

Kompleksowe wyposażenie zakładu radiologii – cz. I

Podstawową zasadą przy każdym zakupie i procesie tworzenia pracowni radiologicznej powinna być dbałość o efektywność i możliwie najpełniejsze wykorzystanie instalowanego wyposażenia. W ostatnich latach inwestycjom dokonywanym przez szpitale z pewnością sprzyjała możliwość uzyskania unijnego dofinansowania.



Nie ma w medycynie dziedziny, która w ostatnich latach poczyniła tak znaczący postęp, jak radiologia i diagnostyka obrazowa. Sytuacja po wejściu Polski do Unii Europejskiej zmieniła rynek usług medycznych, który stał się otwarty na pacjentów z całej Europy – powstała więc szansa na uzyskanie dobrego miejsca w podziale pracy i odpowiedniego dostępu do środków finansowych. Z drugiej strony, dostęp do technologii medycznych jest często nie tylko szczytnym celem osiągnięć cywilizacyjnych, lecz także promotorem rozwoju wielu działów techniki i gospodarki.

Współczesna diagnostyka obrazowa wykorzystuje wiele różnorodnych technik obrazowania: zdjęcia rentgenowskie, USG, tomografię komputerową czy też rezonans magnetyczny. Niektóre z tych technik oparte

są bezpośrednio na cyfrowych metodach uzyskiwania obrazu, w innych natomiast przekształcenie obrazu do postaci cyfrowej może przynieść korzyści wynikające z możliwości zastosowania narzędzi klinicznych do wtórnej rekonstrukcji i przetwarzania obrazów oraz ujednolicenia metod postępowania z obrazową dokumentacją medyczną. Radiolodzy dostali narzędzia umożliwiające im lepszą i bardziej efektywną diagnostykę, natomiast menedżerowie zakładów radiologii – możliwość redukcji kosztów i pozyskania nowych kontrahentów. W tej części cyklu pokrótce omówione zostaną kwestie związane ze sprzętem, zagadnienia teleinformatyczne oraz bezpieczeństwo współczesnej – nowoczesnej placówki radiologii i diagnostyki obrazowej. W kolejnych – procesy sprawnego przepływu pacjenta w zakładzie, rozwój

DR N. MED.
MARCIN BASIAK¹,
MGR BARTŁOMIJ
GASIŃSKI²,
MGR ZUZANNA
BISKUP²,
INŻ. MACIEJ
WIŚNIEWSKI²,
MGR GRZEGORZ
STERNICZUK²,
MGR PAWEŁ
HELENIAK-ADAMSKI²,
DR N. MED. MARIA
DZIUBIŃSKA-BASIAK²,
DR N. MED. MAREK
KONOPKA³

¹SCANX Medical Imaging, Centrum Diagnostyki Obrazowej, Katowice, Klinika Chorób Wewnętrznych i Farmakologii Klinicznej, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

²SCANX Medical Imaging, Centrum Diagnostyki Obrazowej, Katowice

³SCANX Medical Imaging, Centrum Diagnostyki Obrazowej, Katowice, Zakład Diagnostyki Obrazowej, Szpital Śląski, Cieszyn

Title: Equipment for diagnostic imaging – part I

Streszczenie

Nowoczesna medycyna nie istnieje bez nowoczesnej diagnostyki obrazowej. Wprowadzenie i zwiększenie dostępności do wysokospecjalistycznego sprzętu do diagnostyki obrazowej ma ogromny wpływ na jakość usług medycznych. W niemal wszystkich dziedzinach medycyny badania obrazowe, zwłaszcza zaawansowane, odgrywają ważną lub decydującą rolę w rozpoznawaniu i różnicowaniu chorób oraz monitorowaniu ich leczenia. Zakup sprzętu do diagnostyki obrazowej powinien być dokonywany z rozwagą, gdyż nie jest on tani, a w warunkach polskich zwykle musi służyć przez 5-10 lat. Przy wyposażeniu pracowni radiologicznej należy zwrócić uwagę zarówno na najważniejsze parametry techniczne (np. amplituda i szybkość narastania gradientów w rezonansie magnetycznym), jak i na oprogramowanie kliniczne do konkretnych zastosowań. Bardzo ważne są też warunki gwarancji i serwisu aparatu. Bardzo istotnym elementem jest oczywiście cena, ale musi ona iść w parze z jakością, czyli należy przy zakupie zaplanować odpowiedni stosunek jakości do ceny. Podsumowując, należy podkreślić, że postępy medycyny, szczególnie jej zaplecza technicznego, są powiązane generalnie z poziomem innowacyjności i rozwoju. Podstawową zasadą przy każdym zakupie i tworzeniu pracowni radiologicznej powinna być dbałość o efektywność i możliwie najpełniejsze wykorzystanie instalowanego wyposażenia, ale również o inne elementy wyposażenia pracowni oraz o potencjał ludzki.

