

HERMES — komputerowy system konsultacyjny wspomagający diagnostykę nadciśnienia tętniczego

HERMES — Knowledge Based Expert System to Aid a Primary Care Physician Practice and Training in the Diagnosis of Arterial Hypertension

Summary

The problem of aiding physician in early diagnosis and management of arterial hypertension has intensively been addressed in the form of indications, standards of management, recommendations, protocols, algorithms, etc. All those aids, however, relate more or less to the 'average patient' hardly met in medical practice. Using computer-aided consultation system that allows for dialogue, provides quite new opportunity to switch from the 'average' to a real case that may present with a constellation of features and clinical manifestations.

Building a knowledge based computer consultation system (called **HERMES** — Hypertension Explanation by a **R**ule-based **M**edical **E**xpert **S**ystem) to aid primary care physician in explanation of causes for arterial hypertension with a respective expert knowledge base was the main objective of the study. The system may help doctors in putting well justified diagnostic hypotheses to be differentiated as well as in planning steps that could lead to diagnosis in a most effective way.

Numerous expert knowledge rules has been acquired as a basic material for HERMES development. A previously developed **ELSA** method of knowledge acquisition and processing (**E**xpert **L**attice **S**tructured **A**cquirements) as well as the **ELSA-Shell** system for building medical knowledge bases have been applied to complete the project. The medical knowledge base on arterial hypertension diagnostic management includes definitions of 17 causes for arte-

rial hypertension that might be taken as diagnostic hypotheses, 98 symptoms, signs and laboratory findings, 48 diagnostic questions (tests) and 13,328 medical knowledge rules. The knowledge base has also been applied for development of other aids to medical practice and training as the knowledge based model of patient problem-oriented history taking and extended assumptions for a textbook on differential diagnosis of arterial hypertension aimed at the primary care physician training.

key words: arterial hypertension, primary care, medical training, medical knowledge base, medical expert system
Arterial Hypertension 2002, vol. 6, no 1, pages 1–7.

Cel badania

Pojęcie nadciśnienia tętniczego określa stan przewlekłe podwyższonego ciśnienia tętniczego krwi, z uwzględnieniem jego szkodliwych następstw. Szacuje się, że w Polsce nadciśnieniem dotkniętych jest co najmniej 5,5 miliona osób [1, 2]. Znaczne rozpowszechnienie tego schorzenia oraz związana z nim śmiertelność i zachorowalność stawia nadciśnienie tętnicze w rzędzie najważniejszych chorób społecznych. Lekarz pierwszego kontaktu, ze względu na swoje usytuowanie w systemie opieki zdrowotnej, odgrywa szczególną rolę we wczesnym wykrywaniu i podejmowaniu skutecznego postępowania w przypadkach tej choroby [3]. Wiadomo też, że zarówno początkujący lekarz, jak i doświadczony klinicysta stają codziennie przed tymi samymi problemami; podobne są wobec nich oczekiwania, różne natomiast możliwości wyznaczane nabytą

Adres do korespondencji: dr hab. med. Jacek Ruszkowski
Zakład Dydaktyki Medycznej
Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego
01–826 Warszawa, ul. Kleczewska 61

 Copyright © 2002 Via Medica, ISSN 1428–5851

Praca została wykonana w ramach projektu badawczego
Komitetu Badań Naukowych nr 8 T11E 030 19; 2000

wiedzą, umiejętnościami, doświadczeniem i dostępem do badań dodatkowych. Pomoc w szybszym wyrównaniu tych różnic stanowi główny, choć nie jedyny, powód poszukiwania nowych, skutecznych metod gromadzenia, przetwarzania i udostępniania wiedzy medycznej.

