

Telemedycyna

Telemedycyna kojarzy się najczęściej z operacjami „na odległość” w makro lub mikro wymiarze. Przykładem może być lekarz, który operuje chorego w kosmosie, na łodzi podwodnej, przebywając w centrum telemedycznym oddalonym o tysiące kilometrów. Profesor F. Moohr z Lipska, operujący serce za pomocą robotów sterowanych na odległość, twierdzi, że koszty takiego działania są bardzo duże. Ciekawostką może być fakt, że Profesor pierwsze kroki medyczne stawiał w Akademii Medycznej w Gdańsku.

Telemedycyna opiera się na postępie technologicznym, który obserwuje się w ostatniej dekadzie. Oznacza to konieczność współpracy między lekarzami i inżynierami w zakresie badań naukowych, edukacji, jak i świadczenia usług medycznych. Interdyscyplinarny charakter telemedycyny wymaga współpracy szczególnie między uczelniami medycznymi i technicznymi. Z dotychczasowych doświadczeń współpracy między Akademią Medyczną w Gdańsku (AMG) i Politechniką Gdańską wynika, że prawdopodobnie również w zakresie technologii przyszłości (*eHealth*) będą rozwijane wspólne projekty badawcze i edukacyjne.

1. TELEMEDYCYNĄ

Pojęcie „telemedycyna” opisuje dwa podstawowe obszary „medycyna” oraz „tele”, czyli „na odległość”, co oznacza, że najprostszą definicją telemedycyny (jaką podaje Wikipedia: pl.wikipedia.org) jest określenie telemedycyny jako „medycyny na odległość”, czyli formy medycyny i opieki zdrowotnej łączącej elementy telekomunikacji, informatyki oraz medycyny. Telemedycyna zależy bardzo od technologii, stąd jej sukces w praktyce jest uwarunkowany jakością, sprawnością oraz ceną technologii, z jakiej korzysta. Od kilkunastu lat telemedycyna rozwija się w ramach projektów badawczych, na początku w obrębie tematyki *Health telematics*, a obecnie *eHealth*. Niewątpliwie w zakresie europejskich

badań naukowych aplikacje medyczne z grupy *eHealth* cieszą się olbrzymim zainteresowaniem. Badania naukowe prognozują kierunki przyszłych wdrożeń i możliwych zastosowań praktycznych. Pomysły na telemedycynę często wyprzedzają aktualne możliwości technologiczne. Jednak w ostatnich latach dokonał się olbrzymi rozwój infrastruktury informatycznej i telefonii komórkowej w Europie i Polsce, co w pełni umożliwia (praktycznie każdemu) przesyłanie podstawowych danych i sygnałów medycznych, na przykład EKG. Pozwala to na stały rozwój usług na przykład telemonitoringu kardiologicznego. Nowe technologie (np. UMTS, *Universal Mobile Telecommunications System*) umożliwią opracowanie i wdrożenie

Janusz Siebert¹,
Jacek Rumiński²

¹Międzyuczelniane Uniwersyteckie Centrum Kardiologii, Katedra Medycyny Rodzinnej, Akademia Medyczna w Gdańsku

²Katedra Inżynierii Biomedycznej, Politechnika Gdańska

Adres do korespondencji:
prof. dr hab. med. Janusz Siebert
Katedra i Zakład Medycyny Rodzinnej,
Akademia Medyczna w Gdańsku
ul. Dębinki 2, 80-211 Gdańsk
e-mail: jsiebert@amg.gda.pl

Copyright © 2007 Via Medica
ISSN 1897-3590

usług, z których praktycznie będą mogli korzystać zarówno lekarze, jak i pacjenci. Oprócz problemów technologicznych rozwój telemedycyny hamują również inne trudności, do których można zaliczyć niedopasowanie prawa, problemy etyczne, finansowe (np. refundacja usług) czy wręcz nastawienie psychologiczne osób (zarówno lekarzy, jak i pacjentów).

Jednak można mieć pewność, że telemedycyna zmieni formy pracy lekarzy. Już dzisiaj istnieją umowy międzynarodowe w zakresie świadczenia usług telekonsultacyjnych w medycynie. Doskonałym tego przykładem jest teleradiologia: badania wykonane w jednym z krajów europejskich są opisywane lub konsultowane w Polsce. Podobne działania mają miejsce w zakresie telepatologii, teledermatologii i tym podobne. Skuteczność dzisiejszej telemedycyny może ilustrować również opracowanie technologii badania słuchu na odległość (zespół prof. Czyżewskiego z Politechniki Gdańskiej), telemonitoring kardiologiczny czy rozwijany w Zabrze projekt polskiego robota kardiochirurgicznego.

Telemedycyna w sposób szczególny wiąże się z nowoczesnymi naukami i kierunkami badań, takimi jak: inżynieria medyczna, bioinformatyka, informatyka medyczna czy biotechnologie. Dobrze ugruntowana współpraca AMG oraz Politechniki Gdańskiej może stać się źródłem kolejnych sukcesów również w telemedycynie.

2. TELEMEDYCINA A EDUKACJA

Olbrzymi rozwój technologii medycznej wymusza konieczność ciągłej edukacji. Przykładem takiej edukacji jest **Serwis MedTech**.