Słowa kluczowe

radiologia, rezonans magnetyczny, tomografia komputerowa

Summary

Medicine does not exist without modern diagnostic imaging methods. The implementation and increasing the availability of highly specialized imaging equipment have a huge impact on the quality of medical services. In almost all areas of medicine, medical imaging, especially the advanced one, plays an important and decisive role in the diagnosis and differentiation of diseases and the monitoring of their treatment. The purchase of equipment for diagnostic imaging should be done with caution, because it is not cheap, and in the Polish conditions usually must serve for 5-10 years. While equipping the radiology department, one should pay attention both to the main technical parameters (e.g. amplitude and slew rate in the magnetic resonance imaging) and clinical software for specific applications. Warranties and service conditions of the scanner are also significant. A very important element is of course the price, but it must go hand in hand with quality, therefore requiring to plan the appropriate price/performance ratio. In conclusion, it should be emphasized that the progress of medicine, particularly of its technical facilities, is associated generally with the level of innovation and development. The basic rule for every purchase and development of the radiology department should be a concern for efficiency and the fullest possible use of the installed equipment, as well as for other elements and human potential.

Keywords

radiology, magnetic resonance imaging, computed tomography



fot. archiwum autorów

- naukowy czy też inwestycje w potencjał osobowy pracowników zakładów radiologii.

Zadania związane ze sprzętem

Powszechność uczestnictwa w rynku ochrony zdrowia i ciągle potrzeba doskonalenia oferowanych usług, sprzętu i materiałów stanowi obecnie największą siłę i determinuje potrzebę postępu radiologii oraz diagnostyki obrazowej.

Tomografia komputerowa

Jeszcze dziesięć lat temu szczytem technologii były 4- lub 8-rzędowe aparaty tomografii komputerowej. Jednym z celów, jaki stawiają sobie producenci, jest obecnie dokonanie skanu jak największego obszaru badanego podczas jednego obrotu systemu nadawczo-odbiorczego. Tutaj duże znaczenie ma wykorzystanie technik wielorzędowych, umożliwiających jednoczesne skanowanie dużej liczby warstw. Teraz w segmencie „Premium” spotkać można aparaty 64-rzędowe, wykorzystujące 128 warstw, a nawet i więcej. Obecnie na rynku dostępne są już tomografy 256-, 320-rzędowe. Najbardziej zaawansowane pozwalają uzyskać podczas jednego skanu obraz nawet 640 warstw. Aparaty te przeznaczone są głównie do badań kardiologicznych, jak i innych zaawansowanych aplikacji klinicznych wykonywanych za pomocą tomografii komputerowej. Nowoczesna placówka radiologiczna dbająca o najwyższe standardy w diagnostyce obrazowej systematycznie wprowadza najnowsze rozwiązania technologiczne oraz upgrade’y posiadanych urządzeń. Jednym z największych osiągnięć tomografii komputerowej w ostatnich latach jest redukcja dawki szkodliwego promieniowania. Firmy produkujące urządzenia kładą duży nacisk na to, by jak najbardziej ograniczyć dawkę, jaką otrzymuje pacjent. Dawka promieniowania jonizującego wielo-

krotnie została zmniejszona, co wpływa na czas samego badania, jak i na czas ekspozycji, której w trakcie badania poddany zostaje pacjent.

„Moce przerobowe” urządzenia zostały wielokrotnie zwiększone, co pozwala na wykonywanie większej liczby badań w określonym czasie. Wraz z rozwojem technologii samych aparatów tomografii komputerowej rośnie znaczenie zwiększenia mocy obliczeniowej komputerów PC, stacji diagnostycznych służących do analizy obrazów uzyskiwanych w trakcie badania, co pozwala w diametralny sposób przyspieszyć proces opisywania badań.

