

Ryzyko napromieniania dzieci podczas tomografii komputerowej

Alan S. Brody, MD,
Donald P. Frush, MD,
Walter Huda, PhD,
Robert L. Brent, MD, PhD
oraz Sekcja Radiologiczna

American
Academy of
Pediatrics



Wskazówki dla lekarzy
dotyczące opieki
nad dziećmi

STRESZCZENIE

Badania obrazowe wykorzystujące promieniowanie jonizujące odgrywają zasadniczą rolę w rozpoznawaniu wielu chorób u dzieci. To promieniowanie jest stosowane podczas badań radiologicznych, fluoroskopii, angiografii oraz tomografii komputerowej. Szczególne zainteresowanie budzi ostatnie z nich, z uwagi na stosunkowo dużą dawkę promieniowania oraz powszechne wykorzystywanie. Wspólne stanowisko przyjęte w sprawie zagrożenia powodowanego napromienianiem sugeruje przyjęcie założenia, że mniejsza dawka promieniowania ogranicza ryzyko powstawania nowotworów złośliwych. Społeczność medyczna powinna szukać dróg zmniejszenia ekspozycji na promieniowanie dzięki stosowaniu możliwie jak najmniejszych dawek i wykonywaniu badań tylko wówczas, gdy jest to konieczne. Powszechnie przyjęto, że korzyści wynikające z wykonania tomografii komputerowej, jeśli istnieją wskazania, przeważają nad stwarzanym przez nią ryzykiem. Rola pediatrów polega na podejmowaniu decyzji, kiedy badanie jest niezbędne, i omawianiu ryzyka jego wykonania z chorym i jego rodzicami. Strategie wykonywania badań obrazowych należy konsultować z radiologiem, który powinien też stworzyć specjalny protokół technik takich badań optymalny dla dzieci. Trzeba zachęcać rodziny i samych chorych, aby pytali o zagrożenia i korzyści, jakie niesie z sobą obrazowanie za pomocą tomografii komputerowej. Informacje zawarte w niniejszym doniesieniu ułatwiają podejmowanie decyzji oraz rozmowy z personelem medycznym, chorymi i ich rodzinami.

Wprowadzenie

Tomografia komputerowa (TK) jest cennym i istotnym badaniem obrazowym wykonywanym u dzieci. Wykorzystuje promieniowanie X w celu dostarczania szybkich, spójnych i szczegółowych informacji obrazowych praktycznie o każdym z układów narządów u niemowląt i dzieci. Ponieważ promienie X są integralną składową tworzenia obrazu TK, podczas tego badania dochodzi do ekspozycji na promieniowanie. Wykazano, że promieniowanie jonizujące zwiększa ryzyko rozwoju nowotworów złośliwych u osób narażonych na kontakt z jego wysokimi dawkami. Ostatnie doniesienia omawiają ponadto potencjalne zagrożenie nowotworami powstającymi pod wpływem ekspozycji na mniejsze dawki promieniowania podczas badania TK. Te opracowania budzą coraz większe zainteresowanie pediatrów, chorych i ich rodzin. Przegląd tego piśmiennictwa ukazuje jednak bardzo różne opinie o zagrożeniu nowotworami, jakie stwarzają diagnostyczne badania obrazowe. Chociaż w piśmiennictwie zawarto wiele rozmaitych opinii na temat ryzyka powodowanego przez promieniowanie jonizujące, autorzy zgodnie podkreślają słuszność pewnej zasady: wszelkie szacowane ryzyko związane z TK jest znacznie mniejsze niż korzyści, jakie odnosi chory z wykonania tego badania, jeśli są ku temu wskazania.

Słowa kluczowe

tomografia komputerowa, diagnostyka obrazowa, ALARA, promieniowanie jonizujące, nowotwór

Skróty

TK tomografia komputerowa
ALARA możliwie najmniejsza dawka

Wszystkie raporty kliniczne American Academy of Pediatrics (AAP) automatycznie tracą ważność po 5 latach od ich opublikowania chyba, że przed upływem tego czasu zostaną potwierdzone, zmodyfikowane lub unieważnione.