Przedmiotem pracy są zagadnienia informatycznego wsparcia działalności praktycznej i kształcenia lekarzy podstawowej opieki zdrowotnej (lekarzy rodzinnych) w wyjaśnianiu przyczyn nadciśnienia tętniczego poprzez wykorzystanie wiedzy medycznej ekspertów zgromadzonej w komputerowych systemach konsultacji lekarskiej. Problem wspomaganie lekarza we wczesnym wykrywaniu i skutecznym postępowaniu w tym schorzeniu doczekał się licznych opracowań w postaci wytycznych, standardów postępowania, rekomendacji, protokołów, algorytmów itp. [4, 5]. Często są one prezentowane w postaci graficznej jako tabele, schematy, diagramy, drzewa decyzyjne, grafy. Uzyskiwana tą drogą przejrzystość ma znaczenie szczególne dla szybkiego opanowania wiedzy oraz wygody użytkownika. Jednak wszystkie tego rodzaju poradniki odnoszą się do tzw. przeciętnego pacjenta, z którym lekarze dość rzadko stykają się w praktyce.

Podstawowym celem pracy jest podniesienie sprawności diagnostycznej lekarza pierwszego kontaktu w wyjaśnianiu przyczyn nadciśnienia tętniczego, przy wsparciu komputerowego systemu konsultacyjnego, z którym, w odróżnieniu od podręcznika czy schematu postępowania, można prowadzić dialog. W miejsce „przeciętnego pacjenta”, obiektem rozważań staje się pacjent rzeczywisty — autentyczny przypadek kliniczny, z dowolną kombinacją cech i objawów. System konsultacyjny oparty na komputerowej BAZIE WIEDZY MEDYCZNEJ EKSPERTÓW może ułatwiać dochodzenie do rozpoznania lub dobrze uzasadnionych podejrzeń. Pomoc systemu obejmuje w szczególności:

- fazę formułowania i różnicowania przez lekarza hipotez diagnostycznych;
- fazę wyboru działań diagnostycznych najszybciej (i najtaniej) prowadzących do rozpoznania.

Materiał i metody

Materiał do realizacji projektu stanowi przede wszystkim **wiedza medyczna**. Występuje tu ona w podwójnym charakterze: stanowi przedmiot opracowania i zarazem podstawowy materiał — tworzywo dla działania systemu konsultacji lekarskiej.

W realizacji projektu wykorzystano opracowaną wcześniej metodę gromadzenia i przetwarzania wie-

dzy medycznej ekspertów ELSA (*Expert Lattice Structured Acquirements*) [6] oraz zbudowane na jej podstawie:

— program — algorytm wspomaganie rozumowania lekarskiego ALADIN (*ALgorithm for Aiding Diagnostic INferencing*) [7, 8];

— program ELSA-Shell, przeznaczony do generowania baz wiedzy dla systemów konsultacji lekarskiej.

Metoda ELSA ukształtowana została w myśl następującej zasady:

„Jeżeli niezawodność wiedzy uzyskiwanej od ekspertów zapytywanych o złożone sytuacje kliniczne okazuje się niedostateczna, uproszcmy nasze pytania tak dalece, jak to możliwe, a następnie dokonajmy takiej kompozycji uzyskanych odpowiedzi (fragmentów wiedzy), aby uzyskać ewaluację (np. porządku hipotez diagnostycznych) jako przesłanki decyzji wobec dowolnie złożonego zespołu objawów”.

Model wiedzy przyjęty w metodzie ELSA wymaga od ekspertów określenia wielu obiektów, do których należą [8]:

— **Problem diagnostyczny: P** — fakt kliniczny (objaw patologiczny, dolegliwość), zwykle powód zgłoszenia się pacjenta po poradę; dla lekarza — przedmiot wyjaśniania w procesie diagnozy, na podstawie wiedzy medycznej oraz danych klinicznych pacjenta;

— **Hipotezy diagnostyczne: $d_1, \dots, d_N \in D$** — podejrzenia, przypuszczenia (sądy) ekspertów o czynnikach uważanych za możliwe przyczyny wystąpienia problemu diagnostycznego P;