Należy również zwrócić uwagę na urządzenia współdziałające w trakcie wykonywania badań tomografii komputerowej; są to między innymi kardiomonitor, automatyczne wstrzykiwacze kontrastu czy też insuflator. Wszystko to wpływa na czas trwania oraz komfort pacjenta w trakcie wykonywanego badania. Kolejny cel, jaki przyświeca producentom, to skrócenie czasu badania. W ciągu kilkunastu sekund możliwe jest zbadanie całych narządów, a nawet znacznych obszarów całego ciała. Przy tym wszystkim – mimo redukcji dawki promieniowania i skracania czasu badania – wciąż rośnie jakość uzyskiwanych obrazów. Programy komputerowe, które instalowane są w urządzeniach do odczytu skanowanych obrazów, oparte są na coraz bardziej skomplikowanych matematycznych algorytmach i pozwalają poprawić uzyskiwane obrazy. Zaangażowanie informatycznych metod obliczeniowych z pewnością sprzyjać będzie dalszym postępom.

Rezonans magnetyczny

Od wielu lat obserwuje się rozwój technologii w zakresie skanerów rezonansu magnetycznego. Producenci rezonansów duży nacisk kładą na zwiększenie szybkości akwizycji danych przy jednoczesnej poprawie

jakości diagnostycznej obrazu. W ośrodkach diagnostycznych największą popularnością cieszą się aparaty o indukcji pola 1,5 T, gdzie amplituda gradientów wynosi 30 mT/m, a prędkość narastania gradientów – 120 mT/m/ms. Skanery te wyposażone są dodatkowo w szereg cewek pozwalających na wykonywanie badań takich, jak badania spektroskopowe, kardiologiczne, perfuzyjne, dyfuzyjne, badania czynnościowe mózgowia, jak również badania całego ciała. Rozróżnia się tutaj trzy rodzaje wykonywanych procedur: podstawowe, specjalistyczne i wysokospecjalistyczne. Nowoczesny ośrodek radiologiczny współpracuje z wieloma ośrodkami badawczymi na całym świecie i w ramach tej współpracy wykonuje wiele badań – procedur naukowych. Oczywiście, aby zapewnić bezpieczeństwo oraz komfort pacjenta w trakcie wykonywanych badań, wszystkie aparaty oraz urządzenia znajdujące się na wyposażeniu powinny być produktami światowych liderów w diagnostyce obrazowej. Urządzenia te objęte są umowami serwisowymi, a przeglądy wykonywane są przez wykwalifikowanych inżynierów tychże serwisów. Potwierdzone jest to certyfikatami jakości i bezpieczeństwa urządzeń medycznych. Na rynku rezonansów wysokopolewych o indukcji pola 3 T pojawiły się nowe możliwości, w szczególności dotyczące wykorzystania w badaniach kardiologicznych oraz w badaniach całego ciała. Rozwój podąża też w kierunku ciągłego zwiększania komfortu dla pacjenta. W najnowszych urządzeniach

pojawia się duża szerokość gantry (nawet ponad 70 cm), co zwiększa komfort zwłaszcza dla pacjentów z problemem nadmiernej otyłości.

Radiologia klasyczna – RTG

Wyposażenie wykorzystywane w celach medycznych musi przede wszystkim spełniać warunki określone w *Ustawie o wyrobach medycznych*. Sprzęt jest „aktywnym wyrobem medycznym do diagnostyki”. W ostatnich latach w polskich szpitalach dokonuje się dynamiczna cyfryzacja aparatów RTG. Radiografia cyfrowa (DR – *Digital Radiography*) pozwala na znaczne polepszenie jakości obrazowania, umożliwia wtórną obróbkę obrazów w dowolnym czasie, ponadto znacznie ułatwia przechowywanie obrazów i ich dystrybucję. Warto przy tym wspomnieć, że kupno nowego aparatu cyfrowego nie jest jedynym rozwiązaniem umożliwiającym pracownikom RTG przejście na etap cyfrowy. Tańszym i prostszym rozwiązaniem jest ucyfrowienie RTG przy pomocy skanera CR. Skaner umożliwia zastąpienie tradycyjnych klisz w prosty sposób: specjalna kasetka umożliwia czytanie powstałych w wyniku badania zdjęć i przetworzenie obrazu na sygnał cyfrowy. Kasetki, po sczytaniu obrazu przez skaner, są wykorzystywane ponownie do kolejnych zdjęć. Takie ucyfrowienie aparatu analogowego pozwala na eliminację kosztów zakupu klisz oraz odczynników, działania ciemni, utylizacji odpadów itp. Przejście na radiografię cyfrową przynosi szpitalowi ▶

R E K L A M A



Ulrich
medical

Bezwkładowe wstrzykiwacze do podawania kontrastu



Wyłączny dystrybutor w Polsce:

Bertz Medical Sp. z o.o. Sp. k.
ul. Starołęcka 7, 61-361 Poznań
tel. 61 653 05 40,
biuro@bertzmedical.pl
www.bertzmedical.pl



bertzmedical



Materiały jednorazowe nie zawierają ftalanów latex free, DEHP free





- ▶ liczne korzyści, m.in. podnosi standard pracy personelu. Przynosi również korzyści dla pacjenta, a to dzięki redukcji czasu niewygodnych badań, redukcji dawki promieniowania, co jest wynikiem m.in. zmniejszonej liczby powtórzeń zdjęć, a także rozwoju technik cyfrowego przetwarzania obrazów.