Zawarte w raporcie zalecenia nie wskazują na jedyny możliwy sposób postępowania i nie mogą służyć za standard w opiece medycznej. Dopuszczalne są odstępstwa uwzględniające indywidualne okoliczności kliniczne.

Niniejsze doniesienie kliniczne powinno służyć pomocą pediatrom i pogłębić zrozumienie napromieniania dzieci podczas TK oraz potencjalne ryzyko rozwoju nowotworu. Zawiera też sugestie będące podstawą dla świadomego omówienia tego zagadnienia z opiekunami. Ważne, aby zrozumieć, że celem tego komentarza nie jest przedstawienie wyczerpującego przeglądu piśmiennictwa poświęconego biologicznym skutkom napromieniania małymi dawkami, ale raczej podsumowanie panujących obecnie poglądów na temat zagrożenia powstaniem nowotworu złośliwego pod wpływem ekspozycji na promieniowanie podczas badań obrazowych oraz dostarczenie pediatrom informacji pomocnych w rozmowach z chorymi, ich rodzinami lub opiekunami, dotyczących zagrożenia napromienianiem podczas badań TK i klinicznej przewadze tych badań nad innymi.

Promieniowanie jonizujące

Mianem promieniowania jonizującego określa się promieniowanie o wysokiej energii, zdolne do wywołania jonizacji tkanek, przez które przenika i jest pochłaniane. Jeden grej (Gy) odpowiada pochłonięciu 1 dżula (J) energii promieniowania przez kilogram materii. Jeden Gy odpowiada pochłonięciu 100 dawek promieniowania (radów). Jeden siwert (Sv) uwzględnia biologiczne skutki promieniowania i jest obliczany przez pomnożenie greja przez współczynnik szkodliwości biologicznej. Należy pamiętać, że promieniowanie jonizujące stale występuje w otaczającym nas środowisku. Określa się je mianem promieniowania środowiskowego, wzbudzanego przez źródła naturalne oraz stworzone przez człowieka. Do naturalnych źródeł promieniowania należą promienie kosmiczne, radon, promieniowanie skał tworzących łądy oraz naturalne radionuklidy. Większość promieniowania otrzymywanego przez wszystkich mieszkańców Stanów Zjednoczonych pochodzi z takich właśnie źródeł. Ilość promieniowania środowiskowego waha się w zależności od położenia geograficznego. Na przykład mieszkańcy Denver w stanie Kolorado otrzymują blisko dwukrotną dawkę takiego promieniowania w porównaniu z mieszkańcami okolic nadmorskich. Przyczyną tego jest zwiększona ekspozycja na promieniowanie kosmiczne obszarów położonych wyżej, a także zwiększone promieniowanie skał lądowych otaczających miasto gór. Średnie promieniowanie środowiskowe w Stanach Zjednoczonych wynosi 3 mSv/rok/osobę.

Promieniowanie wytwarzane przez człowieka pochodzi ze źródeł przemysłowych i medycznych, a zwłaszcza tych drugich. Promieniowanie medyczne można mierzyć kilkoma różnymi sposobami. Na przykład ekspozycję na promieniowanie wzbudzone podczas diagnostycznych badań radiologicznych można opisać jako dawkę padającą na powierzchnię ciała lub dawkę wejściową. Dawka wejściowa jest jednak większa niż średnia dawka, na którą jest ekspozycja całe ciało. Niekoniecznie odzwierciedla to ryzyko, ponieważ poszczególne okolice ciała cechuje rozmaita wrażliwość na wpływ promieniowania

jonizującego. Na przykład badania prowadzone wśród Japończyków, którzy przeżyli wybuch bomby atomowej, wykazały, że płuca są wrażliwsze na zagrożenie powstaniem nowotworu pod wpływem dużych dawek promieniowania niż wątroba, która z kolei jest wrażliwsza niż mięśnie szkieletowe lub skóra. Energia promieniowania odkładana w każdym z narządów jest dawką danego narządu (mierzoną w grejach). Po napromienieniu kilku narządów w celu ilościowego określenia całkowitego ryzyka chorego wykorzystuje się tzw. skuteczną dawkę (mierzoną w siwertach), obliczaną po uwzględnieniu dawki otrzymanej przez poszczególne narządy oraz względnej wrażliwości narządu na promieniowanie (np. płuca są bardziej podatne niż skóra).

