

Origin: Forschungszentrum Karlsruhe

Origin: Forschungszentrum Karlsruhe

Nowe oblicze Hipokratesa

Postęp w medycynie jest niewielki. Tak przynajmniej subiektywnie twierdzą ci, których dotknęła osobista tragedia utraty kogoś bliskiego, dla kogo – przy obecnym stanie wiedzy – nie było już ratunku. Naukowcy są innego zdania.

Jeszcze kilkanaście lat temu pytanie o to, jak będzie wyglądał świat w XXI wieku, wywoływało lawinę domniemań godnych scenariusza filmu science-fiction. W naszpikowanych elektroniką domach, sklepach, instytucjach wszystko miało odbywać się automatycznie. Czynności wykonywane samodzielnie zredukowano by – zgodnie z wyobrazeniami większości – do niezbędnego minimum. O ile jednak wizji stechnicyzowanej przyszłości było wiele, przewijała się w nich jedna wspólna myśl: ludzie od zawsze marzyli, by nauczyć się włączyć z chorobami zabierającymi im bliskich.

Postęp w medycynie, w porównaniu z galopującym rozwojem nauk technicznych, a w szczególności informatycznych, jest niewielki. Tak twierdzą ci, których dotknęła osobista tragedia utraty kogoś bliskiego, dla

kogo – przy obecnym stanie wiedzy – nie było ratunku. Z kolei lekarze są zdania, że postęp w medycynie w ostatnich latach był znaczny. Każda kolejna dekada przynosiła rozwiązania rzucające nowe światło na dotychczasowe metody diagnozowania i leczenia. Nie dziwi więc, że tak wiele nadziei wiąże się z nadchodzącym stuleciem.

Wszystkowiedzący lekarze i wirtualne operacje

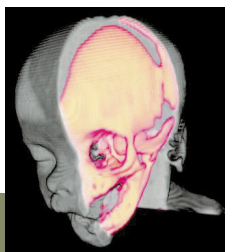
Wyobraźmy sobie, co może się stać z człowiekiem, który z dala od domu traci nagle przytomność. Leżąc na ulicy, traktowany jest najczęściej jak zwolennik kilku głębszych. Przechodnie nie zwracają nań najmniejszej uwagi. Czasem tylko trafi się ktoś, kto pamięta, że zdarzają się przypadki nagłych ataków serca... Załóżmy, że ten

ktos zawiadamia pogotowie. I co się okazuje? Lekarz dyżurny wie o wszystkim, a ambulans jest w drodze. Karetka przyjeżdża w ciągu kilku minut. Lekarz, choć nigdy nie widział poszkodowanego, zna jego personalia, grupę krwi, stan zdrowia, nietolerancję na salicyлаты i penicyliny; wie, kogo zawiadomić o wypadku. Po drodze zdążył też skontaktować się z jego lekarzem i powiadomić oddział kardiologiczny najbliższego szpitala, że za chwilę przybędzie im nowy pacjent.

Niemożliwe? A jednak! Wystarczy, by przewlekłe chory posiadał pozwalające go zlokalizować urządzenie, wysyłające informacje do placówek służby zdrowia o pogorszeniu się jego stanu. Ważny jest też dostęp do danych o przebytych przez niego chorobach, wrażliwości na leki, dotychczasowych konsultantach medycznych.

Albo inna sytuacja. Kobieta – ciężki przypadek nowotworu żołądka – pochodzi z okolic, gdzie trudno o doświadczonego onkologa. W grę wchodzi dwie możliwości: chora uda się na zabieg tam, gdzie tacy specjaliści praktykują (czasami wiele tysięcy kilometrów od jej miejsca zamieszkania), albo lekarz przyjedzie do niej. Drugie rozwiązanie jest nierealne: brak odpowiedniego zaplecza. Może jednak nie do końca...

