# TELERADIOLOGIA

**dr Emilia Mikołajewska**
Klinika Rehabilitacji
10. Wojskowy Szpital Kliniczny z Poliklinika SP ZOZ w Bydgoszczy

**mgr inż. Dariusz Mikołajewski**
Katedra Informatyki Stosowanej
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Teleradiologia stanowi zdalną ocenę (opis) materiałów z diagnostyki obrazowej dla celów diagnostycznych lub konsultacji (1, 2). Z tego względu nie jest ona usługą kierowaną bezpośrednio do pacjenta, choć jest wykonywana pośrednio na jego korzyść. Ma ona formę zdalnego kontaktu między specjalistami medycznymi (ewentualnie z udziałem specjalistów informatyki medycznej i zabezpieczenia technicznego transmisji). Może być realizowana jako:

- tzw. usługa wewnętrzna – w domu przez pracowników szpitala,
- usługa outsourcingowa – przez wyspecjalizowane firmy zewnętrzne (tzw. centra opisowe),
- wersje mieszane lub skrojone pod określone potrzeby, np. obszary o małej gęstości zaludnienia, trudnych warunkach terenowych lub pogodowych.

Obecnie w warunkach polskich są to głównie połączenia punkt-punkt lub małe sieci zamknięte.

Teleradiologia stała się możliwa dzięki:

- cyfryzacji materiałów (najczęściej obrazów, zestawów obrazów, ewentualnie innych danych o pacjencie i wyników jego badań) z diagnostyki obrazowej, najczęściej już wytwarzanych w tej formie,
- cyfrowej archiwizacji danych medycznych, a przez to łatwemu, szybkiemu i ciągłemu dostępowi do badań pacjenta,
- zapewnieniu tanich łączy transmisyjnych (najczęściej sieci komputerowych) oraz systemów informatycznych (HIS, RIS, PACS) o odpowiednich parametrach i właściwościach,
- powstaniu sprzętu umożliwiającego zdalny dostęp do wszystkich lub tylko wybranych funkcji stacji diagnostycznych,
- zapewnieniu infrastruktury teleinformatycznej umożliwiającej zarówno dostęp do medium metodą „zapamiętaj i prześlij" (ang. *store-and-forward*) niewymagającej jednoczesnej obecności obu stron komunikacji, jak i transmisję w czasie rzeczywistym (ang. *real-time*).

Do powstania i rozwoju teleradiologii przyczyniły się również:

- ograniczona dostępność do wysoko wykwalifikowanych specjalistów medycznych,
- coraz szersze wykorzystanie diagnostyki obrazowej w opiece zdrowotnej,
- potrzeba zapewnienia dostępności przedmiotowych usług bez względu na porę doby i dzień tygodnia, również w trybie pilnym,
- możliwość szybkiego uzyskania tą drogą (bez względu na odległość) tzw. drugiej opinii w trudnych przypadkach,
- pojawianie się zupełnie nowych technik wykraczających poza dotychczasowe doświadczenia (np. MRI/EEG) oraz konieczność specjalizacji i konsultacji,
- zapewnienie wystarczającej jakości zdalnych usług tego typu,
- nacisk pacjentów na podwyższenie jakości opieki zdrowotnej,
- konieczność poszukiwania przez placówki opieki zdrowotnej rozwiązań tańszych i umożliwiających lepsze gospodarowanie zasobami.

Wysoka jakość usług telemedycznych może być zapewniona przez:

- odpowiednią infrastrukturę techniczną,
- bezpieczeństwo danych i dostęp do nich na zasadzie dostępu koniecznego,
- selekcję specjalistów,
- standaryzację procedur (przygotowania pacjenta, obrazowania, komunikacji, transmisji danych i ich kompletności itd.),
- specjalizację w zakresie schorzeń, rodzaju obrazowania (w tym jednocześnie wieloma metodami) itp.,
- wydajną organizację pracy,
- stosowanie systemów kontroli jakości (zapobieganie błędom, wyrywkowa kontrola przez ekspertów, peer-review itp.),
- procedury awaryjne i pomoc techniczną.