Ekspozycja na konkretną dawkę promieniowania stwarza różne zagrożenie rozwojem nowotworu u dzieci w porównaniu z dorosłymi. Powodów jest kilka. Po pierwsze, rosnące i rozwijające się tkanki i narządy są wrażliwsze na działanie promieniowania niż tkanki w pełni dojrzałe.^{1,2} Po drugie, onkogenny wpływ promieniowania może długo pozostawać w utajeniu (np. przez dziesięciolecia). Ów okres utajenia zmienia się w zależności od typu nowotworu. Krótszy jest dla białaczki (około 10 lat lub mniej) niż dla złośliwych nowotworów litych. Zatem spodziewany czas przeżycia, w którym mogą się ujawnić potencjalne onkogenne skutki napromieniania, jest u dzieci dłuższy niż u dorosłych. Na przykład, biorąc pod uwagę spodziewaną długość życia, prawdopodobieństwo pojawienia się wywołanego radioterapią guza łitego po 30-letnim okresie utajenia jest większe u 10- niż 50-latk. Pierce i wsp.¹ podsumowali ryzyko rozwoju nowotworu po napromienianiu w różnym wieku i stwierdzili, że ekspozycja w wieku 50 lat odpowiada około jednej trzeciej ryzyka ekspozycji w wieku 30 lat, a przewidywanie zagrożenia w ciągu życia u osoby napromienianej w wieku 10 lat jest jeszcze mniej pewne. Przyjmując rozsądne założenie, szacunkowe ryzyko w tej grupie wiekowej mieści się w granicach 1-1,8 razy wartości oszacowanej dla osób ekspozowanych w wieku 30 lat. Zatem wrażliwość zmienia się z wiekiem, a najbardziej zagrożeni są najmłodszy. Ponieważ ryzyko zmienia się z wiekiem, zwiększone – w porównaniu z dorosłymi – zagrożenie dzieci również jest zmienne w zależności od rzeczywistego wieku porównywanych grup.¹ Po trzecie, jeśli wykonywano badania TK, ekspozycja na napromienianie podczas tego badania zależy od dawki, która u dzieci jest większa niż u dorosłych z uwagi na mniejsze pola przekroju ich ciała.³

Diagnostyczne badania obrazowe

Promienie X wykorzystuje się podczas badań radiograficznych, fluoroskopii, angiografii i TK. Stosowane dawki zależą od czynników związanych z chorym (takich jak wiek i wielkość ciała), technicznych (wyposażenia i czasu trwania procedury), a także rodzaju sprzętu. Naturalnie warto znać pewne dawki, typowe dla powszechnie wykonywanych badań obrazowych (tabela).

TABELA. Stosowane w medycynie dawki promieniowania oszacowane dla 5-letniego dziecka

Pole obrazowania	Skuteczna dawka, mSv	Odpowiednik dawki podczas CXR
Staw skokowy w 3 projekcjach	0,0015	1/14
Klatka piersiowa w 2 projekcjach	0,02	1
Jama brzuszna w projekcji przednio-tylnej i bocznej	0,05	2½
Cystografia z użyciem izotopu promieniotwórczego Tc-99m ²	0,18	9
Scyntygrafia kości z użyciem izotopu promieniotwórczego Tc-99m	6,2	310
Badanie FDG PET ³	15,3	765
Cystografia fluoroskopowa	0,33	16
TK głowy	4	200
TK klatki piersiowej	3	150
TK jamy brzusznej	5	250

CXR – radiologiczne zdjęcie klatki piersiowej; Tc-99m – technet 99m; FDG PET – pozytonowa tomografia emisyjna z użyciem fluorodezoksyglukozy.
Dane za: R. Reiman, MD (Duke Office of Radiation Safety [www.safety.duke.edu/RadSafety], informacja pisemna z 2006 r.).