Producenci nowoczesnych aparatów RTG duży nacisk kładą też na ich funkcjonalność i ergonomię. Wśród cech, którymi charakteryzują się obecnie najwyższej klasy cyfrowe aparaty RTG, wymienia się: motoryzację i automatykę przemieszczania elementów systemu oraz automatyczne pozycjonowanie aparatu. Elastyczność i szeroki zakres pozycji ustawienia lampy i detektora pozwalają na wykonanie badań pacjentów z różnej pozycji, zarówno na leżąco, na siedząco, jak i na stojąco, czy też gdy pacjent jest uśpiony albo znajduje się w ciężkim stanie (np. po wypadku). Przede wszystkim, zarówno w radiografii, jak i we fluoroskopii, powinna istnieć możliwość łatwej eliminacji z toru obrazowania tzw. kratki przeciwozproszeniowej. W pediatrii blaty stołów i statywów muszą być wykonane z materiałów o niskiej pochłaniania promieniowania RTG, przy bogatym dodatkowym wyposażeniu w urządzenia osłonne, wspomagające unieruchomienie dziecka itd.

Ultrasonografia

Nowe generacje obrazowania pozwalają na uzyskiwanie najwyższej jakości obrazów ultrasonograficznych oraz na szybsze i bardziej szczegółowe badania. Zaangażowanie grafiki komputerowej pozwala poprawić jakość obrazów, uzyskać obrazowanie trójwymiarowe i 3D w czasie rzeczywistym.

Aparaty USG zyskują nowe zastosowania, niejednokrotnie zbliżając się możliwościami do tomografii komputerowej i rezonansu magnetycznego. Przykładem bardzo użytecznego urządzenia, które można wykorzystać do diagnostyki w sytuacjach kryzysowych, klęsk żywiołowych w odległych rejonach o niewielkim zaludnieniu

czy też w krajach biednych (brak szpitala w promieniu setek kilometrów), jest walizkowy aparat USG 3D. Pozwala on wykonać przestrzenne badania morfologiczne (np. struktury naczyń), przepływowe; umożliwia bardzo złożone badania diagnostyczne (np. trójwymiarowe USG daje ok. 60% wzrostu skuteczności diagnozy płodowych wad rozwojowych), a jednocześnie jest urządzeniem przenośnym i lekkim, które można podłączyć do lokalnych łączy telekomunikacyjnych i użyć w celach telekonsultacji ze specjalistami z renomowanych ośrodków medycznych.

Niezbędne wyposażenie dodatkowe

Warto również wspomnieć o niezwykle istotnym, chociaż często pomijanym, elemencie każdego zakładu radiologii, jakim jest punkt rejestracji. Tak jak urządzenia służące do badania można by porównać do serca zakładu, bez którego funkcjonowanie nie byłoby w ogóle możliwe, tak rejestrację należałoby przyrównać do centrum dowodzenia. Sprawne działanie osób rejestrujących wpływa na płynną pracę całego zakładu. Nieodzownym tego składnikiem jest dobrze funkcjonujący sprzęt komputerowy. Jego podstawą są oczywiście komputery, drukarki oraz telefony, jednakże w XXI wieku jest do dyspozycji wiele urządzeń pomocniczych, których posiadanie, chociaż nie jest niezbędne, pozwoli na usprawnienie i istotne skrócenie czasu ludzkiego działania. Należy do nich zaliczyć np. czytniki kodów kreskowych i skanery, których zadaniem jest odczytywanie i rejestrowanie treści do formy elektronicznej, czy też drukarki kodów kreskowych, które pozwalają na szybkie i proste oznaczenie badań. Na wzmiankę zasługuje również duplikator płyt CD, który w dużym i prężnie działającym zakładzie radiologii jest wręcz koniecznością. Ten precyzyjny automat wykona całą pracę związaną z nagraniem płyty dla pacjenta, dostarczając gotowy do wydania produkt. Zastosowanie w praktyce speechmike'ów pozwoli z kolei na polepszenie komfor-