— **Objawy: $s_1, \dots, s_M \in S$** — dane o pacjencie, uznane przez ekspertów za istotne w różnicowaniu hipotez diagnostycznych z D w celu ustalenia rozpoznania w procesie diagnozy;

— **Testy diagnostyczne: $t_1, \dots, t_P \in T$** — wszelkie działania (kroki diagnostyczne) — elementy badania podmiotowego i przedmiotowego, badań laboratoryjnych i pomocniczych, a czasem również działania terapeutyczne, służące uzyskiwaniu ustalonych wcześniej danych o pacjencie (objawów $s_1, \dots, s_M \in S$);

— **Reguły preferencji: $R_p(d_i, d_j/PD\&s)$** — zdania opisujące relację preferencji pomiędzy parami podejrzeń $d_i, d_j \in D$, jako możliwych przyczyn wystąpienia określonego problemu diagnostycznego PD;

Wprowadza się także trzystopniową ocenę stopnia preferencji pomiędzy podejrzeniami $d_i, d_j \in D$, wyrażoną jako: „silna preferencja”, „preferencja”, „brak preferencji (zróznicowania)”, wówczas reguła preferencji jako zdanie może przybierać jedną z trzech następujących postaci:

Jeżeli:

wystąpił problem PD i stwierdzono przy tym objaw s

to:

podejrzenie d_j

jest silnie preferowane względem podejrzenia d_i

lub

jest preferowane względem podejrzenia d_i

lub

nie jest zróżnicowane względem podejrzenia d_i

jako przyczyna wystąpienia PD.

— Baza reguł preferencji (baza wiedzy ekspertów) — zbiór reguł preferencji określonych dla każdego objawu s i każdej pary chorób (hipotez) d_j i d_i .

Oto kilka reguł preferencji, pochodzących z bazy wiedzy ekspertów zbudowanej do różnicowania przyczyn nadciśnienia tętniczego, sformułowanych według powyższych zasad:

Reguła 1

Jeżeli: wystąpiło nadciśnienie tętnicze i stwierdzono przy tym otyłość,

to: zespół Cushinga *jest silnie preferowany względem nadczynności tarczycy*

jako przyczyna wystąpienia nadciśnienia tętniczego;

Reguła 2

Jeżeli: wystąpiło nadciśnienie tętnicze i stwierdzono przy tym otyłość,

to: nadciśnienie samoistne *jest preferowane względem nadczynności tarczycy*

jako przyczyna wystąpienia nadciśnienia tętniczego;

Reguła 3

Jeżeli: wystąpiło nadciśnienie tętnicze i stwierdzono przy tym krwinkomocz,

to: zapalenie kłębuszków nerkowych *jest silnie preferowane względem nadciśnienia samoistnego*

jako przyczyna wystąpienia nadciśnienia tętniczego;

Reguła 4

Jeżeli: wystąpiło nadciśnienie tętnicze i stwierdzono przy tym krwinkomocz,

to: guz nerki *jest silnie preferowany względem nadciśnienia samoistnego*

jako przyczyna wystąpienia nadciśnienia tętniczego;

Reguła 5

Jeżeli: wystąpiło nadciśnienie tętnicze i stwierdzono przy tym powiększenie jednej lub obu nerek w badaniu ultrasonograficznym,

to: guz nerki *jest silnie preferowany względem guza chromochłonnego*

jako przyczyna wystąpienia nadciśnienia tętniczego;

Reguła 6

Jeżeli: wystąpiło nadciśnienie tętnicze i stwierdzono przy tym powiększenie jednej lub obu nerek w badaniu ultrasonograficznym,

to: torbielowatość nerek *jest silnie preferowana względem zatrucia ciążowego*

jako przyczyna wystąpienia nadciśnienia tętniczego;

Reguła 7

Jeżeli: wystąpiło nadciśnienie tętnicze i stwierdzono przy tym powiększenie jednej lub obu nerek w badaniu ultrasonograficznym,

to: torbielowatość nerek *jest preferowana względem nadciśnienia samoistnego*

jako przyczyna wystąpienia nadciśnienia tętniczego.