Wśród diagnostycznych badań obrazowych eksponujących na promieniowanie jonizujące największe zainteresowanie wzbudza ostatnio TK. Decydują o tym trzy czynniki. Po pierwsze, ekspozycja na promieniowanie jest podczas badania TK nieproporcjonalnie większa w porównaniu z innymi badaniami obrazowymi. Mettler i wsp.⁴ w 2000 r. stwierdzili, że na oddziale radiologicznym dużego ośrodka akademickiego wśród badań wykonywanych z użyciem promieniowania jonizującego TK stanowi tylko 11%, ale wykorzystuje aż 67% całego zużytego promieniowania. Po drugie, gwałtownie zwiększa się liczba wskazań do przeprowadzenia TK oraz liczba zdjęć wykonywanych podczas tego badania. W badaniu, przeprowadzonym niedawno w tym samym ośrodku, TK stanowiła 15% wykonanych badań a zużyto podczas nich 75% całkowitej wykorzystanej dawki.⁵ Po trzecie, badanie TK wykonuje się wieloma technikami i z użyciem różnych dawek promieniowania, uzyskując obrazy bardzo zbliżonej jakości. Podczas tradycyjnych badań radiologicznych zwiększenie dawki promieniowania sprawia, że obraz staje się ciemniejszy i wielu uważa go za prześwietlony. Zmiana ilości promieniowania stosowanego podczas TK wpływa na poziom szumu i w małym stopniu na inne cechy obrazu. Powyżej poziomu jakości diagnostycznej zmniejszenie poziomu szumu przez zwiększenie dawki promieniowania nie wpływa na dokładność diagnostyczną badania TK i może być nawet niepożądane, a ekspozycja staje się niekiedy niepotrzebnie duża, zwłaszcza u dzieci.⁶ Do niedawna w badaniach dzieci i dorosłych wykorzystywano te same parametry badania TK. W rzeczywistości okazało się, że zmiana tych parametrów zmniejszająca dawkę o około 50-90% jest w badaniach u dzieci zadowalająca.

Ryzyko napromieniania podczas badań diagnostycznych

W żadnym z opublikowanych doniesień nie przypisywano bezpośrednio nowotworów do badań TK i trzeba

sobie uświadomić, jak trudno byłoby przeprowadzić takie badanie. Ryzyko rozwoju w ciągu życia nowotworu prowadzącego do zgonu wynosi w ogólnej populacji około 1 na 5. Przeprowadzenie badania wykrywającego zwiększenie tego ryzyka z 0,2000 (ryzyko 1 na 5 w ogólnej populacji) do 0,2002 (ryzyko 1 na 5 w ogólnej populacji wraz z potencjalnym ryzykiem 1 na 5000 z powodu badania TK) wymagałoby włączenia tysięcy lub milionów uczestników i jak najstarszego właściwego ich dobrania, aby zapewnić uzyskanie dokładnego wyniku. Do czasu przeprowadzenia takiego badania i zweryfikowania go przez środowisko naukowe oszacowanie ryzyka musi się opierać na innych formach ekspozycji na promieniowanie jonizujące. Trzeba też przyjąć pewne założenia, aby zastosować to ryzyko do ryzyka wynikającego z wykonywania badań obrazowych. Oszacowując ryzyko najczęściej wykorzystuje się dane uzyskane wśród osób, które przeżyły wybuch bomby atomowej.