Założmy, że zabieg odbywa się. Biorą w nim udział dwaj specjaliści, choć żaden



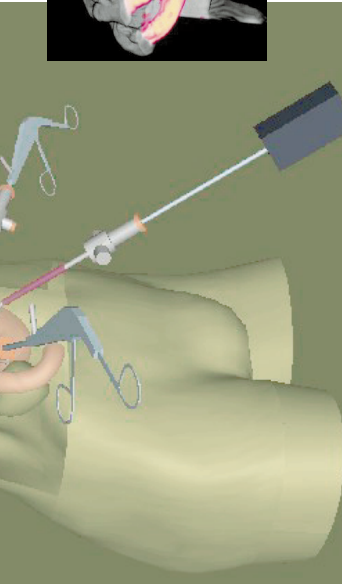
z nich nie przybył do miejscowości, w której przebywa chora. Prawdę powiedziawszy, lekarze nie znają się; wiedzą tylko o swoich osiągnięciach zawodowych

i omówili przypadek, którym będą się zajmować. Rozpoczynając operację, są od siebie oddaleni o setki kilometrów.

Wrócimy jednak do chorej. Towarzyszy jej miejscowy lekarz, który przez niewielkie otworki wokół pępka wprowadza do jamy brzusznej pacjentki trzy próbniki wielkości ołówka. Dwa z nich – zakończone mikroskopijnymi urządzeniami do odcinania i odsysania – stanowią przedłużenia ruchomych ramion zdalnie sterowanego robota,

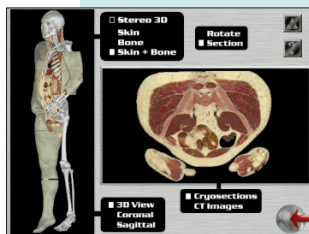
trzecie zawiera minikamerę wyposażoną we własne źródło światła. Chirurg, założwszy „trójwymiarowe” gogle, zasiada przed monitorem o bardzo wysokiej rozdzielczości. Na uszach ma słuchawki, w obu dłoniach dzierży joysticki. Poruszając nimi, manipuluje narzędziami wprowadzonymi do jamy brzusznej operowanej. Poprzez słuchawki słyszy uwagi onkologa obserwującego przebieg operacji na identycznym monitorze. Efekt ich współpracy

Origin: Forschungszentrum Karlsruhe



Projekt wszechczasów

The Visible Human – projekt zapoczątkowany w 1986 roku przez amerykańską National Library of Medicine – ma na celu stworzenie kompletnej bazy danych zawierającej wizualną dokumentację budowy anatomicznej kobiety i mężczyzny. Będzie się ona składać z obrazów uzyskanych za pomocą tomografu komputerowego (skany całego ciała w odstępach 1 mm), rezonansu magnetycznego (odstęp co 4 mm) oraz trójwymiarowych przekrojów kriogennych (cryosection images).



Pierwszy etap projektu, zbieranie danych, został zakończony. Cyfrowy model mężczyzny zawiera 15 GB danych, kobiety – 40 GB. Więcej szczegółów: http://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_human.html

jest widoczny natychmiast. Zabieg kończy się; chora tego samego dnia wraca do domu. Nie grozi jej infekcja, skorzystała z wiedzy specjalistów, koszty jej pobytu w szpitalu są znikome.

Czy to jawa, czy sen?

Trudno oswoić się z myślą, że coś takiego jest możliwe? Błąd. Oba scenariusze są prawdopodobne. Pierwszy stanie się realny, gdy upowszechnią się zaawansowane formy łączności bezprzewodowej, wspomagane przez niewielkich rozmiarów komputery sterowane podcierwienią (patrz „Inteligentny pomocnik”, s. 50). Drugi jest zaawansowaną formą znanej od kilkudziesięciu lat laparoskopii, wzbogaconą zdalnie sterowanymi robotami, komputerowo wspomaganą wizualizacją 3D, elementami wideokonferencji. Oba powinny być możliwe za 10, najwyżej 15 lat.