Wyniki

Metoda gromadzenia i przetwarzania wiedzy lekarskiej ELSA posłużyła do budowy systemu konsultacji lekarskiej do wspomaganie diagnostyki różnicowej przyczyn występowania nadciśnienia tętniczego przez lekarzy pierwszego kontaktu, szczególnie lekarzy rodzinnych. Podstawę do budowy użytkowej wersji systemu stanowiły odpowiednio połączone: **BAZA WIEDZY EKSPERTÓW** oraz **algorytm konsultacji ALADIN**, określający m.in. zasady przetwarzania wiedzy oraz sposób komunikacji użytkownika z systemem.

Zatem oba te obiekty — system konsultacji lekarskiej oraz odpowiednia baza wiedzy ekspertów — należą do bezpośrednich rezultatów pracy.

Prototypowa baza wiedzy ekspertów na temat wyjaśniania przyczyn nadciśnienia tętniczego

Zdefiniowana baza wiedzy ekspertów obejmuje: — Hipotezy diagnostyczne: **17 wybranych schorzeń i stanów patologicznych** uznanych za możliwe przyczyny występowania nadciśnienia tętniczego:

1. stres psychiczny
2. nadużywanie alkoholu
3. nadciśnienie tętnicze pierwotne
4. zwężenie tętnic nerkowych
5. niezapalne i nierozrostowe uszkodzenie nerek
6. zapalenie kłębuszków nerkowych
7. torbielowatość nerek
8. guz nerki
9. guzkowe zapalenie tętnic
10. koarktacja aorty
11. nadczynność tarczycy

12. niedoczynność tarczycy
13. hiperaldosteronizm pierwotny
14. guz chromochłonny
15. zespół Cushinga
16. zatrucie ciążowe
17. guz mózgu

— **Objawy:** 98 danych podmiotowych, przedmiotowych i laboratoryjnych uznanych za przydatne w różnicowaniu przyjętych wcześniej hipotez diagnostycznych — przyczyn nadciśnienia tętniczego;

— **Testy diagnostyczne:** 48 testów — **działań diagnostycznych** prowadzących do stwierdzenia przyjętych objawów;

— **Reguły wiedzy:** 13 328 reguł wiedzy zapisanych według modelu przedstawionego w części **Material i metody**.

Złożona z reguł **BAZA WIEDZY EKSPERTÓW** stanowi także materiał wyjściowy do opracowania innych, nowoczesnych pomocy w praktyce i dydaktyce medycznej (np. podręczników, algorytmów ustalania wskazań do wykonania procedur medycznych itp.).

HERMES — system konsultacji lekarskiej wspomagający lekarza pierwszego kontaktu w wyjaśnianiu przyczyn nadciśnienia tętniczego

Bezpośrednim zadaniem systemu **HERMES** (*Hypertension Explanation by a Rule-based Medical Expert System*) jest wspomaganie działalności praktycznej i kształcenia lekarzy podstawowej opieki zdrowotnej w wyjaśnianiu przyczyn nadciśnienia tętniczego. Polega ono głównie na pomocy w prawidłowej ocenie możliwych przyczyn nadciśnienia tętniczego oraz układaniu racjonalnego (klinicznie i ekonomicznie) planu badań poprzez:

— różnicowanie wybranej grupy podejrzeń (hipotez diagnostycznych) zależnie od sytuacji klinicznej pacjenta;