Aparaty służące do wykonywania TK i innych badań obrazowych wykorzystują małe dawki promieniowania – przyjmuje się, że są one mniejsze niż około 100 mSv. W wielu badaniach z udziałem populacji otrzymujących duże, przekraczające 500 mSv, dawki promieniowania wykazano zwiększone ryzyko rozwoju nowotworu. Przegląd tych badań, przeprowadzony w 2005 r. przez Committee of the National Academy of Science i opublikowany jako raport Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR),⁷ przyniósł powszechnie zaakceptowane dowody na to, że podczas znacznych ekspozycji ryzyko powstania nowotworu zwiększa się wraz z wielkością dawki, a ekspozycja na bardzo duże dawki powoduje rozległe niszczenie komórek. Związek między ekspozycją na małe dawki promieniowania a ryzykiem nowotworzenia jest mniej wyraźny.

Z uwagi na różnorodność opinii i przeprowadzenie wielu rozmaitych badań, szeroki zakres szacunków ryzyka

stwarzanego przez promieniowanie jonizujące uwalniane podczas badań obrazowych powinien zostać potwierdzony po wybraniu swoistych doniesień z analizowanego wcześniej piśmiennictwa. Należałoby uwzględnić kompletny przegląd piśmiennictwa, inaczej podsumowanie może być stronicze. Naszym zdaniem, dotąd nie opublikowano analiz uznanych za autorytatywne.

Dodatковым źródłem, służącym oszacowaniu zagrożenia napromienianiem małymi dawkami, są stwierdzenia opierające się na przeglądzie dokonany przez zespół ekspertów. BEIR Committee od the National Academy of Sciences po raz ostatni przedstawił zbiór zaleceń w 2005 r. Jego autorzy uznali, że „ryzyko powstania nowotworu po stosowaniu małych dawek promieniowania następuje w postępie liniowym, nie ma wartości progowej, a nawet najmniejsze dawki mogą nieznacznie zwiększać ryzyko występujące u ludzi.”⁷ W raporcie Atomic Radiation 2000 United States Subcommittee podał, że „pogłębiająca się wiedza przekonuje o proporcjonalnym do dawki promieniowania zwiększaniu się zagrożenia rozwojem nowotworu, dlatego wskazane jest stosowanie jak najmniejszych dawek.”⁸ Zgodnie z zaleceniami International Commission on Radiation Protection (2005), ciężar dowodów o fundamentalnych procesach zachodzących w komórkach potwierdza, że małe dawki sięgające kilkudziesięciu mSv z naukowego punktu widzenia uzasadniają założenie, że ogólnie i z praktycznego punktu widzenia ryzyko rozwoju nowotworu zwiększa się wprost proporcjonalnie do dawki pochłanianej przez tkanki i narządy.⁹

Wobec braku ostatecznych dowodów na wpływ małych dawek promieniowania, powyższe stanowiska dostarczają przydatnych wskazówek. Zgodnie z nimi, uzasadniony jest pogląd, że małe dawki promieniowania wykorzystywane podczas diagnostycznych badań obrazowych stwarzają niewielkie zagrożenie powstania nowotworu. Jeśli założy się, że promieniowanie uwolnione podczas badania TK może zainicjować rozwój nowotworu, środowisko medyczne powinno szukać sposobów zmniejszenia ekspozycji na promieniowanie. Służą temu dwie metody: stosowanie możliwie jak najmniejszych dawek (as low as reasonably achievable, ALARA), tj. najmniejszych pozwalających uzyskać konieczną informację diagnostyczną, a także wykonywanie takich badań tylko wtedy, gdy są one niezbędne.

