.tomaszewski@wp.pl

Otrzymano / Received 12.02.2011 r.
 Zaakceptowano / Accepted 29.04.2011 r.