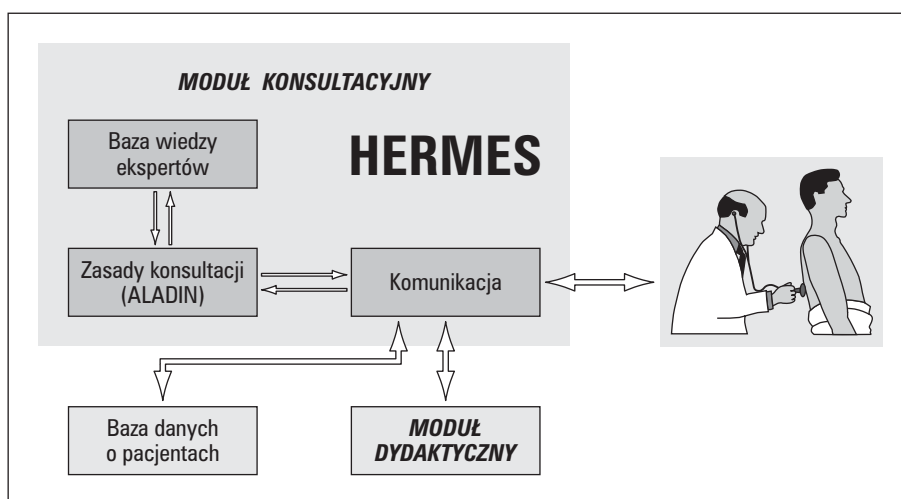
— wybór skutecznych kroków diagnostycznych, zależnie od ich przydatności w różnicowaniu przyjmowanych podejrzeń (hipotez diagnostycznych).

MODUŁ KONSULTACYJNY jest centralnym elementem systemu i realizuje podstawowe jego zadania poprzez odpowiednią współpracę pomiędzy programem **ALADIN**, **BAZĄ WIEDZY MEDYCZNEJ** oraz **MODUŁEM KOMUNIKACJI**.

BAZA DANYCH O PACJENTACH o pojemności 9000 przypadków jest pomocniczą częścią składową systemu. Można tam przechowywać dane o konsultowanych przypadkach, można też korzystać z niej autonomicznie, tj. bez powiązania z konsultacyjną funkcją systemu. Sprawia to, że **HERMES** może stanowić dobre uzupełnienie informatycznej obsługi gabinetu lekarskiego.

MODUŁ DYDAKTYCZNY może dostarczać użytkownikowi wiedzy na temat schorzeń i stanów patologicznych rozpatrywanych jako możliwe przyczyny wystąpienia nadciśnienia tętniczego. System przedstawia **zwięzły opis każdego ze schorzeń** z zaznaczeniem: istoty zjawiska, elementów symptomatologii, patomechanizmu (o ile jest znany), poważniejszych następstw; **wskazuje także objawy wzmacniające i osłabiające hipotezę, że dane schorzenie jest przyczyną wystąpienia nadciśnienia**.

MODUŁ KOMUNIKACJI służy użytkownikowi do operowania systemem, pozwala przekazywać zapytania i polecenia, odbierać sugestie i rekomendacje diagnostyczne, zapisywać i odczytywać dane pacjentów. **USYTUOWANIE SYSTEMU** przewidziano głównie w placówkach podstawowej opieki zdrowotnej,



Rycina 1. Struktura systemu konsultacji z bazą wiedzy ekspertów **HERMES**
Figure 1. Structure of **HERMES** — a knowledge based medical ekspert system

małych ośrodkach (np. wiejskich), w krajach rozwijających się, a także w ośrodkach edukacyjnych (akademie medyczne, ośrodki kształcenia podyplomowego). **PRACA Z SYSTEMEM** może się odbywać przy użyciu dowolnego komputera typu PC/286/386/486/Pentium, w systemie operacyjnym DOS.

Generalną strukturę systemu HERMES przedstawia rycina 1.

Pracę systemu ilustruje fragment przykładowej sesji konsultacyjnej przypadku:

45-letnia pacjentka, właścicielka kancelarii adwokackiej, zgłosiła się po poradę do lekarza rodzinnego z powodu nasilającej się bezsenności. W trakcie dalszego postępowania stwierdzono u pacjentki nadciśnienie tętnicze. Jako możliwe jego przyczyny lekarz rozważał:

- stres psychiczny;
- nadciśnienie samoistne;
- zwężenie tętnic nerkowych;
- niezapalne i nierozrostowe uszkodzenie nerek;
- torbielowatość nerek;
- guz nerki.