Rola pediatrów

Na stosowanie badania TK u dzieci w dużej mierze wpływ mają pediatrzy.¹⁰ To oni ostatecznie decydują o konieczności wykonania tego badania. Ta ważna rola pociąga za sobą odpowiedzialność za rozeznanie zarówno co do wartości badania TK, jak i związanego z nim ryzyka, które – jak opisano wyżej – jest bardzo niewielkie, ale realne. Pracownicy opieki zdrowotnej powinni umieć przedstawić to ryzyko w sposób zrozumiały dla chorych i ich rodzin. Trzeba zdawać sobie sprawę, że decyzja

o wykonaniu badania TK zależy często od wzajemnej relacji opinii konsultantów, np. radiologów, oraz rodziny chorego. Wiele informacji można znaleźć w Internecie, większość z nich podaje jednak mylne dane dotyczące TK, napromieniania i nowotworu. Pediatrzy powinni umieć odpowiedzieć na pytania związane z tymi zagadnieniami.

Pediatrzy są zwykle pierwszym, a często jedynym, źródłem informacji dla dziecka i jego rodziny. Stwarza to okazję do informowania i edukacji członków rodziny. Ostatnie doniesienia zawierające przegląd technologii TK i jej roli w arsenale badań obrazowych^{11,12} są dla pediatrów wystarczającym źródłem informacji. Coraz częściej uznaje się TK za pierwsze, jeśli nie jedyne, badanie wykonywane u większości chorych niemowląt i dzieci. Trzeba zdawać sobie sprawę, że wykorzystywanie badania TK u dzieci nie jest rzadkie a przeciwnie – coraz częstsze. W przeprowadzonym niedawno przeglądzie podsumowującym wykonywane badania wykazano, że stosowanie TK znacząco zwiększyło się w ciągu ostatnich 1-2 dekad, a według niektórych szacunków zwiększa się o co najmniej 10% rocznie.¹³ Obecnie u dzieci wykonuje się około 11% badań TK,⁴ co może oznaczać przeprowadzanie ich rocznie u ponad 7 milionów dzieci w Stanach Zjednoczonych.^{13,14} Wykorzystywanie TK w rozwiązywaniu powszechnie występujących problemów, takich jak urazy (zamknięte uszkodzenia głowy, badanie układu kostnego i szyjnego odcinka rdzenia kręgowego, a także ocena po tępych urazach brzucha), ostre zapalenie wyrostka robaczkowego oraz kamica moczowa, zwiększa częstość wykonywania tego badania u dorosłych i dzieci. Większość praktykujących lekarzy uważa, że wykonanie badań TK może zapobiec hospitalizacji dzieci po urazach głowy, zaś ujemny wynik tego badania u dzieci z nagłym silnym bólem brzucha zapobiega operacji zwiadowczej. Te badania dostarczają informacji ułatwiających ustalenie wcześniejszego i bardziej konkretnego rozpoznania.

To coraz częstsze wykorzystywanie badań TK musi opierać się na gruntownym przekonaniu, że najlepiej oceniają one sytuację kliniczną, a decydując się na ich wykonanie należy brać pod uwagę bardzo niewielkie ryzyko powstania nowotworu. Wyniki dwóch opublikowanych ostatnio doniesień świadczą, że wielu pracowników opieki zdrowotnej nie do końca zdaje sobie sprawę z tego zagrożenia. W pierwszym badaniu Lee i wsp.¹⁵ przeprowadzili ankietę wśród chorych, lekarzy i radiologów izby przyjęć. Okazało się, że tylko 7% chorych udzieliło jakichkolwiek informacji o ryzyku napromieniania i korzyściach wynikających z wykonania badania TK jamy brzusznej. Ponadto, zaledwie 9% lekarzy izby przyjęć uważa, że przeprowadzenie tego badania może zwiększyć ryzyko rozwoju nowotworu w ciągu życia, a 75% ankietowanych lekarzy zaniża dokładny zakres liczby przekrojów klatki piersiowej podczas badania TK (tabela). W drugim z ostatnich badań Jacob i wsp.¹⁶ przeprowadzili ankietę wśród lekarzy brytyjskich i stwierdzili, że tyl-

ko 12,5% obawia się związku między napromienianiem podczas TK a nowotworami. Mniej niż 20% właściwie określało względną dawkę promieniowania podczas badania TK.¹⁶ Omawiane badania wskazują na konieczność uświadamiania pracownikom opieki zdrowotnej i społeczeństwu zagadnień bezpieczeństwa związanego z promieniowaniem.