Wady teleradiologii i zagrożenia dla jej rozwoju stanowią:

- brak standardu komunikacyjnego i formatu danych dla całej usługi teleradiologicznej – standard DICOM 3.0 definiuje format zdjęć, natomiast brak jest standaryzacji formatu zlecenia, dodatkowych ▷

## Streszczenie

Teleradiologia stanowi zdalną ocenę (opis) materiałów z diagnostyki obrazowej dla celów diagnostycznych lub konsultacji. Może być postrzegana jako dobre rozwiązanie, aby poprawić efektywność, zaoszczędzić czas oraz zmniejszyć koszty opieki zdrowotnej. Artykuł stanowi próbę oceny, w jakim stopniu wykorzystuje się możliwości w tym obszarze.

## Słowa kluczowe

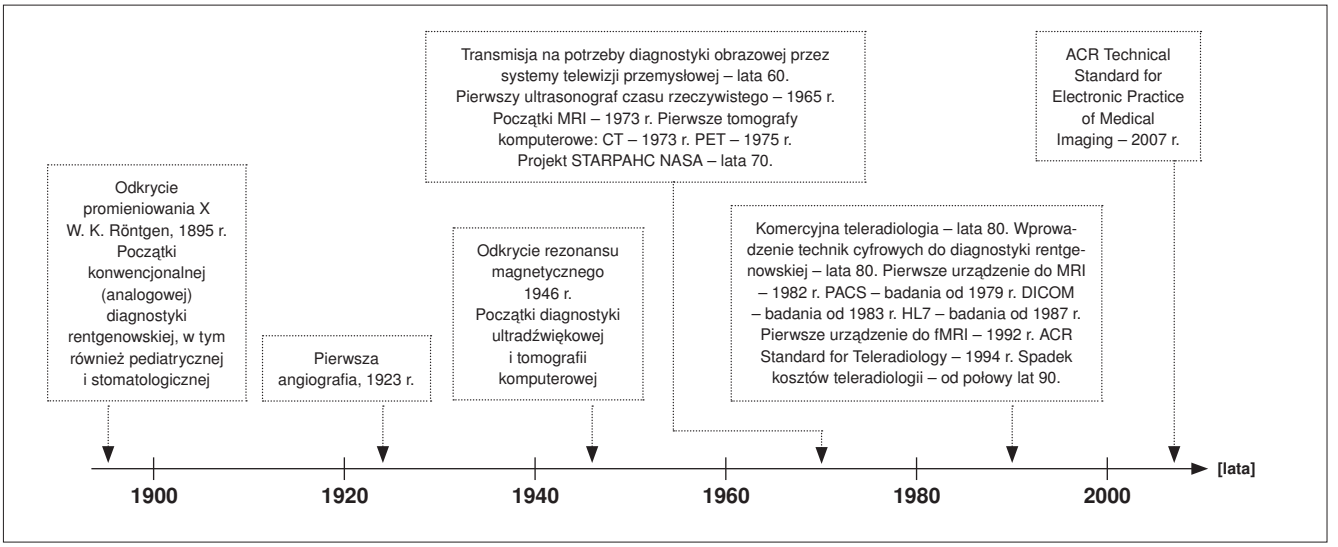
telemedycyna, radiologia, diagnostyka obrazowa, teleradiologia, zastosowania kliniczne

## Summary

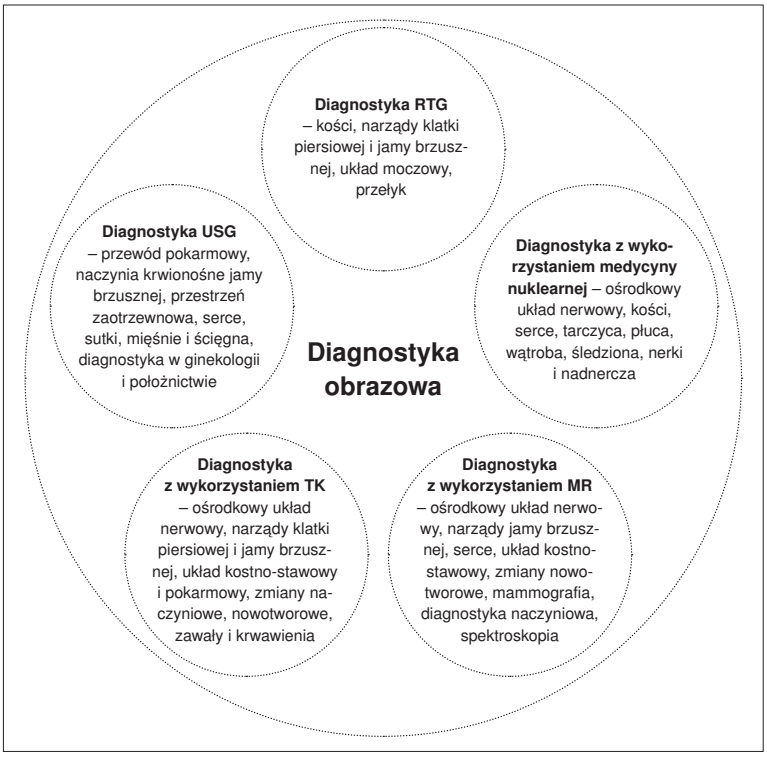
Teleradiology is the ability to obtain images in one location, transmit them over a distance and view them remotely for diagnostic or consultative purposes. It can be perceived as a good solution to improve efficiency, save time and reduce cost of healthcare. This article aims at investigating the extent to which the available opportunities are being exploitet.