2.1. Serwis MedTech

Jednym z efektów wspólnej pracy jest system teleedukacyjny „MedTech — serwis edukacyjno-informacyjny. Technika w medycynie” opracowany w 2000 roku. Serwis jest poświęcony zastosowaniu elektroniki, telekomunikacji i informatyki w pozyski-

waniu, gromadzeniu i przetwarzaniu danych medycznych. Prezentowany w serwisie materiał ma charakter wprowadzający do omawianych zagadnień. Może stanowić podstawę edukacji technicznej w różnych dziedzinach medycyny. Serwis został opracowany przez zespół nauczycieli akademickich Katedry Inżynierii Biomedycznej PG (pod kierunkiem prof. Antoniego Nowakowskiego) i AMG. Serwis zawiera ponad 750 stron (A4) informacji w zakresie nowych technologii w medycynie. Treść materiałów podzielono na 15 multimedialnych pakietów:

- | | |
|-----------|---|
| PAKIET 1 | Sieci komputerowe |
| PAKIET 2 | Normy techniczne w medycynie |
| PAKIET 3 | Bezpieczeństwo w sieciach komputerowych |
| PAKIET 4 | Systemy informacyjne w medycynie |
| PAKIET 5 | Systemy rentgenowskie |
| PAKIET 6 | Technika tomografii komputerowej (RTG) |
| PAKIET 7 | Technika rezonansu magnetycznego (NMR) |
| PAKIET 8 | Techniki nuklearne w medycynie |
| PAKIET 9 | Ultrasonografia w medycynie |
| PAKIET 10 | Elektrokardiografia |
| PAKIET 11 | Elektroencefalografia |
| PAKIET 12 | Nowe metody diagnostyki medycznej (EIT, termografia, metody magnetyczne, itp) |
| PAKIET 13 | Słownik pojęć technicznych w medycynie |
| PAKIET 14 | Bezpieczeństwo sprzętu elektromedycznego |
| PAKIET 15 | Zapewnianie i kontrola jakości w radiologii i radioterapii. |

Przykładowe ekrany systemu MedTech przedstawiono na rycinie 1.

Projekt był współfinansowany przez fundację im. Stefana Batorego w ramach programu „Internet dla lekarzy”. Grono ekspertów (lekarzy) wyłonionych przez fundację z całe-

 **Telemedycyna w sposób szczególnie wiąże się z nowoczesnymi naukami i kierunkami badań**

go kraju bardzo wysoko oceniło rezultaty projektu MedTech.

Uaktualniany serwis jest bardzo atrakcyjny dla lekarzy techników. W ciągu jednego dnia rejestruje się około 5000 zapytań do serwisu jest rejestrowanych w trakcie jednego dnia. Ponad 100 000 użytkowników z całego świata kopiowało pakiety tematyczne.

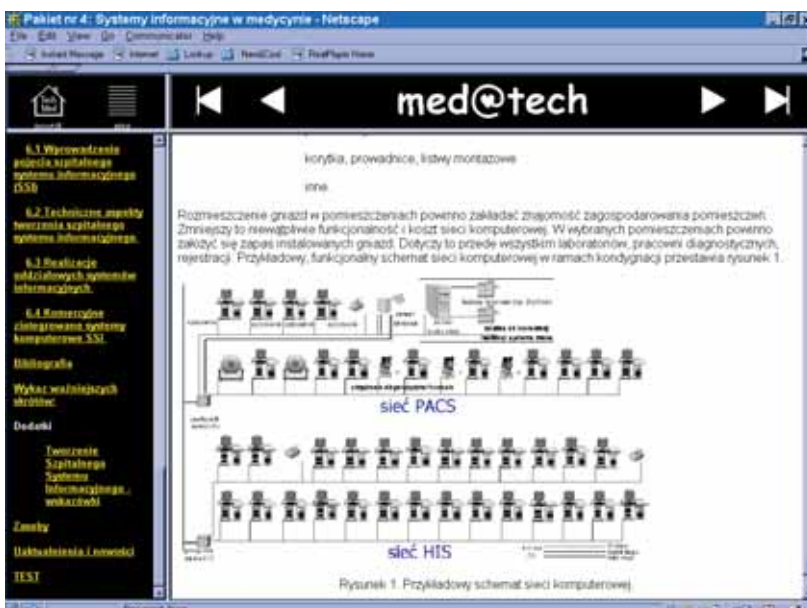
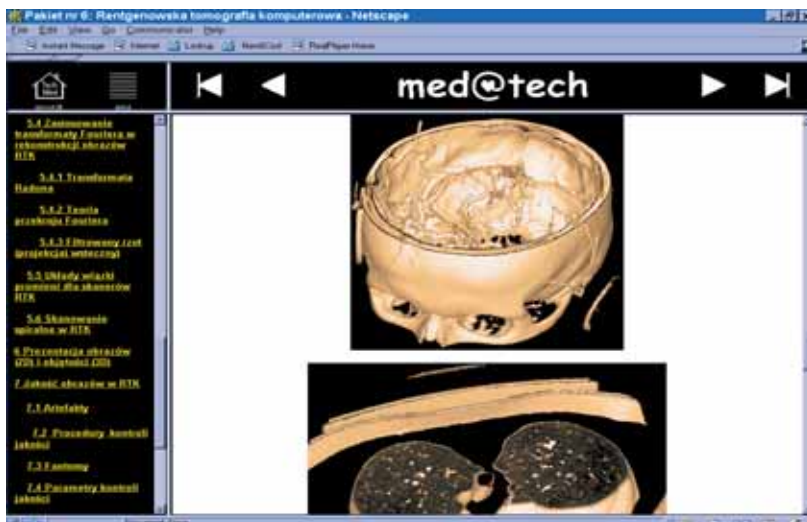
Warto podkreślić, że serwis jest wymieniony jako implementacja „Telemedycyny w edukacji” w raporcie: *E-health in central and east european countries, European Commission, DG Information Society, eHealth Unit, 2004.*