tu pracy lekarzy radiologów. Dzięki temu urządzeniu dyktowany opis bez większych komplikacji trafi wprost do systemu komputerowego, w którym opisywane jest badanie. Z kolei zestaw do transkrypcji, w skład którego wchodzi nożny przełącznik oraz słuchawki, pozwoli sekretarce medycznej na sprawne odsłuchanie i przepisanie nagranego opisu dźwiękowego. Kolejnym niezwykle istotnym elementem, o którym należy wspomnieć, jest posiadanie specjalistycznej aplikacji komputerowej, która pozwoli na zarejestrowanie przebiegu poszczególnych etapów całego procesu diagnostycznego. Kluczowym jest, by taka aplikacja współdziałała z innymi urządzeniami, łącząc pracę zakładu radiologii w całość.

Bezpieczeństwo i higiena pracy

Przy tworzeniu nowoczesnych zakładów radiologii bardzo ważną rolę odgrywa stworzenie bezpiecznych i higienicznych warunków zarówno dla pracownika, jak i pacjenta. Samo wprowadzenie promieniowania jonizującego X i pola elektromagnetycznego, które emitowane są z urządzeń radiologicznych do środowiska pracy, podlega licznym restrykcjom ze strony ustawodawcy. Do wspomnianych zagrożeń dochodzi jeszcze niebezpieczeństwo związane z czynnikami biologicznymi i fizycznymi. Nowoczesna placówka radiologiczna wychodzi naprzeciw wysoko postawionym w aktach prawnych wymogom, budując wysokie standardy i świadomość swoich pracowników odnośnie do bezpieczeństwa i higieny pracy. Każda pracownia jest dokładnie badana przez certyfikowane laboratoria. W przypadku zakładów, w których do wykonywania badań diagnostycznych wykorzystuje się promieniowanie jonizujące X – mowa tutaj o pracowni tomografii komputerowej i zakładach radiodiagnostyki ogólnej – dokonuje się obliczeń osłon stałych, które muszą być zatwierdzone przez wyspecjalizowaną jednostkę sanepidu. Następnie certyfikowane laboratorium wykonuje pomiar rozkładu mocy dawki promieniowania. Czynności te mają na celu maksymalne zminimalizowanie możliwości ekspozycji promieniowania jonizującego na ogół ludzkości znajdujący się poza pokojem badań. Dodatkowo, w trosce o bezpieczeństwo pracowników, personel pracowni jest objęty stałym pomiarem dozymetrycznym mającym niezwłocznie wskazać ewentualne przekroczenie norm.

Warto zaznaczyć, iż nowoczesny zakład radiologii zwraca szczególną uwagę na jakość wykonywanych badań. W celu świadczenia usług na jak najwyższym poziomie prowadzone są czynności takie, jak kalibracje, testy podstawowe oraz testy specjalistyczne aparatów, aby utrzymać urządzenia w najlepszym standardzie technicznym. W przypadku aparatu rezonansu magnetycznego podstawowym pomiarem jest pomiar pola elektromagnetycznego, którego celem jest między innymi wyznaczenie stref ochronnych. Wyróżnione strefy ochronne są niezwykle ważnym elementem każdej pracowni MR, ponieważ pozwalają zapobiec niebezpiecznemu przekroczeniu norm ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne pracownika. W nowoczesnej firmie strefy te są wykonane w sposób widoczny na podłodze