Pediatrzy powinni umieć udzielić rodzinom podstawowych informacji o miejscowych ośrodkach wykonujących badania radiologiczne. Poza ogólnymi danymi konieczny jest bezpośredni dostęp do aktualnych informacji. Taka informacja powinna zawierać:

- dodatkowe dane o doświadczeniu ośrodka (szkolenie w zakresie radiologii dziecięcej, certyfikat rozszerzonych umiejętności American Board of Radiology oraz ważny certyfikat w radiologii dziecięcej),
- odpowiednie protokoły wykonywania badań TK głowy i ciała u dzieci, zawierające parametry skanera dostosowane do rozmiarów i wieku badanych,
- akredytację American College of Radiology w badaniach TK oraz radiologów, którzy potrafią interpretować wyniki tych badań w praktyce.

Ważną rolę pediatrów jest wspólne z radiologami podejmowanie decyzji o tym, czy TK jest najwłaściwszym badaniem, jakie należy wykonać. Takie konsultacje przebiegają w różnych ośrodkach odmiennie, ale celem obu stron powinno być ułatwienie dyskusji o strategiach obrazowania narządów. Dyskusje stwarzają okazję do podzielenia się informacjami, np. na temat liczby badań obrazowych, podczas których chory jest ekspozycyjnie na promieniowanie jonizujące. Pediatrzy i radiolodzy powinni współpracować z innymi pracownikami, np. konsultującymi chirurgami lub lekarzami izby przyjęć, w podejmowaniu decyzji o zasadach i praktycznych aspektach wykonywania badań TK u dzieci. Alternatywami dla TK mogą być inne techniki obrazowania narządów, podczas których nie wykorzystuje się promieniowania jonizującego, np. ultrasonografia lub MR. Jeśli trzeba wykonać badanie TK, a pracownia radiologiczna stosuje małe dawki promieniowania, inną metodą ograniczenia podawanej dziecku dawki jest zmniejszenie liczby zdjęć podczas badania. W protokołach TK opracowanych dla dorosłych bardzo powszechne jest wykonywanie wielu zdjęć tej samej części ciała, co podwaja lub potraja dawkę otrzymaną przez chorego. U dzieci na ogół wystarczy wykonać pojedyncze przekroje badanej części ciała.

Rola radiologa

Omówiono już rolę konsultacji pediatry z radiologiem w ustalaniu strategii obrazowania narządów np. u dziecka z podejrzeniem ostrego zapalenia wyrostka robaczkowego, a także wykonywanie badania TK z poszczególnych wskazań. Nie wolno nie docenić znaczenia takich konsultacji. Decyzję o tym, czy powinno się wykonać badanie TK, podejmuje w dużej mierze pediatra. Natomiast radiolog odpowiada za właściwe przeprowadzenie tego

badania. Wszelkie pytania każdej ze stron powinny zapoczątkować współpracę, której celem jest zapewnienie dziecku jak najlepszej opieki.

Radiolog jest też odpowiedzialny za opracowanie protokołów i dostosowanie technik obrazowania do specjalnych warunków typowych dla dzieci.¹⁷ Ostatnio przeanalizowano takie uwarunkowania techniczne dla badań TK klatki piersiowej i jamy brzusznej.¹² Krótko mówiąc, należy dostosować czynniki ekspozycji, z których wiele wpływa na dawkę promieniowania. Badanie niemowląt i małych dzieci wymaga mniejszej ilości promieniowania niż badanie dorosłych. Dawka, stosowana podczas badania osoby dorosłej jest dla dziecka zbyt duża. Wielu producentów uwzględnia co najmniej podstawowe zasady przeprowadzania badań u dzieci, natomiast wykorzystanie ich w praktyce klinicznej zależy od radiologów.