2.2. Serwis „Ryzyko”

Drugim serwisem — diagnostyczno-edukacyjnym, jest program badania czynników ryzyka i ryzyka zgonu z przyczyn sercowo-naczyniowych. Mieści się on na stronie www.ryzyko.amg.gda.pl. Po zakodowaniu wymaganych informacji automatycznie są generowane zalecenia modyfikacji podstawowych czynników ryzyka uwzględniające współistnienie chorób towarzyszących. Przykładowy ekran formularza internetowego pokazano na rycinie 2.

Na rycinie 3 przedstawiono przykładowy wynik obliczonego ryzyka.

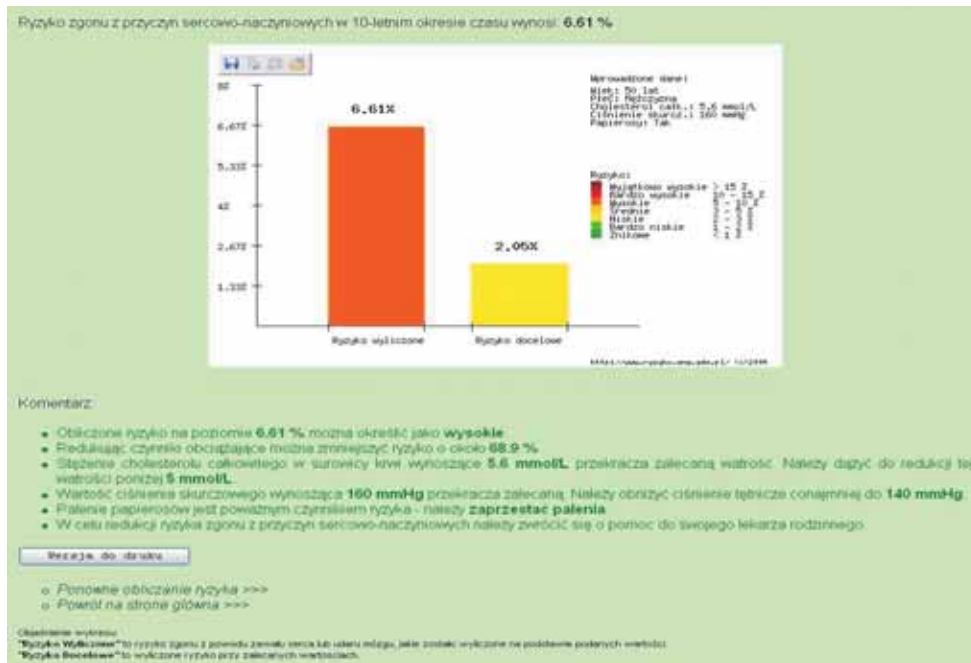
Obecnie zanotowano ponad 30 000 odwiedzin na stronie programu. Użytkownik otrzy-



Rycina 1. Przykładowe ekrany systemu MedTech

Rycina 2. Przykładowy ekran formularza internetowego programu „Ryzyko”

www.ryzyko.amg.gda.pl



Rycina 3. Przykładowy wynik obliczonego ryzyka

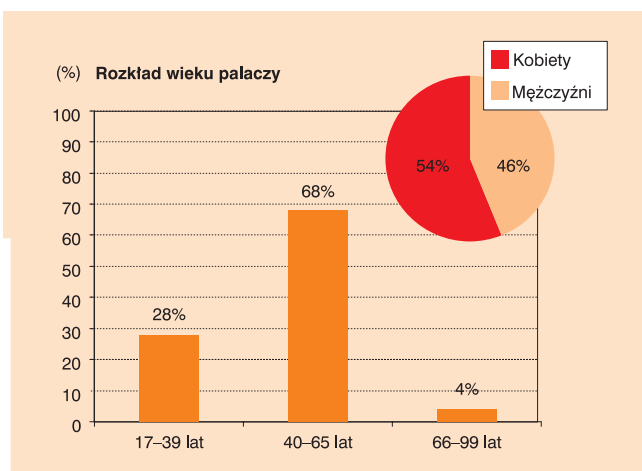
muje zalecenia w formie graficznej. Środowisko medyczne zobligowało autorów serwisu do opisania algorytmów postępowania w zależności od wyliczonego poziomu ryzyka. Program zawiera w sobie również element dydaktyczny. Pozwala obserwować wpływ modyfikacji czynników obciążających internautę na poziom ryzyka.

Ryciny 4–6 ilustrują przykładowe statystyki związane z serwisem „Ryzyko”.