## Key words

telemedicine, radiology, medical imaging, teleradiology, clinical applications




**Ryc. 1. Kamienie milowe w rozwoju teleradiologii (1-6)**




**Ryc. 2. Wybrane zastosowania diagnostyki obrazowej obrazujące rozpiętość możliwego wykorzystania teleradiologii. Obszary zastosowań mogą się zmieniać w miarę rozwoju medycyny i postępu technicznego (3)**

- danych pacjenta, zapytań zwrotnych, formatu opisu, zgodności z elektroniczną kartą pacjenta (EHR) itd. na potrzeby całej interakcji z tym związanej,
- brak standardu lub systemu monitoringu/akredytacji jakości (w tym kalibracji) monitorów stacji opisowych, również w przypadku proponowanego dostępu z palmtopów (PDA) poprzez sieci bezprzewodowe (WLAN, UMTS itd.),
- kwestie bezpieczeństwa danych (w tym autoryzacji opisu badania),
- brak ujednolicenia HIS i RIS nawet w ramach polskiej publicznej służby zdrowia – każdy szpital (placówka lecznictwa otwartego itd.) posiada własne rozwiązania w tym zakresie, utrudnia to zapewnienie współdziałania sprzętu i systemów pochodzących od różnych producentów,
- długoterminowe źródła finansowania (np. po zakończeniu projektów unijnych),
- zmniejszenie zapotrzebowania na radiologów oraz możliwe (np. wskutek udzielania się w teleradiologii tylko ekspertów z dużych ośrodków klinicznych) zmniejszenie doświadczenia pozostałych z nich poprzez ograniczenie liczby spotykanych przypadków.

Ww. wady i zagrożenia mogą w dalszej perspektywie utrudnić interoperacyjność między jednostkami służby zdrowia oraz przyczynić się do wytworzenia małych lokalnych systemów o ograniczonej przydatności, co może w konsekwencji zmniejszyć opłacalność stosowania teleradiologii i ograniczyć jej rozwój. Łączenie dwóch lub więcej systemów informacyjnych (ryc. 3, s. 72) wymaga wielopoziomowego przygotowania i planowania, ale redukuje liczbę koniecznych wejść do więcej niż jednego systemu, co oszczędza czas, poprawia efektywność i produktywność oraz czyni te systemy przyjaznymi dla użytkownika.

## Badania

Krytyczny przegląd literatury w oparciu o bazę PubMed wykazał, że artykuły poświęcone teleradiologii stanowią 10,3% liczby artykułów poświęconych całej telemedycynie, czyniąc teleradiologię jedną z najbardziej popularnych gałęzi telemedycyny. Niemniej jednak największa liczba publikacji naukowych z dziedziny teleradiologii przypadła na lata 1996-2000, a następnie spadła o ok. 50% (w stosunku do 1997 r.) i w ciągu ostatnich 10 lat utrzymuje się na zbliżonym poziomie. Znaczny skok liczby publikacji w 1996 r. wynikał prawdopodobnie z gwałtownej obniżki cen dostępu do sieci transmisyjnych i sprzętu komputerowego (szczególnie w Europie Zachodniej i USA), który nastąpił w drugiej połowie lat 90. XX w. i przyczynił się do znacznego wzrostu opłacalności teleradiologii i zwiększenia liczby projektów i badań w tym zakresie. Wśród publikacji dominują prace przeglądowe i listy do redakcji, mniej jest prób klinicznych, w tym randomizowanych, na-

tomiast odnotowano jedynie dwie prace definiujące wskazówki kliniczne (ang. *practice guideline*). Wydaje się to świadczyć o przykładaniu w publikacjach naukowych zbyt małej wagi do tworzenia łączników pomiędzy badaniami naukowymi a praktyką kliniczną, czego wymaga paradygmat Medycyny Opartej na Faktach (ang. *Evidence Based Medicine*), najpopularniejszy właśnie w ostatnich 20 latach.