W świetle wyników przeprowadzonego badania podmiotowego i przedmiotowego system HERMES zasugerował następujące preferencje wśród różnicowanych chorób (jako podejrzewanych przyczyn nadciśnienia) od poziomu najwyższego (1) do najniższego (14) (ryc. 2).

System wyraźnie preferuje 2 spośród 6 podejrzeń, ze wskazaniem **stresu psychicznego** jako poszukiwanej przyczyny nadciśnienia.

Po analizie sytuacji lekarz ograniczył podejrzenia do:

- stresu psychicznego i
- nadciśnienia samoistnego

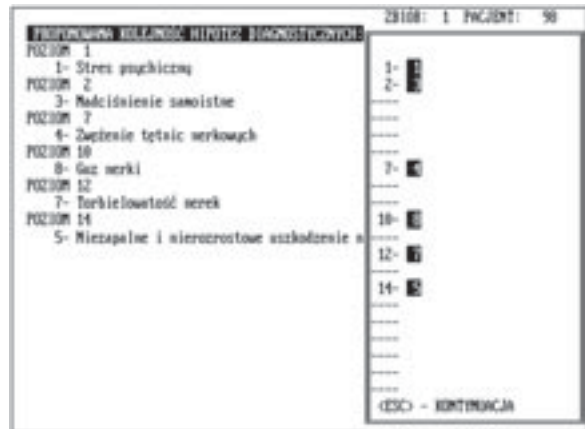
jako przyczyn nadciśnienia tętniczego poddawanych dalszemu różnicowaniu.

W tym celu system zasugerował następujące badania laboratoryjne, ułożone według poziomów ich wartości (przydatności) do różnicowania pomiędzy aktualnymi podejrzeniami (ryc. 3).

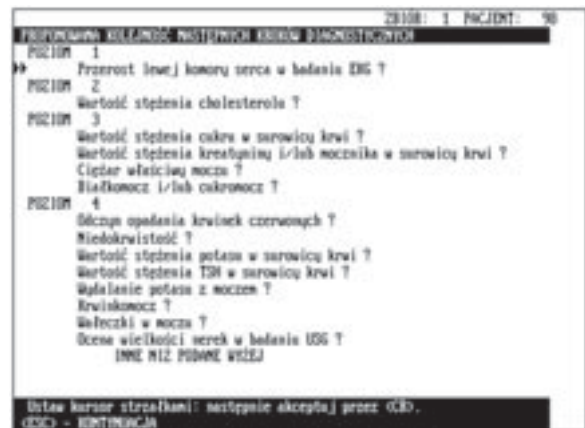
Wykonanie badań wskazanych przez system na trzech pierwszych poziomach preferencji przyniosło następujące wyniki:

- wartość stężenia cukru w surowicy krwi w normie;
- wartość stężenia cholesterolu prawidłowa;
- wartość stężenia kreatyniny i/lub mocznika w surowicy krwi normalna;
- ciężar właściwy moczu normalny;
- nie występuje białkomocz i/lub cukromocz;
- lewa komora serca bez odchyień od normy w badaniu EKG.

Na tej podstawie system HERMES przedstawił następujące rekomendacje diagnostyczne wskazujące **stres psychiczny** jako najwyżej preferowaną przyczynę nadciśnienia tętniczego stwierdzonego u pacjentki (ryc. 4).