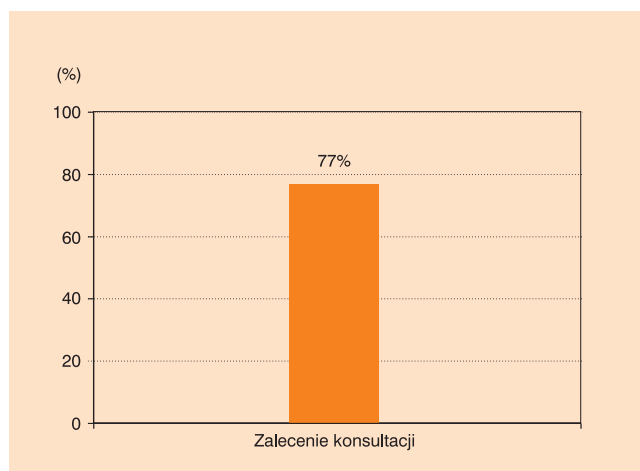
Obecnie trwają prace nad dalszym wzbogaceniem serwisu, między innymi o wizualizację rozkładu ryzyka w obszarze lokalizacji geograficznych.

2.3. Projekt KNOW

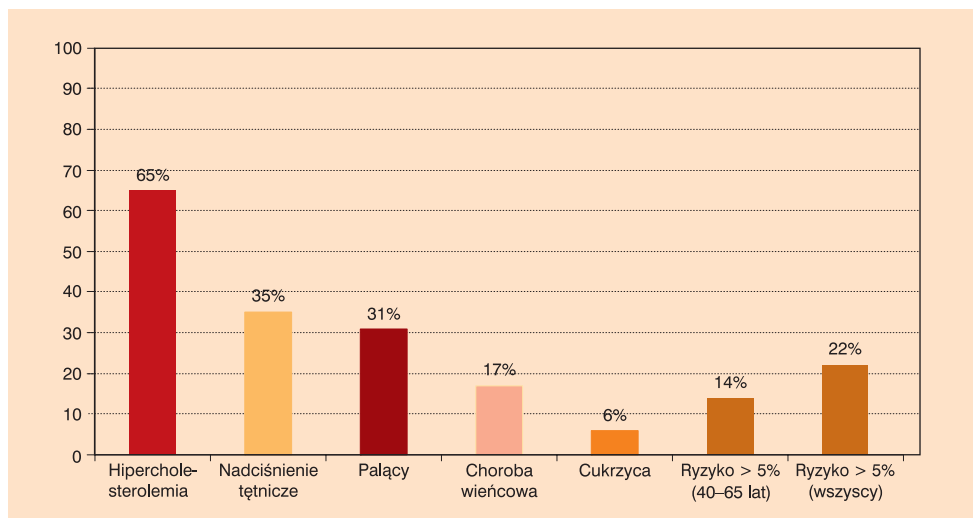
Współpraca między uczelniami Wybrzeża — Politechniką Gdańską, AMG, Uniwersyte-tem Gdańskim i Akademią Morską umożliwiła powstanie międzyuczelnianej Platformy



Rycina 4. Przykładowa statystyka — rozkład wieku palaczy. Rejestry wskazują, że 68% internautów stanowi grupa największego ryzyka w wieku 40–65 lat. Około 54% spośród nich stanowią mężczyźni



Rycina 5. Przykładowa statystyka — ilość zalecanych konsultacji (kontakt z lekarzem)



Rycina 6. Przykładowa statystyka — charakterystyka populacji na podstawie danych z programu „Ryzyko” (www.ryzyko.amg.gda.pl)

Edukacyjnej. Projekt nazwano KNOW — Kształcenie na odległość wspierające rozwój kwalifikacji zawodowych. W 2005 roku uzyskano środki finansowe w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego (ZPORR). W ramach projektu opracowano i przeprowadzono kursy w technologii *distance learning*, między innymi „Etyka organizacji”, „Leczenie bólu przewlekłego dla lekarzy rodzinnych”, „Diagnostyka radiologiczna”. Na rycinie 7 przedstawiono ekran pierwszej strony platformy KNOW.

W ramach platformy możliwy jest dostęp do wielu kursów i szkoleń (zarówno związanych z projektem KNOW, jak i z innymi, np. MedTech).