Szereg publikacji pokazuje przy tym doświadczenia poszczególnych państw w dziedzinie teleradiologii i wnioski z nich płynące (8-11). Nieoczekiwanie największą barierą w dwóch międzynarodowych projektach realizowanych przy współudziale naukowców i specjalistów z Czech, Danii, Estonii, Finlandii, Litwy i Holandii okazały się kwestie językowe (12). Kwestie techniczne zostały pokonane, lecz różnice w kwestiach prawnych, finansowych i bezpieczeństwa danych okazały się bardzo znaczące i wymagają harmonizacji na szczeblu Unii Europejskiej (12).

Ze względu na ciągły rozwój techniczny teleradiologii szereg publikacji naukowych poświęconych jest temu obszarowi, ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa danych (13), oraz różnym sposobom zapewnienia zdalnego dostępu, w tym z użyciem palmtopów (14, 15). Kwestie te, podobnie jak kwestie prawne (16) i organizacyjne, muszą być wyjaśniane już na wczesnym etapie planowania systemów teleradiologicznych, gdyż ich późniejsze dodanie do już istniejących systemów (nawet silnie modułowych) może być kłopotliwe.

Ciekawymi przedmiotami badań sygnalizowanymi w najnowszych publikacjach są również globalizacja teleradiologii i związany z nią nacisk na kontrolę jakości i zapobieganie błędom (17, 18).

Stan przygotowania polskich szpitali do informatyzacji diagnostyki obrazowej i wprowadzenia teleradiologii przedstawiło opracowanie „Zasoby i potencjały zakładów opieki zdrowotnej w dziedzinie informatyki a ich uczestnictwo w przestrzeni teleinformatycznej. Raport z realizacji ankiety" z 2010 r., opublikowane przez Centrum Systemów Informacyjnych Ochrony Zdrowia:

- zbadano 27% polskich szpitali (ankieta była dobrowolna),
- wszystkie badane szpitale posiadały komputerową sieć lokalną (LAN),
- 63% badanych szpitali miało dostęp do sieci rozległej (WAN), a dwie trzecie posiadało Intranet,
- prawie 11% badanych szpitali nie korzystało ani z Intranetu ani z sieci WAN,
- 48% badanych szpitali posiadało tomograf komputerowy w wersji cyfrowej (60% z nich włączony do sieci komputerowej), natomiast 3% szpitali posiadało wersję analogową tomografu komputerowego; niestety ponad 48% szpitali nie dysponowało żadnym tomografem komputerowym,
- 55% badanych szpitali posiadało ultrasonograf kardiologiczny w wersji cyfrowej, z tego 12% pracujący w sieci lokalnej; wersję analogową ultrasonografu kardiologicznego posiadało 27% szpitali, ale ponad 17% szpitali nie dysponowało żadnym ultrasonografem kardiologicznym,
- 40% badanych szpitali dysponowało aparatem RTG z obróbką cyfrową, z czego 76% tych urządzeń pracowało w sieci lokalnej, natomiast 17% badanych szpitali posiadało wersję analogową aparatu RTG; ponad 43% szpitali nie dysponowało aparatem RTG,
- 29% badanych szpitali posiadało RTG z torem wizyjnym, z czego 64% funkcjonuje w sieci lokalnej; 35% badanych szpitali posiadało wersję analogową, a kolejne ponad 35% szpitali nie dysponowało RTG z torem wizyjnym,
- 97% szpitali wykorzystywało specjalistyczne oprogramowanie informatyczne dla potrzeb medycznych,
- 38% badanych szpitali nie posiada specjalistycznych informatycznych programów medycznych dla diagnostyki (dane obrazowe),
- 41% badanych szpitali posiadało transmisję danych w oprogramowaniu dla diagnostyki obrazowej,
- 31% badanych szpitali posiadało zintegrowane systemy: medyczne (nie określono, czy HIS, RIS, LIS, DIS, PACS itd.) z ekonomiczno-administracyjnymi.