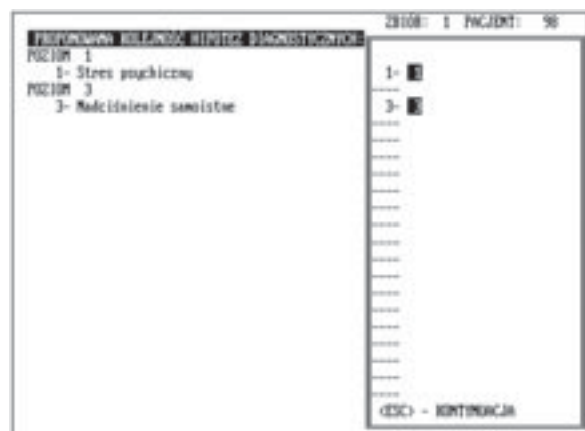


Rycina 2. Wstępne preferencje diagnostyczne systemu HERMES
Figure 2. HERMES's primary diagnostic preferences suggested



Rycina 3. Preferencje wyboru badań laboratoryjnych sugerowane przez system

Figure 3. System suggestions on laboratory tests preferred



Rycina 4. Ostateczne preferencje diagnostyczne systemu HERMES
Figure 4. HERMES's concluding diagnostic preferences suggested

Inne rezultaty

Budowa **BAZY WIEDZY EKSPERTÓW** na temat wyjaśniania przyczyn nadciśnienia tętniczego pozwoliła na osiągnięcie wielu innych wyników, do których należą:

- **prototyp programowanej historii choroby** do ewidencjonowania danych o pacjentach diagnozowanych z powodu nadciśnienia tętniczego;
- **założenia do opracowania podręcznika diagnostyki różnicowej** przyczyn nadciśnienia tętniczego dla lekarza pierwszego kontaktu, **pomocy w przed-i podyplomowym kształceniu medycznym**;
- **rekommendacje do poprawy wykrywalności stanów zagrożających**, objawiających się podwyższonym ciśnieniem tętniczym bądź nadciśnieniem;
- **sugestie usprawnienia współpracy lekarza ogólnego z konsultantami** w prawidłowym postępowaniu z pacjentem z nadciśnieniem tętniczym.

Wnioski

W świetle uzyskanych wyników należy uznać, że osiągnięte zostały niektóre zasadnicze cele projektu. Opracowano bazę wiedzy medycznej wraz ze współpracującym z nią systemem konsultacji lekarskiej. Powstał nowoczesny instrument wspomagający działalność praktyczną i szkolenie lekarzy pierwszego kontaktu — lekarza ogólnie praktykującego, lekarza rodzinnego, czy też — po prostu — niespecjalisty, często stykającego się w swej praktyce z objawami podwyższonego ciśnienia tętniczego i nadciśnieniem jako schorzeniem. System może być także pomocny lekarzom odbywającym szkolenie w zakresie medycyny rodzinnej, studentom wyższych lat uczelni medycznych, szczególnie zainteresowanym przyszłą pracą w dziedzinie medycyny rodzinnej.

Wprowadzając do praktyki rezultaty pracy, należy wszakże pamiętać, że diagnoza lekarska jest i pozostanie przede wszystkim domeną człowieka, wspieranego — oby jak najskuteczniej — przez postęp technologiczny. Lekarz pozostaje też i pozostawać będzie osobą odpowiedzialną za podejmowane przez siebie decyzje i wszelkie ich następstwa. W opiece zdrowotnej podejmuje się codziennie nieprzebraną ilość rozmaitego rodzaju decyzji. Wiele z nich ma zasadnicze znaczenie dla zdrowia i życia pacjenta, niestety — nie wszystkie są trafne [9]. Gdyby więc choć część tych decyzji dało się uczynić trafniejszymi dzięki umiejętnemu stosowaniu technologii informacyjnych, trud rozwoju tych środków byłby ze wszech miar oplacalny.

Streszczenie

Problem wspomaganie lekarza we wczesnym wykrywaniu i postępowaniu w nadciśnieniu tętniczym doznał się wielu opracowań w postaci wytycznych, standardów postępowania, rekomendacji, protokołów, algorytmów itp. Jednak tego rodzaju pomoce odnoszą się mniej lub bardziej do „przeciętnego pacjenta”, z którym w praktyce lekarze stykają się dość rzadko. Dopiero przywołanie komputerowego systemu konsultacyjnego, z którym można prowadzić dialog, sprawia, że w miejsce „przeciętnego pacjenta” obiektem rozważań staje się pacjent rzeczywisty — autentyczny przypadek kliniczny, z dowolną kombinacją cech i objawów.

