



# Aparaty przyłóżkowe – medycyna nie jest czarno-biała

Ryszard Kowski

Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny im. Prof. A. Grucy CMKP, Zakład Diagnostyki Radiologicznej i Obrazowej, ul. Konarskiego 13, 05-400 Otwock, e-mail: rkowski@wp.pl

Jeśli ktoś chce działać na zasadzie widzenia tylko czerni i bieli – nie powinien „bawić się” w medycynę. Na żadnym poziomie jej stosowania. Medycyna jest sztuką, nie poddającą się prostym, sztywnym kryteriom działania. Może dlatego w niektórych krajach nie zaleca się w tym obszarze działalności człowieka stosowania norm ISO. Systemy zapewnienia jakości i zarządzania ryzykiem – tak, ale sztywne reguły, procedury i normy – nie. Czy takie podejście jest mniej wymagające od działającego tam personelu? NIE! Wprost przeciwnie. Na takie podejście pozwolili mogą sobie rzetelni fachowcy z odpowiednim doświadczeniem.

Poniższy tekst, choć pozornie o prostych wyborach traktujący, będzie właśnie o takim rozumieniu zasad mówić. Może zrodzi się z tego cały cykl rozważań?

Obrazowanie medyczne to bardzo szerokie pojęcie. Jego celem jest uzyskanie takich informacji o stanie pacjenta, które będą użyteczne podczas podejmowania decyzji o postępowaniu klinicznym (np. stawiane diagnozy, postęp leczenia lub choroby etc.) lub w trakcie czynności wykonywanych pod kontrolą tegoż obrazowania. W obu wypadkach obraz musi zawierać adekwatną do potrzeb informację kliniczną. Jeśli do obrazowania użyto czynnika potencjalnie szkodliwego, jego ilość (dawka) powinna być zgodna z zasadą ALARA, czyli tak mała, jak to rozsądnie możliwe, przy uwzględnieniu osiągnięcia założonego celu (jakości obrazu lub działań terapeutycznych). Trzeba też pamiętać, że pojęcie „optymalizacja dawki” odnosi się do wszelkich potencjalnie szkodliwych czynników, a więc nie tylko do promieniowania jonizującego, ale i do np. nefrotoksycznego środka kontrastującego.

Treści zawarte we wstępie postaram się zilustrować na przykładzie jednego z częściej występujących, a zwykle pomijanych, problemów związanych ze zdjęciami (radiografią) wykonywanymi aparatami przyłóżkowymi.

Zacznijmy od czerni i bieli. Znowelizowane (najświeższe) Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej w paragrafie 5, punkt 1, podpunkt 8 stanowi:

**„ogranicza się stosowanie jezdnego i przenośnego sprzętu radiologicznego wyłącznie do przypadków, gdy przybycie pacjenta do stacjonarnego urządzenia radiologicznego jest przeciwwskazane ze względów medycznych”.**

Prosta, jasna, jednoznaczna zasada. Czy aby na pewno? Z urzędniczego punktu widzenia – oczywiście TAK. A z klinicznego? Co to znaczy „ze względów medycznych”? Czy to znaczy, że stan pacjenta

jest na tyle ciężki, że nie można go przenieść? Czy że akurat na dyżurze jest tylko jedna pielęgniarka i nie może ona towarzyszyć pacjentowi do pracowni? Czy może nie ma akurat sanitariusza, który może zawieźć pacjenta na wózek? Sformułowanie „względy medyczne” zostawia zatem sporo miejsca do interpretacji.

**Rozpatrzmy teraz problem CELU wykonania takiego zdjęcia.** W pełni diagnostyczny rentgenowski obraz klatki piersiowej, zgodnie z wymaganiami międzynarodowymi (np. *European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images*), jak i naszymi procedurami wzorcowymi, powinien charakteryzować się między innymi uwidocznieniem całego kręgosłupa piersiowego przez cień śródpiersia oraz zmian położonych zaosierdziowo, ostrym odwzorowaniem oskrzeli płatowych i aorty, zobrazowaniem siateczkowatych i liniowych struktur dochodzących do obrzeży płuc nawet wówczas, gdy mają 0,3 mm wielkości...

Czy uzyskanie takiego obrazu jest możliwe przy pomocy aparatu przyłóżkowego? Przypatrzmy się kolejno tym wymaganiom.