Na chwilę obecną brak jest natomiast regulacji prawnych w zakresie teleradiologii w polskim ustawodawstwie, m.in. w następujących dokumentach:

- *Ustawie z 28 kwietnia 2011 r. o systemie informacji w ochronie zd*rowia (Dz.U. nr 113, poz. 657),
- opracowaniu *Kierunki informatyzacji „e-Zdrowie Polska" na lata 2011-2015* (w części E: *Telemedycyna*) opublikowanym przez Centrum Systemów Informacyjnych Ochrony Zdrowia.

Teleradiologię zdefiniowały dotychczas:

- Komisja Europejska w 2008 r. w *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee*

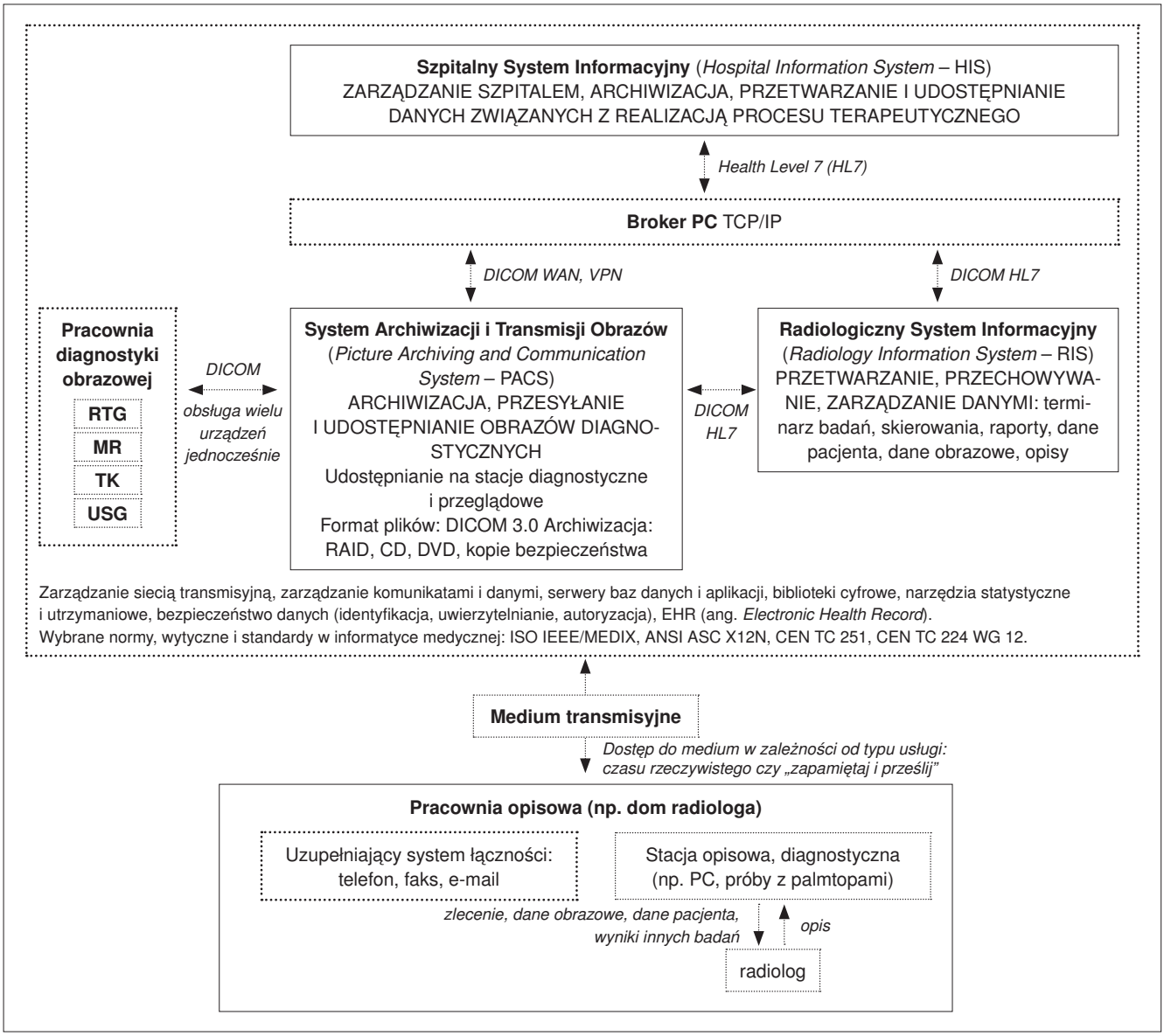
- *and the Committee of the Regions on Telemedicine for the Benefit of Patients, Healthcare Systems and Society* – jako usługę telemedyczną, która obejmuje elektroniczny przesył obrazów radiologicznych z jednego miejsca geograficznego do innego w celu interpretacji i konsultacji,
- Europejskie Towarzystwo Radiologiczne (ang. *European Society of Radiology*) w 2006 r. w *Brochure VII Teleradiology in European Union* – jako elektroniczny przesył obrazów radiologicznych z jednego miejsca geograficznego do innego w celu interpretacji i konsultacji.