Wraz z rozwojem komputeryzacji medycyna zyskuje nowe oblicze. Znaczenie podstawowe ma tu wciąż postęp w dziedzinie nauk biologicznych, jednak dzięki technice czerpanie z ich zdobyczy staje się prostsze. Już wkrótce lekarze nie będą musieli walczyć o dostęp do podstawowych urządzeń, informacji i wyników badań prowadzonych na świecie.

Jedną z najsłabszych stron dzisiejszej opieki zdrowotnej jest brak wymiany informacji pomiędzy ośrodkami akademickimi, szpitalami, przychodniami i pojedynczymi specjalistami. Doświadczenia kolejnych pokoleń medyków wciąż drzemą w papierowych kartotekach. Lekarze bazują na zdobywanej w miarę upływu czasu praktyce i na doświadczeniach swych przelożonych. Każdy z nich na swój sposób „odkrywa Amerykę” w ramach społeczności, w której żyje.

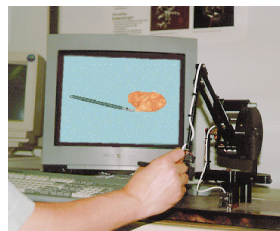
Dostęp do informacji potrzebny od zaraz

Rozwiązaniem tego problemu jest pełna komputeryzacja placówek opieki zdrowotnej oparta na systemach informacji o pacjentach, w których każdemu hospitalizowanemu odpowiada rekord z pełną informacją o stanie jego zdrowia, uwagami prowadzących go lekarzy, wynikami badań, zdjęciami rentgenowskimi, przebiegami badań ultrasonograficznych, wideosekwencjami. Systemy takie będą miały charakter globalny, jeśli za pośrednictwem szybkich łączy zepnie się je z podobnymi, działającymi na całym świecie, a końcówki udostępni pojedynczym lekarzom. Powstałe w ten sposób gigantyczne bazy danych powinny być sprzęgnięte z systemami ekspertowymi,

dzięki którym medycy będą w stanie nie tylko wyszukiwać pacjentów o tych samych „cechach”, ale również zadawać pytania typu „co się stanie, jeśli”. Co prawda, medyczne systemy ekspertowe działają nie od dziś, dostęp do baz danych z informacjami z zakresu medycyny (m.in. MEDLINE) jest możliwy za pośrednictwem Internetu, a wyniki badań, skompresowane zdjęcia RTG i USG są bezpiecznie przesyłane pomiędzy kontynentami. Wszystko to ma jednak charakter lokalny.

Leczenie na odległość: im dalej, tym bliżej

Nowe oblicze medycyny wyznacza nurt, zwany telemedycyną (por. CHIP 5/95, s. 25). Określa on różne aspekty ochrony zdrowia realizowane w czasie rzeczywistym za pośrednictwem zaawansowanych metod transmisji danych. Pojęcie to mieści w sobie współpracę i szkolenie młodej kadry, telekonsultacje, telediagnostykę oraz operacje na odległość. Wiele jej aspektów jest właśnie wdrażanych. Lekarze korzystają z wideokonferencji,



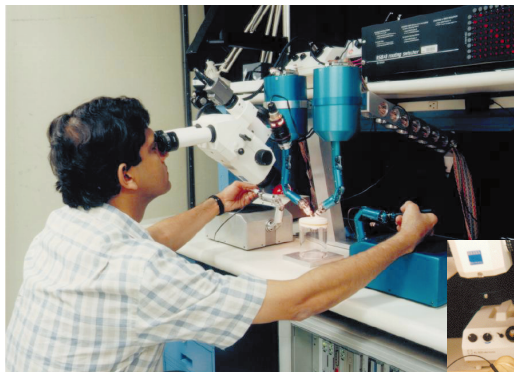
Symulatory laparoskopii, konstruowane m.in. w Centrum Badawczym w Karlsruhe, pozwalają lekarzom doskonalić się w zawdzie, zanim staną na sali operacyjnej. Wirtualna biopsja spełnia podobne zadanie



mogą też udzielać konsultacji podczas zabiegów, mając do dyspozycji obraz zarejestrowany okiem kamery i „głosową” łączność z uczestniczącymi w nich specjalistami. Istnieje jednak niebezpieczeństwo zatkania łączy, co może spowodować spore opóźnienia, na które w przypadku ratowania ludzkiego życia nie można sobie pozwolić.