**Warunek I: Uwidocznienie całego kręgosłupa piersiowego przez cień śródpiersia oraz zmian położonych zaosierdziowo** będzie możliwe jedynie wówczas, gdy osiągniemy odpowiedni kontrast obrazu. Wbrew pozorom – w tym wypadku niepożądanym jest kontrast zbyt wysoki. Od czego zależy kontrast? Od różnic w pochłanianiu promieniowania, a one od różnic gęstości poszczególnych struktur anatomicznych: im większe różnice, tym wyższy kontrast. W obszarze klatki piersiowej różnice są ogromne: gęste kości, mniej gęsta tkanka miękka i bardzo niewiele pochłaniająca powietrzona tkanka płucna. W efekcie „ślizny”, wysokokontrastowy obraz: białe kości, prawie biała tkanka miękka (nie widać struktur, w tym i kręgosłupa, położonych za osierdziem) i ciemne pola płucne. Informacje kliniczne dotyczą praktycznie tylko zmian i struktury mięszu płucnego. To właściwie zdjęcie płuc, a nie klatki piersiowej. Trzeba kontrast obniżyć, czyli zmniejszyć różnice w pochłanianiu promieniowania, czyli zwiększyć energię kwantów. Uzyskamy to, ustawiając wartość wysokiego napięcia na około stu dwudziestu kilowoltów. Wtedy różnicuje się zabielenie tkanki kostnej i miękkiej, zobaczymy kręgosłup przez cień śródpiersia i ewentualne zmiany położone zaosierdziowo. Taki obraz, na pierwszy rzut oka gorszy, niskokontrastowy, niesie więcej informacji klinicznych.

Czy da się to osiągnąć przy pomocy aparatu przyłóżkowego? Owszem, **warunek może być spełniony**, jeśli tylko będzie on miał dostatecznie wysoką moc zasilacza.

**Warunek II: Ostre odwzorowanie tętu aorty oraz oskrzeli płatowych** będzie możliwe jedynie wówczas, gdy zastosowany będzie wystarczająco krótki czas akwizycji. Dla osób dorosłych w projekcji PA to czas poniżej 20 milisekund, dla dzieci – poniżej 10, a dla noworodków (małe serduszko bije z dużą częstotliwością) – to pojedyncze milisekundy. Krótki czas ekspozycji to również gwarancja, że w artefaktach ruchowych nie znikną nam zmiany położone wokółosierdziowo. Krótki czas ekspozycji można osiągnąć jedynie wtedy, gdy zastosujemy wystarczająco wysoki prąd, wszak o ilości promieniowania docierającego do rejestratora obrazu decyduje wartość obciążenia prądowo-czasowego, czyli liczba mAs (oczywiście z uwzględnieniem wydajności źródła). Od mocy zasilacza zależą możliwe do ustawienia wartości prądu (mA), które są tym niższe, im większa jest wartość wysokiego napięcia.

Czy da się to osiągnąć przy pomocy aparatu przyłóżkowego? Owszem, **warunek może być spełniony, choć może to się okazać trudne**, szczególnie w przypadku małych dzieci i noworodków (wymagany bardzo krótki czas ekspozycji), jeśli aparat nie będzie miał dostatecznie wysokiej mocy zasilacza.

**Warunek III: Zobrazowanie siateczkowatych i liniowych struktur dochodzących do obrzeży płuc nawet wówczas, gdy mają 0,3 mm wielkości** będzie możliwe, gdy wystarczająca będzie rozdzielczość przestrzenna (wysokokontrastowa), a ta zależy zarówno od konstrukcji rejestratora obrazu, jak i od właściwego układu **wielkość ogniska optycznego lampy/odległość FFD (Film Focus Distance)**. Im większe jest ognisko, tym dalej należy odsunąć je od rejestratora obrazu. Czysta optyka się kłania.

Czy da się to osiągnąć przy pomocy aparatu przyłóżkowego? **Warunek może być trudny do spełnienia**, chociażby z uwagi na ograniczenia konstrukcyjne aparatu.

To teraz trochę fizyki i kilka prostych zależności: im mniejsze ognisko lampy, tym mniejsza moc z niej wyzwalana (czyli tym niższe wartości napięcia i prądu wytrzyma); im większe zastosuje się ognisko, tym dalej trzeba odsunąć lampę od pacjenta; im dalej odsunie się lampę od pacjenta, tym wyższy musi być prąd, by uzyskać krótki czas (dawka spada z kwadratem odległości i zdjęcie będzie niedoświetlone/„zaszumione”). Żeby uzyskać obraz w pełni diagnostyczny, **spełnione muszą być wszystkie trzy warunki**. Czy zatem aparat przyłóżkowy będzie nieprzydatny? Wróćmy do podkreślonego wyżej **CELU wykonania zdjęcia**. Gdy chcemy uzyskać w pełni diagnostyczny obraz klatki piersiowej – odpowiedź brzmi: taki aparat w większości wypadków nie wystarczy.