Pomimo tego wydaje się, że obecnie w Polsce teleradiologia dość dynamicznie się rozwija, przy czym prym wiodą dwie firmy:
- w obszarze usług: sieć centrów diagnostycznych w dziedzinie radiologii Voxel S.A.,
- w obszarze sprzętu: Alteris S.A.

## Dyskusja i kierunki rozwoju

Na wdrożenie teleradiologii w danej placówce służby zdrowia wpływ mają przede wszystkim:
- ogólna strategia danej placówki służby zdrowia,
- możliwe zmiany organizacyjne,
- czynniki ekonomiczne,
- posiadany sprzęt do diagnostyki obrazowej i ewentualna możliwość jego modernizacji/wymiany,
- stan systemów informacyjnych (HIS, RIS, PACS),
- stan infrastruktury teleinformatycznej i koszty jej modernizacji,
- w niektórych przypadkach opór środowiska medycznego.

Rozwój teleradiologii zapewnia placówkom służby zdrowia efektywniejsze wykorzystanie posiadanych zasobów, a radiologom – zdobycie większego doświadczenia poprzez współpracę z różnymi jednostkami i kontakt z różnymi przypadkami. Postępuje zatem oddzielenie miejsca diagnozy od miejsca akwizycji danych obrazowych. Niemniej jednak ze względu na brak wystarczających standardów usług teleradiologicznych termin ten w przyszłości może oznaczać różne schematy postępowania diagnostycznego w zależności od wykorzystywanego systemu i dostawcy. Przy braku regulacji cele firm komercyjnych nastawionych na zysk




**Ryc. 3. Idea usługi teleradiologicznej/jeden z możliwych wariantów (7)**

mogą się nie pokrywać w pełni z celami systemu ochrony zdrowia czy poszczególnych szpitali. Panuje bowiem pogląd, że w miarę rozwoju teleradiologii firmy ją świadczące mogą się konsolidować w korporacje (profesjonalne czy też o charakterze ekonomicznym itd.), mogące w sprzyjających okolicznościach dyktować warunki na rynku (1). Jako przeciwwagę wskazuje się możliwość konsolidacji (jedynie w zakresie usług tego typu) szpitali w centra regionalne (1). W dyskusjach z zakresu teleradiologii kwestie techniczne powoli zaczynają tracić na znaczeniu w porównaniu z kwestiami dotyczącymi zarządzania usługami służby zdrowia, kwestiami prawnymi i oceny jakości (20). Niezbędne będzie tworzenie nowych i adaptacja starych modeli biznesowych usług w tym zakresie.

Należy przy tym zauważyć, że znaczną ilość powyższych zastrzeżeń do teleradiologii zgłaszają badacze z USA, gdzie odmienna specyfika systemu ochrony zdrowia oraz rynku usług teleradiologicznych może przynieść inne wyniki badań i materiały do dyskusji. Jednak ze względu na wielkość tamtejszego rynku oraz wynikającą z tego możliwość nabycia większej liczby doświadczeń warto się z nimi zapoznać.

Ciekawe zmiany może przynieść postęp techniczny w radiologii i teleradiologii w postaci:

- rozszerzenia funkcjonalności i przyjazności dla użytkownika – poprawy w zakresie interakcji człowiek – komputer (ang. *Human-Computer Interaction* – HCI) poprzez rzeczywistość wirtualną (ang. *Virtual Reality*), rzeczywistość rozszerzoną (ang. *Augmented Realisty*) aż po *Ambient Intelligence* (ang. AmI),
- postępu obrazowania: łączenia MRI/fMRI/EEG czy też SPECT/MRI, tj. informacji metabolicznych i anatomicznych, dając tzw. dynamiczne obrazowanie przestrzenne i tworzenie obrazów fuzyjnych (łączenie obrazowania z różnych źródeł),
- przejścia do holografii (3D) wysokiej rozdzielczości,
- szerszego wprowadzenia systemów tzw. drugiej opinii i diagnozy wspomaganej komputerowo (ang. *Computer-Assisted Diagnosis* – CAD).