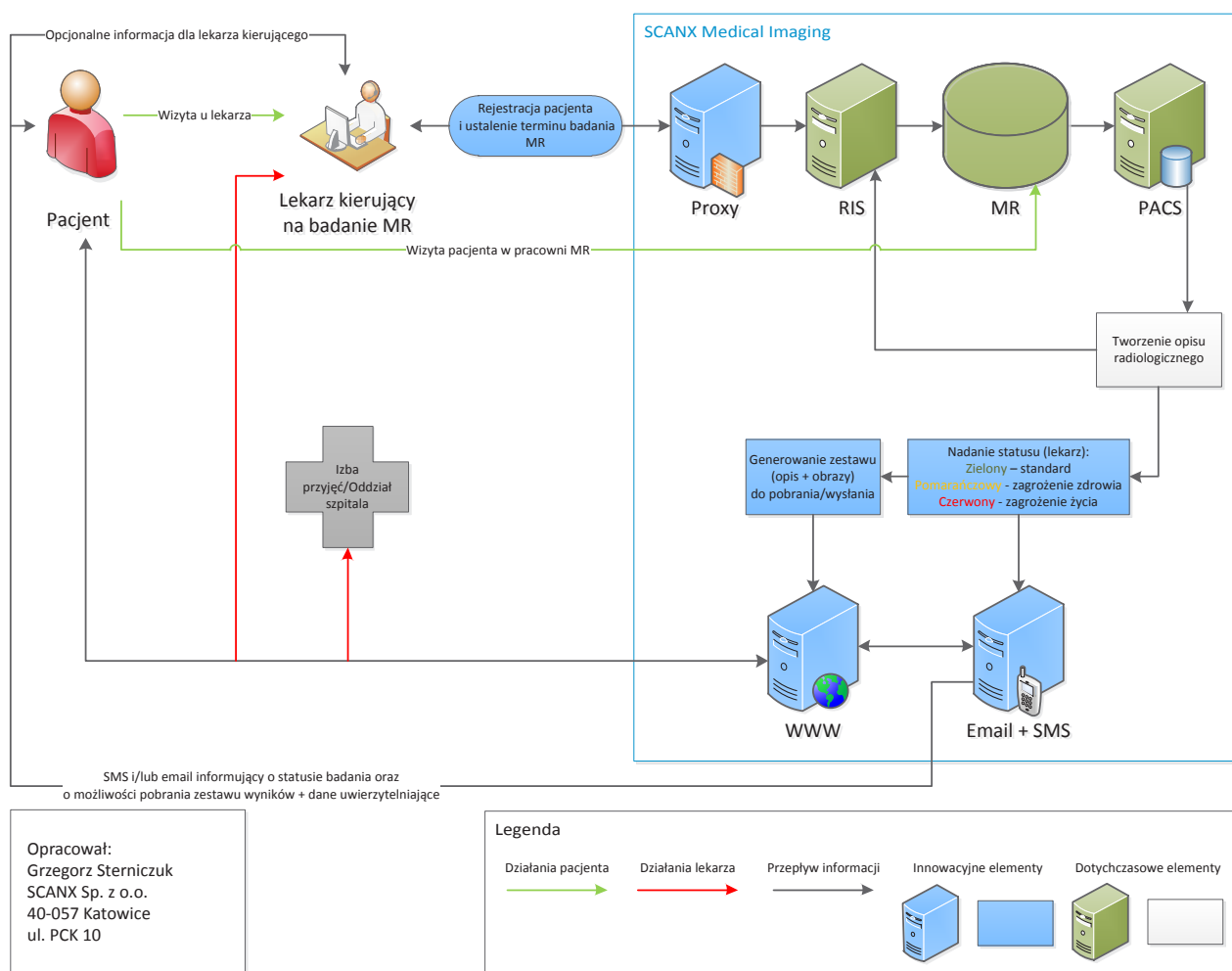
najnowsze technologie w służbie człowiekowi

- niezależny serwis CT i MR
- sprzedaż sprzętu diagnostycznego używanego

mvs

MULTI VENDOR SERVICE

MVS sp. z o.o.
ul. Bielska 49 | 43-190 Mikołów
tel. +48 32 738 35 35
e-mail: biuro@mvs.pl
Grupa MESA | www.mvs.pl



► w pokoju badań, dookoła aparatu rezonansu magnetycznego. Każdy pracownik MR ma wgląd do sprawozdania z pomiarów pola elektromagnetycznego oraz ma obowiązek zapoznać się z oceną ryzyka zawodowego, co w połączeniu z cyklicznymi szkoleniami powoduje, że u pracowników buduje się wysoką świadomość zagrożeń związanych ze zbyt długim przebywaniem w zasięgu poszczególnych stref ochronnych. Dzięki połączeniu świadomości pracowników z wykonaniem oznakowania stref ochronnych z najwyższą starannością, pewne jest, że pracownik nie narazi się na przekroczenie ekspozycji na pole elektromagnetyczne.