Jeśli jednak chcemy uzyskać prostsze odpowiedzi lub dotyczące innych obszarów tkankowo narządowych (czy oba płuca są upowietrzzone, czy cewnik jest w wymaganym miejscu, czy nie ma złamań etc.), to w wielu wypadkach obraz uzyskane aparatem przyłóżkowym będą wystarczające i wybór takiego narzędzia będzie ze wszech miar właściwy.

Trzeba sobie zawsze zdawać sprawę z możliwości, a w szczególności z ograniczeń wybranej metody i narzędzia obrazowania. Dlatego na wstępie wspominałem o „rzetelnym fachowcach

z odpowiednim doświadczeniem”. Realizacja filozofii „good clinical practice” pokazuje, że coś świetnego z urzędniczego punktu widzenia, takie „dla bezpieczeństwa pacjenta” ostro zdefiniowane kryteria postępowania, mogą być dalekie od rzeczywistego dobra pacjenta.

Podobnie jak w przypadku określania poziomów referencyjnych i zastosowania ich wielkości do oceny narażenia pacjentów, tak i przy wyborze metodyki działania (tu: obrazowania) znaczenie mają nie tylko parametry wyposażenia czy obszar tkankowo-narządowy i wielkość pola wiązki, ale również cel, w jakim zostaje zarejestrowany obraz, by ilość i jakość uzyskanych informacji klinicznych w obrazie była wystarczająca dla uzyskania skutku, jaki chcemy osiągnąć.

Ostateczną odpowiedzialność za wykonaną procedurę ponosi radiolog i to on powinien świadomie wybrać metodę adekwatną do problemu. Ten wybór, niestety, nie zawsze będzie przebiegał ścieżką najlepszej metody. W medycynie czasami musi on kierować się drogą najmniejszej szkody i wtedy polegać będzie na zasadzie wyboru „zrobić badanie niedoskonałe” czy „wcale nie zrobić badania”. I w takim wypadku odpowiedzialność radiologa i jego decyzja są wystawione na cięższą próbę. Czasami jedynym rozsądnym wyjściem będzie wykorzystanie właśnie jeźdnego aparatu przyłóżkowego.

Na zakończenie rozważań o aparatach jeźdnych jeszcze garść uwag dotyczących personelu. Pamiętajmy, że zdjęcia aparatami stacjonarnymi wykonujemy z pomieszczenia osłonnego. Zdjęcia przyłóżkowe wymagają praktycznego i umiejętnego wykorzystania wszystkich czterech metod ochrony radiologicznej: czasu, odległości, osłony i myślenia.

**Czas:** jak najmniej ekspozycji wykonywanych spoza pomieszczenia osłonnego.

**Odległość:** ekspozycje należy wyzwalać jak najdalej od pacjenta.

**Ostona:** należy używać fartuchów ochronnych, wykorzystywać wszelkie osłony dodatkowe (elementy ścian, parawany, osłony stałe etc.), ustawiając się tak, by były one między nami a punktem, w który uderza wiązka pierwotna.

**Myślenie:** należy zawsze pamiętać, że jesteśmy narażeni na promieniowanie rozproszone, a nie na wiązkę pierwotną (ta uderza w pacjenta), zatem miejsce jej padania jest źródłem kwantów, które mogą dotrzeć do nas. Należy również zawsze pamiętać, że ilość promieniowania rozproszonego zależy od objętości bloku naświetlanych tkanek, zatem im dokładniejsza kolimacja, tym mniej jesteśmy narażeni na promieniowanie.

Na temat powyższych rozważań wybrałem najczęściej chyba realizowane badanie radiograficzne, a jednocześnie jedno z bardziej wymagających precyzyjnego doboru parametrów ekspozycyjnych i warunków jego wykonania. Mam wrażenie, że dobrze ilustruje ono słabą skuteczność sztywnych, rygorystycznych przepisów i niezwykłą wartość profesjonalizmu i myślenia.

I właśnie tego myślenia wynikającego z wiedzy i doświadczenia życzę nam wszystkim na wypadek, gdybyśmy musieli znaleźć się po drugiej stronie frontu zwanego „ochroną zdrowia”.