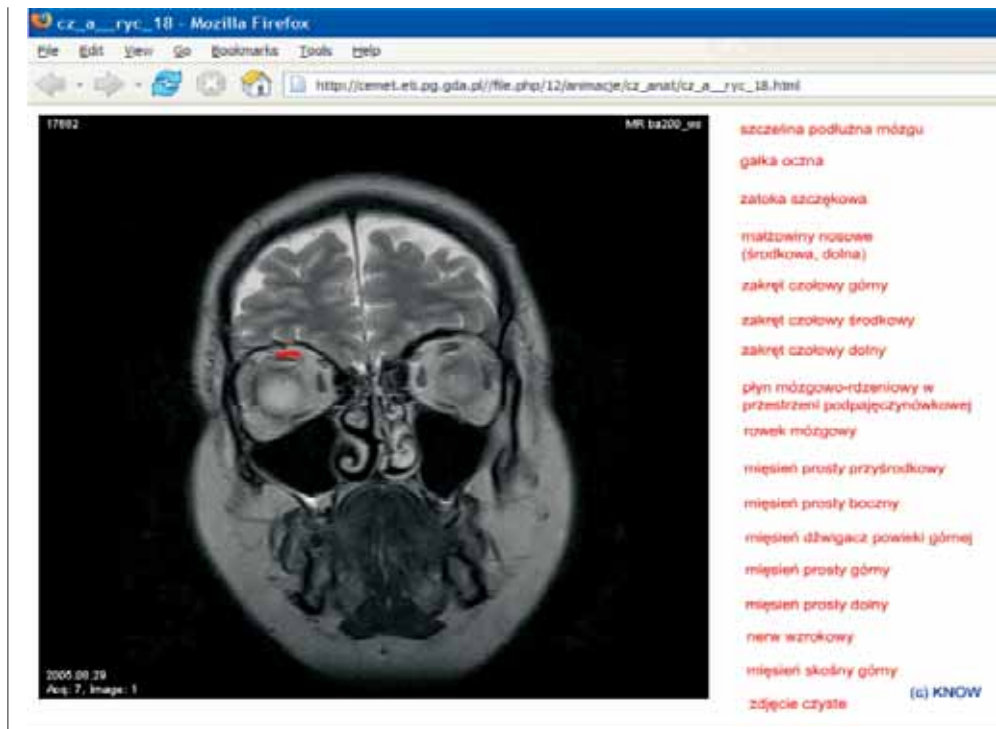
Interesującym kursem oferowanym w ramach projektu KNOW jest „Etyka organizacji”. Wielu uczestników tego kursu stanowi kadra zarządzająca w ochronie zdrowia. Merytorycznie kurs został zorganizowany i przygotowany przez dr. Michała Wrzesińskiego (Australia) i zespół z AMG (prof. Jannina Suchorzewska oraz dr Marta Michowska). Na rycinie 8 przedstawiono zdjęcie z zakończenia kursu, w czasie którego realizowana



Rycina 7. Ekran pierwszej strony platformy KNOW



Rycina 8. Zdjęcie z zakończenia kursu, w czasie którego realizowana była wideokonferencja z nauczycielem z Australii



Rycina 9. Przykładowy ekran dotyczący kursu „Diagnostyka radiologiczna”

- 10 Bóle mięśniowo-powięziowe (trudności diagnostyczne i sposoby leczenia); Fibromialgia (rzadki zespół bólu narządu ruchu (sposób diagnozowania i leczenie)

Okres realizacji modułu od 4.XI do 8.XI.

Wskazówki i polecenia

- BÓLE MIĘŚNIOWO-POWIĘZIOWE - WPROWADZENIE - prezentacja
- ENTEZOPATIA ROZCIĘGNA MIĘŚNI PROSTOWNIKÓW NADGARSTKA I PALCÓW (TZW. ŁOKIEĆ TENISYSTY)
- ZAPALENIE POCHEWKI ŚCIĘGNIEN ODWODZICIELA DŁUGIEGO KCIUKA I PROSTOWNIKA KRÓTKIEGO KCIUKA CHOROBA DE QUERVAINA
- ZAPALENIE ŚCIĘGNA ZGINACZA PALCA LUB KCIUKA. PALEC TRZASKAJĄCY
- USZKODZENIE STOŻKA ROTATORÓW STAWU RAMIENNEGO I STRUKTUR SAŚIADUJĄCYCH („ZAMROŻONY BARK”)
- ZAPALENIE ŚCIĘGNA PIĘTOWEGO ACHILLESA
- ENTEZOPATIA ROZCIĘGNA PODESZWOWEGO „OSTROGA PIĘTOWA”
- ZAPALENIE KALETKI WYROSTKA ŁOKCIOWEGO
- ZAPALENIE KALETKI PRZEDRZEPKOWEJ („KOLANO SPRZĄTACZKI”)
- ZAPALENIE KALETEK W OKOLICY „GĘSIEJ STOPKI”
- ZAPALENIE KALETKI KRĘTARZOWEJ I/ LUB KALETKI GUZA KULSZOWEGO
- ZAPALENIE KALETKI PALUCHA
- NEUROPATIA NERWU POŚRODKOWEGO - ZESPÓŁ CIEŚNI KANAŁU NADGARSTKA
- METATARSALGIA MORTONA
- FIBROMIALGIA
- Dyskusja do tematu
- Test z materiału bieżącego

Rycina 10. Przykład treści merytorycznych jednego z dziesięciu modułów merytorycznych

na była wideokonferencja z nauczycielem z Australii.

Na rycinie 9 pokazano przykładowy ekran dotyczący kursu „Diagnostyka radiologiczna” (koordynacja prof. Michał Stuniarek, dr Joanna Zielonko). Interaktywna współpraca kursanta umożliwia naukę anatomii radiologicznej.

Bardzo dużym zainteresowaniem cieszy się kurs „Leczenie bólu przewlekłego dla lekarzy rodzinnych” przygotowany przez prof. Janusza Sieberta oraz dr Zenobię Czuszyńską i dr. Marka Suchorzewskiego. Na rycinie 10 zaprezentowano przykład treści merytorycznych jednego z dziesięciu modułów merytorycznych.

Wszyscy absolwenci pierwszej edycji kursów uzyskali świadectwa ukończenia oraz dyplomy. Przykładowy dyplom przedstawiono na rycinie 11.