Podstawowym celem badań było opracowanie komputerowego systemu konsultacyjnego HERMES (*Hypertension Explanation by a Rule-based Medical Expert System*) z bazą wiedzy medycznej ekspertów, jako pomocy lekarza pierwszego kontaktu w wyjaśnianiu przyczyn nadciśnienia tętniczego. System może ułatwiać mu dochodzenie do rozpoznania lub dobrze uzasadnionych podejrzeń, szczególnie w procesach formułowania i różnicowania hipotez diagnostycznych, oraz wyboru działań diagnostycznych, najszybciej (i najtaniej) prowadzących do rozpoznania.

Materiał do realizacji projektu stanowi wiedza ekspertów. Aby ją uzyskać oraz zbudować system konsultacyjny, wykorzystano opracowaną w latach ubiegłych metodę gromadzenia i przetwarzania wiedzy medycznej ekspertów ELSA (*Expert Lattice Structured Acquirements*) oraz system definiowania baz wiedzy ekspertów medycznych ELSA-Shell. Opracowano bazę wiedzy na temat wyjaśniania przyczyn nadciśnienia obejmującą definicje: 17 hipotez diagnostycznych — przyczyn nadciśnienia tętniczego, 98 objawów (danych podmiotowych, przedmiotowych i laboratoryjnych), 48 testów diagnostycznych oraz 13 328 reguł wiedzy medycznej. Baza wiedzy ekspertów posłużyła też do opracowania innych instrumentów potrzebnych w praktyce i dydaktyce medycznej: prototypu programowanej historii choroby, założenia do opracowania podręcznika diagnostyki różnicowej przyczyn nadciśnienia tętniczego dla lekarza pierwszego kontaktu.

słowa kluczowe: nadciśnienie tętnicze, podstawowa opieka zdrowotna, kształcenie medyczne, baza wiedzy medycznej, medyczny system ekspercki
Nadciśnienie Tętnicze 2002, tom 6, nr 1, strony 1–7.

Piśmiennictwo

1. Rywik S. Epidemiologia chorób układu krążenia. W: Wojtczak A. (red.) Choroby wewnętrzne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1995.
2. Chodakowska J., Januszewicz W. Nadciśnienie Tętnicze. W: Wojtczak A. (red.) Choroby wewnętrzne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1995.
3. Tomasiak T., Windak A. Wytyczne w podstawowej opiece zdrowotnej. *Lekarz Rodzinny* 1998; (11): 1.
4. Raport Drugiej Grupy Roboczej Brytyjskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego. *British Medical Journal* (wersja polska), 1995.
5. Zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia i International Society of Hypertension. *Medycyna Praktyczna*, 1994.
6. Ruszkowski J. ELSA — A Method of Medical Knowledge Acquisition and Management to Aid Diagnostic Reasoning. *Methods of Information in Medicine* 1986; 25: 2.
7. Ruszkowski J. AMIGO — Aiding Medical Inferences in Gynecology and Obstetrics Based on Medical Expert Knowledge Represented by Relational Rules. W: Barber B. i wsp. (red.) *Proceedings of MEDINFO '89*, Beijing 1989. North Holland Elsevier, Amsterdam, New York, Oxford 1989.
8. System gromadzenia, analizy i wykorzystania wiedzy lekarskiej w ginekologii. Rozprawa habilitacyjna. Wydawnictwo Wojskowej Akademii Medycznej, Łódź 1993.
9. Krupa-Wojciechowska B. (red.) *Nadciśnienie tętnicze w codziennej praktyce*. Wydawnictwo Medyczne MAKmed, Gdańsk 1997.