## Wnioski

Teleradiologia stanowi w pewnym sensie odbicie postępującej globalizacji i czasów, w których żyjemy, silnie wpływających na praktykę kliniczną, świadczenie usług i postęp techniczny (20). Stwarza ona ogromną szansę na unowocześnienie i poprawienie efektywności (w tym ekonomicznej) polskiego systemu opieki zdrowotnej. Należy jednak być świadomym korzyści, jaki ze sobą niesie, oraz zagrożeń, które nie mogą być ignorowane. ❑

**Piśmiennictwo**


1. Thrall J.H.: *Teleradiology. Part I. History and clinical applications.* „Radiology", 2007, 243 (3): 613-617.
2. Thrall J.H.: *Teleradiology. Part II. Limitations, risk and opportunites.* „Radiology", 2007, 244 (2): 325-328.
3. Mikołajewska E., Mikołajewski D.: *Diagnostyka obrazowa. Zaglądanie do wnętrza organizmu.* „Mag. Pielęg. Położ.", 2007, 10: 16-17.
4. Leszczyński S. (red.): *Historia radiologii polskiej na tle radiologii światowej*. Wydawnictwo Medycyna Praktyczna, Kraków 2000.
5. Mikołajewska E., Mikołajewski D.: *Telemedycyna*. „Mag. Pielęg. Położ.", 2007, 7-8: 32.
6. Mikołajewska E., Mikołajewski D.: *Informatyka w służbie zdrowia*. „Mag. Pielęg. Położ.", 2008, 12: 32.
7. Kinsey T.V., Horton M.C., Lewis T.E.: *Interfacing the PACS and the HIS*: results of a 5- year implementation. „Radiographics", 2000, 20: 883-891.
8. Sutton L.N.: *PACS and diagnostic imaging service delivery – a UK perspective*. „Eur. J. Radiol.", 2011, 78 (2): 243-249.
9. Tie M.: *Teleradiology in Australia: at the crossroads of electronic health*. „J. Am. Coll. Radiol.", 2011, 8 (1): 71-73.
10. Lundberg N., Wintell M., Lindsköld L.: *The future progress of teleradiology-an empirical study in Sweden*. „Eur. J. Radiol.", 2010, 73 (1): 10-19.
11. Bhargavan M., Kaye A.H., Forman H.P. i wsp.: *Workload of radiologists in United States in 2006-2007 and trends since 1991-1992*. „Radiology", 2009, 252 (2): 458-467.
12. Ross P., Sepper R., Pohjonen H.: *Cross-border teleradiology-experience from two international teleradiology projects*. „Eur. J. Radiol.", 2010, 73 (1): 20-25.
13. Ruotsalainen P.: *Privacy and security in teleradiology*. „Eur. J. Radiol., 2010, 73 (1): 31-35.
14. Johnson N.D.: *Teleradiology 2010: technical and organizational issues*. „Pediatr. Radiol.", 2010, 40 (6): 1052-1055.
15. Ninos K., Spiros K., Glotsos D. i wsp.: *Development and evaluation of a PDA-based teleradiology terminal in thyroid nodule diagnosis*. „J. Telemed. Telecare.", 2010, 16 (5): 232-236.
16. Pattynama P.M.: *Legal aspects of cross-border teleradiology*. „Eur. J. Radiol.", 2010, 73 (1): 26-30.
17. Lau L.S., Pérez M.R., Applegate K.E. i wsp.: *Global quality imaging: improvement actions*. „J. Am. Coll. Radiol.", 2011, 8 (5): 330-334.
18. Lau L.S., Pérez M.R., Applegate K.E. i wsp.: *Global quality imaging: emerging issues*. „J. Am. Coll. Radiol.", 2011, 8 (7): 508-512.
19. MEDLINE/PubMed (US National Library of Medicine), *http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed* – pobrano 24.07.2011 r.
20. Barneveld Binkhuysen F.H., Ranschaert E.R.: *Teleradiology: evolution and concepts*. „Eur. J. Radiol.", 2011, 78 (2): 205-209.