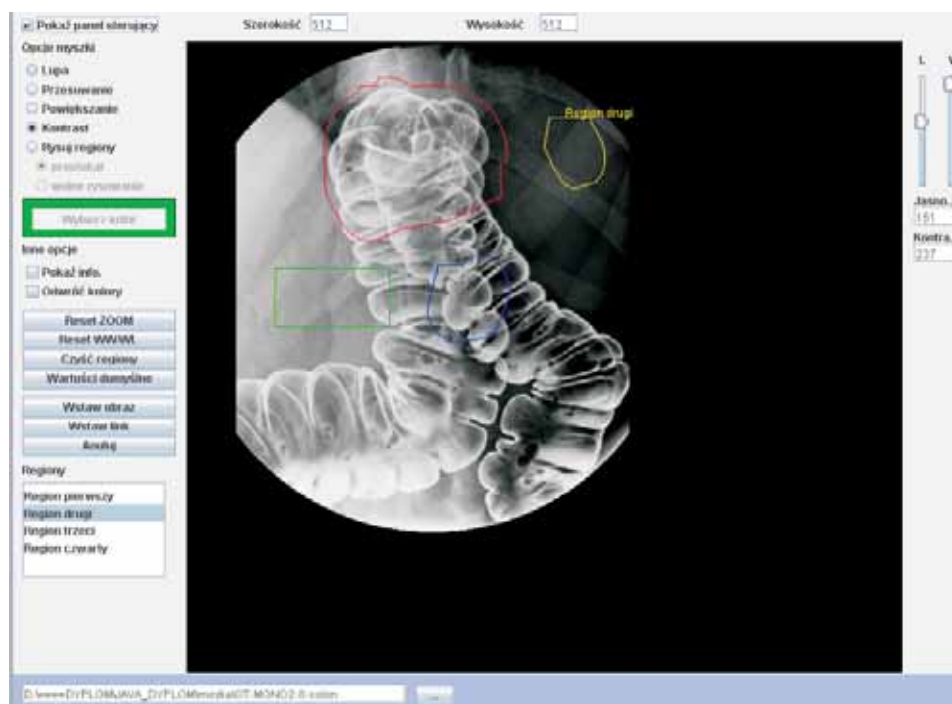
Pod koniec 2006 roku zakończyła się druga edycja kursów realizowanych techniką nauczania na odległość. Nie oznacza to jednak

końca współpracy, ponieważ nadal są rozwijane kolejne narzędzia wspomagające tele-edukację i telekonsultacje, do których można zaliczyć projekt interaktywnego dokumentu medycznego (edytor stron www w połączeniu z radiologicznym zbiorem danych DICOM oraz z innymi zbiorami cyfrowych danych medycznych — ryc. 12), systemu wyszukiwania obrazów (ryc. 13) na podstawie ich treści lub projekt wirtualnej klasy/wirtualnego kominka.

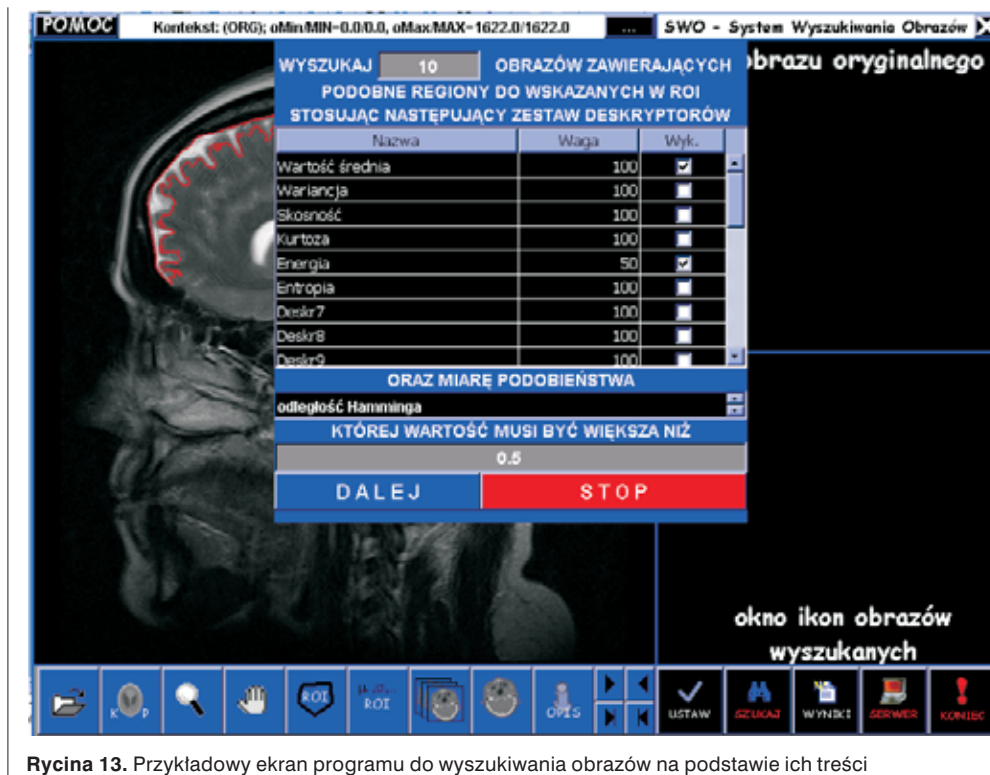
Nową jakością w medycynie elektronicznej są elementy systemu epidemiologiczno-diagnostycznego zawarte w projektach zleconych, do których należą „Baza danych rozproszonych dla lekarzy rodzinnych” — projekt zrealizowany i wdrożony (faza zastosowania testowego) oraz „Zastosowanie sieci neuronowych dla ekstrakcji danych medycznych” — gdzie opracowano koncepcję wdrożenia projektu. Obydwa zadania są wykonywane wspólnie przez AMG i Politechnikę Gdańską.