Technika komputerowa jest wykorzystywana w celach edukacyjnych i treningowych. W wielu ośrodkach w USA, Wielkiej Brytanii, Francji i Niemczech korzysta się z symulatorów endoskopii (patrz zdjęcia na s. 59), dzięki którym adepci sztuki medycznej mogą na sucho trenować przeprowadzanie zabiegów o minimalnym stopniu

inwazyjności. Symulatory te składają się z manipulatorów zakończonych narzędziami chirurgicznymi, zanurzonych w niewielkich nacięciach w jamie brzusznej sztucznego pacjenta. Efekt poruszania nimi jest widoczny na monitorze komputera sprzęgniętego z symulatorem: wygenerowane przez maszynę obrazy do złudzenia przypominają jamę brzuszną człowieka. Wszystko odbywa się więc tak jak



Mikrorobotyka: Podczas zabiegów wymagających dużej precyzji – w neurologii, okulistyce, laryngologii, chirurgii plastycznej i chirurgii ręki – wspomagają człowieka roboty. Tak jest dzisiaj; jutro – zastąpią go całkowicie

podczas rzeczywistego zabiegu. Lekarz śledzi obraz wnętrza ciała „chorego”, czuje opór poszczególnych organów, ich ciężar, wzajemne ułożenie. Studenci medycyny korzystają z komputerowych symulacji pracy poszczególnych narządów, odbywają zajęcia w wirtualnych prosektoriach, przeprowadzają zabiegi operacyjne, do których w normalnych warunkach nie byłoby dopuszczeni. Pozwala im to zdobywać pierwsze doświadczenia i bezkarnie popełniać błędy.



Manekin do ćwiczeń laryngologicznych: Po włożeniu bronchoskopu do ust „dziecka”, zespół czujników umieszczonych wewnątrz symuluje ruch narządów, zaś komputer generuje realistyczny obraz gardła małego pacjenta

Poziom cukru a telekomunikacja

W fazę realizacji weszły również projekty związane ze zdalnym diagnozowaniem i monitoringiem. Eksperymenty telewizyjnego przeprowadzane są w surowych rejonach USA, m.in. na Alasce i w Colorado. Przewodzi je Medical College of Georgia, gdzie „kuratela” na odległość objęto 25 pacjentów cierpiących na

cukrzyce i astmę oraz starszych, mających trudności ze swobodnym poruszaniem się. W mieszkaniu każdego z nich zamontowano komputer, duży monitor z ekranem dotykowym, kamerę wspomagającą wideokonferencje, mikrofon, głośniki oraz końcówki pozwalające na pomiar temperatury, tętna, wagi, ciśnienia, osłuchanie serca i płuc oraz wykonanie EKG. Raz dziennie uczestnicy eksperymentu kontaktują się z lekarzem i przesyłają mu podstawowe dane. Instrukcje dla tych, którzy nie potrafią sobie poradzić z obsługą końcówek diagnostycznych przekazywane są głosem. Jeśli to nie wystarcza, pozostaje wideoklip. Dr Max Stachura, kierujący Centrum Telemedycznym przy Medical College of Georgia, twierdzi, że informacje od i do chorych wędrują do systemu szpitalnej informacji o pacjentach specjalnymi dedykowanymi kanałami i nie ma do nich dostępu nikt z zewnątrz.

Telekonsultacje...

Kolejnym krokiem w rozwoju telemedycyny jest zdalny udział uznanych specjalistów w operacjach przeprowadzanych przez niedoświadczonych lekarzy. Jednym z realizowanych obecnie projektów tego typu jest wspieranie tajlandzkich lekarzy przez dr. Kavoussi – znanego urologa z Baltimore. Za pośrednictwem sterowanego ręcznie urządzenia zewnętrznego Kavoussi, obserwując na monitorze sytuację na sali operacyjnej, wysyła sygnały sterujące ramieniem znajdującego się w Bangkoku robota, który naprowadza kamerę laparoskopu na najbardziej istotny fragment operowanego organu. Tajowie operują, ekspert przygląda się. Ważnym elementem całego procesu są przyciski wyłączające elektronicznie sterowaną końcówkę tnącą: bez przyzwolenia Kavoussi Tajowie nie są w stanie wykonać ostatecznego posunięcia.