Oprócz pomiarów, ważną rolę w projektowaniu nowoczesnego zakładu diagnostyki obrazowej pełni zaprojektowanie i późniejsze wykonanie technicznych środków ochrony zbiorowej, które wykorzystując najnowsze dostępne osiągnięcia, mają zabezpieczyć ludzi przed zagrożeniem. Znajdują one zastosowanie w zakładach TK i RTG w postaci osłon stałych, których zadaniem jest „zatrzymać” promieniowanie jonizujące X wewnątrz pokoju badań. Osłony takie wykonane są z materiałów nieprzepuszczających promieniowania jonizującego, np. ołowiu. Dział techniczny firmy do zainstalowania ołowiu w ścianach wykorzystuje innowacyjną metodę sprasowywania płyt ołowianych wraz z płytami kartonowo-gipsowymi, co pozwala na prostsze i mniej czasochłonne wykonanie osłon stałych w jak najwyższym standardzie

jakościowym. Pamiętać należy również o drzwiach i oknie wizyjnym – elementy te wchodziły w skład technicznego środka ochrony zbiorowej. W elementach tych znajdują się wkłady w postaci taśm ołowianych. Okna wizyjne, nazywane potocznie oknem ołowianym, wykonane są ze szkła ołowianego (pot. „szkło RTG”) – bezbarwnej i przezroczystej odmiany szkła o zawartości tlenu ołowiu nie mniejszej niż 18%. Szkło wykorzystywane w osłonach rentgenowskich posiada, w zależności od typu i producenta, zawartość tlenu ołowiu odpowiednio od 22% do 65% oraz gęstość od min. 3,13 g/cm³ do 4,36 g/cm³. Dodatkowo każde pomieszczenie musi mieć wykonaną wentylację, która pozwoli na wielokrotną wymianę powietrza na godzinę. W pracowniach RTG wymagane prawem jest zamontowanie sygnalizacji ekspozycji; zazwyczaj wymóg ten spełniany jest poprzez zamontowanie lampy sygnalizacyjnej. Jednakże można pójść o krok dalej i stworzyć system, który nie będzie pozwalał na napromieniowanie osoby, która w nagłej sytuacji znalazła się w pokoju badań. Pożądany efekt otrzymuje się poprzez zamontowanie systemu wyłączników krańcowych umieszczonych na drzwiach i połączonych z pulpitem sterowniczym aparatu. Dzięki takiemu połączeniu ekspozycja zostaje wyłączona w momencie nieuprawnionego wtargnięcia do pokoju, co powoduje znaczną poprawę bezpieczeństwa. Z powodu stałej emisji pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez

aparatu rezonansu magnetycznego, jedynym sposobem na ograniczenie niepożądanych wtargnięć do pokoju badań jest zamontowanie specjalnego systemu zamkowego. Pole elektromagnetyczne oprócz szkodliwości, którą powoduje przekroczenie dopuszczalnej dawki promieniowania, stwarza zagrożenia fizyczne. W przypadku wprowadzenia w zasięg pola przedmiotu metalowego zostanie on przyciągnięty, co stwarza zagrożenie uszkodzenia urządzenia oraz narażenia zdrowia i życia osób znajdujących się w środku. Specjalny zamek połączony z klamką, która otwiera się w inny sposób niż klasyczna (należy ją docisnąć kilka sekund, a następnie pociągnąć), powoduje zminimalizowanie przypadkowych wejść, co również zabezpiecza przed wniesieniem do pokoju badań niebezpiecznych przedmiotów.

Technologie teleinformatyczne

Intensywny rozwój technologiczny w ciągu kilku ostatnich dekad spowodował rewolucję w diagnostyce obrazowej. W Europie 65% rynku należy do aparatury diagnostycznej, w dużym stopniu obrazowej. Technologiczne „oczy” pozwalają w różny sposób sięgać do wnętrza ludzkiego ciała, co otwiera nowe możliwości w diagnostyce i terapii, zwłaszcza że ich stosowanie w wielu przypadkach jest konieczne. Ucyfrowienie całej radiologii i diagnostyki obrazowej w najbliższym czasie spowoduje, że bardziej powszechna stanie się ocena badań obrazowych na monitorze stacji opisowej, a nie jak dotychczas, na negatoskopie. Przesyłanie danych może odbywać się za pomocą różnych sieci i sposobów transmisji. Standardowe linie telefoniczne są najtańsze i najbardziej dostępne, jednak cechuje je mała szybkość transmisji. Można stosować także cyfrowe linie telefoniczne ISDN (*Integrated Service Digital Network*), komputerowe sieci lokalne LAN (*Local Area Network*), czy komputerowe sieci rozległe WAN (*Wide Area Network*). Obecnie coraz częściej wykorzystuje się możliwości transmisji bezprzewodowej w telefonii cyfrowej GSM, GPRS, radiodostęp czy łącza satelitarne.