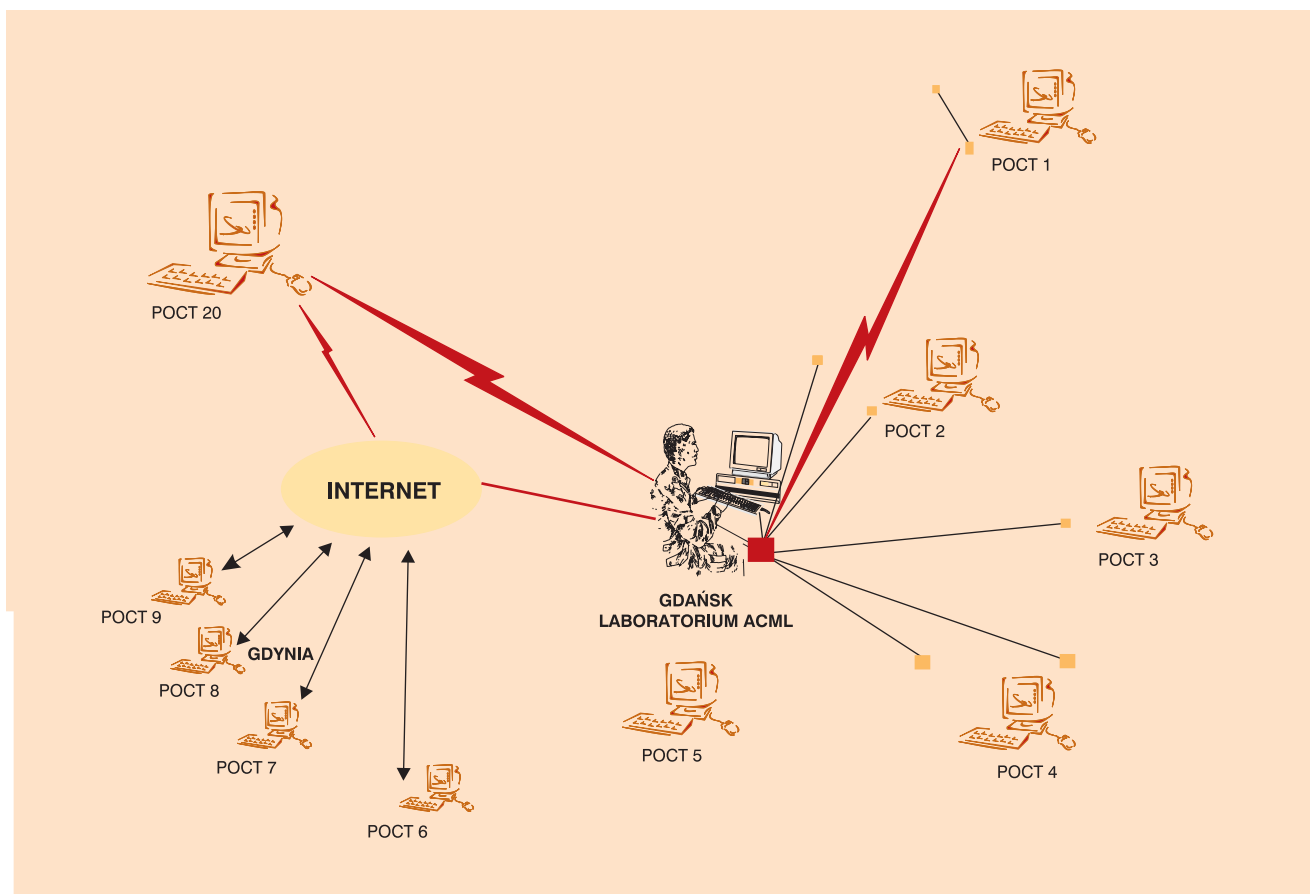
Rycina 11. Przykładowy dyplom ukończenia kursu



Rycina 12. Przykładowy ekran programu opisu obrazu (w formacie DICOM) w celu jego opisu i wbudowania w dokument interaktywny



Rycina 13. Przykładowy ekran programu do wyszukiwania obrazów na podstawie ich treści



Rycina 14. Przykładowa topologia połączeń między ośrodkami POCT a centrum ACML

3. TELEMEDYCYNĄ DLA LEKARZA RODZINNEGO

W województwie pomorskim jest ponad 1000 lekarzy pracujących w POZ jako lekarze rodzinni. Gabinety lekarskie rozproszone są w odległości do 180 km od ośrodka akademickiego. Ta populacja zgłasza zapotrzebowanie na system zawierający:

- system szybkiego powiadamiania;
- system szybkiej konsultacji lekarskiej;
- zintegrowany system edukacyjny;
- zintegrowany system diagnostyki laboratoryjnej.