Szkolenie na odległość ma ogromne znaczenie dla rozwoju medycyny w krajach, w których lekarze dopiero zaczynają wdrażać procedury sprawdzone gdzie indziej. Medycy z Bangkoku, pozbawieni instruktażu zza oceanu praktykowali na świniach.

... i zabiegi na odległość

Najwyższą formą telemedycyny są operacje na odległość (takie jak opisana na początku artykułu). Mimo iż pierwsza udana próba zabiegu tego rodzaju – biopsja wątroby

u żywego mężczyzny – odbyła się dwa lata temu w Mediolanie, urzeczywistnienie tej idei pozostaje w fazie marzeń. Duże ośrodki uniwersyteckie dokonują eksperymentalnych telezabiegów, jednak wiedza na ich temat i wciąż zawodne łącza telekomunikacyjne nie pozwalają, by przeprowadzono je na ludziach. Jedną z ostatnich udanych teleoperacji miała miejsce kilka miesięcy temu w USA. Bohaterem był szczur.

Być może trudno w to uwierzyć rodakom narażonym na kolejki przed gabinetami i opryskliwość medyków rozgorzconych haniebnie niskimi dochodami. Jeśli ktoś tygodniami czeka na zabieg, wiedząc, że jego los zależy od zadowolenia anestezjologa debatującego właśnie z przedstawicielem rządu na temat zasobności swego portfela, żyje się pewnie w duchu nad stanem opieki zdrowotnej w Polsce. I pewnie ma słuszość, choć trudno tu odmówić racji i lekarzom, i pacjentom. Prawda jest też po stronie wizjonerów. Ci zaś twierdzą, że pewnego dnia technologia pozwoli robotom przeprowadzać operacje na ludzkich pacjentach, bez najmniejszego wsparcia ze strony człowieka. Specjaliści szacują, że opieka medyczna na odległość wyjdzie poza ramy eksperymentów za jakieś pięć lat, zaś pierwsze komputery wyspecjalizowane w operacjach neurologicznych i laryngologicznych zaczęły pracować za następne 15–20. Amerykanie już dziś toczą spory, czy etyczne jest pozostawianie im decyzji dotyczących ludzkiego życia, nawet wtedy, gdy wspomagają je najlepsze systemy ekspertowe. Możemy w nich uczestniczyć, choć mało prawdopodobne, by ich istota dotyczyła nas wcześniej niż w połowie przyszłego stulecia.

Ewa Dziekańska

Więcej informacji:



<http://www.itu.int/IT-D/development/Projects/telemed/Telemedtype.htm>
http://www.ai.mit.edu/projects/vision-surgery/surgery_home_page.html
<http://robotics.eecs.berkeley.edu/~mcenk/medical/>
http://www-dse.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_96/vol2/cbp/article2.html
<http://www.mmms.com/telemedicine/>
<http://iregt1.iai.fzk.de/>
<http://www.fc.net/~dlojacon/nafta.html>
<http://dmtwww.epfl.ch/imt/robchir/minerwa.html>
<http://robotics.jpl.nasa.gov/tasks/rams/homepage.html>
<http://www.hitl.washington.edu/projects/>
<http://weber.u.washington.edu/~cves/index.html>
<http://www.enc.hull.ac.uk/CS/VEGA/medic/surgery>
<http://os.sri.com/medical/telepres.html>
<http://www.ht.com/htweb/sims/>
<http://www.cogs.susx.ac.uk/users/zahraar/resource.htm>
http://www.hitl.washington.edu/projects/knowledge_base/medvr/medvr.html#Introduction