Uznanym standardem w cyfrowej radiologii i teleradiologii jest DICOM, obecnie w wersji 3.0. DICOM to trzecia wersja standardu opracowanego przez American College of Radiology (ACR) i National Electrical Manufacturers Association (NEMA). ACR/NEMA prace nad standardem wymiany danych graficznych pomiędzy urządzeniami medycznymi rozpoczęła w 1982 roku. W 1992 roku opublikowano trzecią wersję standardu (DICOM 3.0). Rozwiązywała ona braki poprzednich wersji, m.in. związane z zarządzaniem transmisją danych w sieciach komputerowych. Ostatnią oficjalną wersją standardu jest DICOM 3.0, lecz od roku 1992 standard jest nadal uaktualniany. Dzięki zastosowaniu jednego standardu można dowolnie konfigurować pracownię radiologiczną, nie martwiąc się, czy urządzenia akwizycyjne, drukarki, jak i stacje opisowe będą w stanie się komunikować.

Oczywiście, jak każdy standard, tak i DICOM wymaga od producentów tylko pewnego zakresu funkcjonalności, a inne jedynie definiuje, co oznacza, że przed zakupem konkretnego rozwiązania należy sprawdzić,

czy otrzymamy wszystkie interesujące nas funkcjonalności. Dla przykładu, przesyłane obrazy mogą być kompresowane na kilka różnych sposobów, co zmniejsza obciążenie sieci, ilość potrzebnej pamięci operacyjnej, czy wymaganą pojemność dyskową, jednakże standard tego nie wymaga i przesyłane obrazy są domyślnie w postaci surowych danych. Pliki DICOM przechowują także najróżniejsze informacje na temat samego badania i pacjenta. Cyfrowa archiwizacja badań ułatwia postępowanie np. w przypadku, gdy pacjent zgubi dokumentację. Dzięki cyfrowemu, łatwo dostępnemu archiwum lekarz ma możliwość błyskawicznego pobrania niezbędnych danych prosto z systemów RIS i PACS. Przepustowość sieci, która pozwala na komfortową pracę, nie może jednak być arbitralnie ustalona, gdyż zależy od wielu czynników, między innymi od liczby wykonywanych zdjęć, ich wielkości czy redystrybucji. Minimalna przepustowość sieci przy zastosowaniu teleradiologii dla jednego tomografu komputerowego powinna wynosić 1/1Mbps (wysyłanie/pobieranie). Typowe skompresowane badanie TK zajmuje od 50 MB do 150 MB i może być wysłane przez takie łącze w czasie od 7 do 20 minut, co w większości przypadków będzie akceptowalne. Dla wygody użytkownika bardzo pomocne jest tworzenie wirtualnych sieci prywatnych (VPN). Dzięki temu rozwiązaniu można łączyć wiele jednostek współpracujących ze sobą w jedną spójną sieć teleradiologiczną. Doskonałym zastosowaniem VPN jest udostępnienie całej infrastruktury teleinformatycznej radiologom pracującym zdalnie. Łącza takie powinny być szyfrowane, aby badania, które zawierają poufne dane (dane wrażliwe), mogły być zabezpieczone przed ewentualnymi próbami podsłuchiwania podczas transmisji (*sniffing*). Jednym z częstych problemów występujących podczas wdrażania teleradiologii w mniejszych placówkach jest brak sprzętu i infrastruktury sieciowej, pozwalającej na zestawienie szyfrowanych sieci prywatnych (diagram innowacyjności).

Podsumowując, należy podkreślić, że postępy medycyny, a szczególnie jej zaplecza technicznego, są powiązane generalnie z poziomem innowacyjności i rozwoju. Podstawową zasadą przy każdym zakupie i procesie tworzenia pracowni radiologicznej powinna być dbałość o efektywność i możliwie najpełniejsze wykorzystanie instalowanego wyposażenia. Nieracjonalne jest zatem pomijanie opinii personelu bezpośrednio obsługującego przedmiot zakupu. Jego doświadczenie często pozwala unikać pułapek przetargowych. W ostatnich latach inwestycjom dokonywanym przez szpitale z pewnością sprzyjała możliwość uzyskania unijnego dofinansowania. Warto mieć na uwadze, że środki unijne przeznaczone na lata 2014-2020 preferują innowacyjne rozwiązania techniczno-diagnostyczne. □

Autorzy dziękują za pomoc w przygotowaniu niniejszego opracowania Kamilowi Bujniwiczowi oraz Sławomirowi Madejowi.

Piśmiennictwo zostanie opublikowane z kolejną częścią artykułu.