Te cztery elementy zawarte są w pojęciu teledycyny, dlatego wskazana jest forma realizacji z zastosowaniem teledycyny. Rozwiązaniu zadania sprzyja ścisła współpraca między AMG a Politechniką Gdańską.

Powołano międzyuczelniane centrum naukowo-badawcze, składające się z:

- Katedry Inżynierii Biomedycznej PG;
- Katedry Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn PG;
- Katedry Medycyny Rodzinnej AMG;
- oraz jednostki wdrożeniowej.

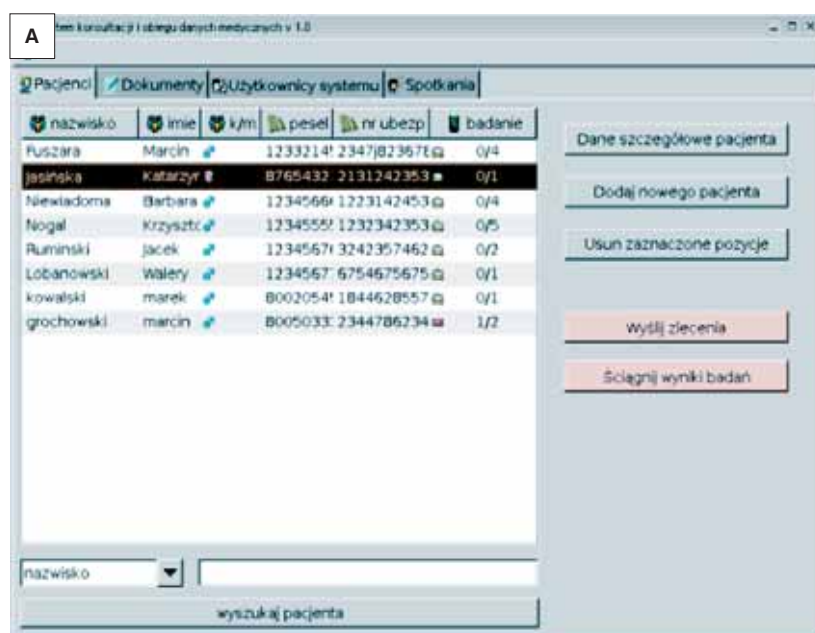
Wystąpiono z wnioskiem o utworzenie wspólnego kierunku studiów.

Obecnie powstaje nowy projekt: „System kompleksowej diagnostyki medycznej w prewencji i monitorowaniu chorób pacjentów regionu pomorskiego”. Celem projektu jest nawiązanie współpracy między grupą lekarzy rodzinnych województwa pomorskiego i wysoko specjalistycznymi laboratoriami medycznymi, ośrodkami szybkiej diagnostyki, konsultacji ACK AMG.

W ramach projektu oceniona będzie między innymi łączność logistyczna i informatyczna w zakresie podstawowej i specjalistycznej laboratoryjnej diagnostyki medycznej.

W pierwszym okresie projekt zakłada współpracę lekarzy rodzinnych z laboratoriami specjalistycznymi ACML (ryc. 14). Zasadą ogólną jest pobieranie badań podstawowych w *Point of Care Testing* (POCT), czyli

w lokalnym punkcie laboratoryjnym zorganizowanym w gabinecie lekarza rodzinnego. W ramach projektu POCT będą wyposażone w niezbędny sprzęt laboratoryjny i informatyczny. Badania specjalistyczne będą obejmowały pełny pakiet diagnostyki laboratoryjnej. W ramach projektu zostanie uruchomiony system konsultacji lekarza rodzinnego z przedstawicielami poszczególnych dyscyplin medycznych.



Rycina 15. Przykładowe ekrany oprogramowania: A. systemu wymiany doświadczeń, B. dedykowanego komunikatora

W ramach współpracy powstają pierwsze narzędzia informatyczne:

- rozproszony system kształcenia, konsultacji i wymiany doświadczeń w zakresie medycyny rodzinnej (ryc. 15a);
- system zleceń i wymiany danych badań laboratoryjnych;
- dedykowany komunikator w formie przesyłania tekstu, poczty elektronicznej i SMS-ów (ryc. 15b);
- system telekonsultacji EKG;
- system gromadzenia i wymiany obrazów medycznych.

W wyniku realizacji projektu i wdrożenia systemu kompleksowej diagnostyki medycznej zakłada się poprawę:

- nadzoru klinicznego pacjentów;
- monitorowania leczenia chorób przewlekłych;
- kontroli terapii;
- relacji pacjenta z lekarzem;

- podejmowania decyzji medycznych;
- szybkości diagnostyk;
- zdrowia i satysfakcji pacjenta;
- dostępu pacjenta do badań specjalistycznych;
- satysfakcji lekarza rodzinnego;
- obniżenia kosztów.

PODSUMOWANIE

U podstaw dzisiejszej technologii wymiany danych leży technika cyfrowa. W ramach współpracy między AMG i Politechniką Gdańską zrealizowano wiele wspólnych projektów z zakresu telemedycyny. Jednak trudno je wszystkie wymienić w tak krótkim opracowaniu. W sposób naturalny ta znakomita współpraca będzie ułatwiać pracę lekarzy.