W pewnych okolicznościach wykonanie badania u dziecka może wymagać dodatkowej ekspertyzy. Nie jest to wprawdzie konieczne podczas właściwie wykonywanych badań TK u dzieci, może być przydatne wtedy, gdy istnieją rozbieżności między opinią eksperta a aktualnymi zaleceniami dotyczącymi dostosowania parametrów TK do rozmiarów dziecka. Radiolodzy, niezależnie od tego czy specjalizują się w radiologii dziecięcej, powinni służyć pediatrom i rodzinom informacją o protokołach TK i stosowanych technikach oraz omawiać dawkę promieniowania uwalnianą podczas badania, stwarzane przez nią potencjalne ryzyko, a także wszelkie dodatkowe techniki (np. osłonę gruczołów piersiowych) wykorzystywane w praktyce. Muszą też znać na bieżąco wszystkie nowości błyskawicznie rozwijającej się technologii TK. Na przykład najnowszy wielorzędowy skaner TK pracuje wyjątkowo szybko (pełne badanie klatki piersiowej niemowlęcia można wykonać w ciągu około sekundy). Tę szybką technologię wykorzystuje się obecnie coraz częściej. Ponadto, praktykujący radiolodzy powinni nadążać za potencjalnymi zmianami w ekspozycji na promieniowanie podczas tej i innych nowych technologii.¹⁸

Podsumowanie oraz informacja dla chorych i ich rodzin

Obawy przed ekspozycją na promieniowanie można zrozumieć. Należy zachęcać do zadawania pytań, zwłaszcza wtedy, gdy w prasie ukazują się doniesienia o charakterze popularno-naukowym.¹⁹

Podstawą dyskusji o badaniu TK i stwarzanym przez nie ryzyku powinny być następujące informacje:

- Promieniowanie jest zasadniczą składową badania TK.
- Ilość promieniowania uwalniana podczas badania TK jest niewielka.
- Związek przyczynowo-skutkowy między małą dawką promieniowania, taką jak uwalniana podczas badania TK, a powstawaniem nowotworu jest niepewny, ale zespoły ekspertów oceniające to zagadnienie sugeru-

ją, że zwiększenie dawki stwarza niewielkie zagrożenie.

- Nie wykazano bezpośredniego związku między badaniem TK a późniejszym rozwojem nowotworu, a więc ryzyko związane z tym badaniem jest jedynie szacunkowe, a szacunki te różnią się w zależności od wykorzystywanych źródeł informacji.
- Ilość promieniowania uwalnianego podczas badania TK zależy od wielu czynników, zwłaszcza protokołów badania oraz sprzętu stosowanych podczas poszczególnych badań.
- Ogólnie biorąc, właściwie wykonane badanie TK naraża dziecko na mniejszą ekspozycję niż ta, której podczas takiego samego badania poddany jest dorosły.
- Potencjalna korzyść wnoszona przez badanie TK wykonane z właściwych wskazań jest znana w praktyce klinicznej i udokumentowana, a także większa niż potencjalne zagrożenie powstaniem nowotworu.
- Radiolodzy specjalizują się w wykonywaniu badań TK, szkolą się w wykorzystywaniu jak najmniejszej ilości niezbędnego promieniowania (omówiona wyżej zasada ALARA).

Podsumowując, powszechnie przyjmuje się, że korzyści wynikające z wykonania TK z właściwych wskazań przeważają nad stwarzanym przez badanie ryzykiem. Pediatrzy stosujący to badanie odpowiadają za to, aby zalecić jego przeprowadzenie z odpowiednich wskazań. Personel pracowni radiologicznych odpowiada za zmniejszenie zagrożenia stwarzanego przez promieniowanie dzięki wykorzystaniu zasady ALARA, umożliwiającej użycie właściwej techniki. Informacje zawarte w niniejszym doniesieniu powinny ułatwić podejmowanie decyzji oraz rozmowy między lekarzami, chorymi i ich rodzinami.

Sekcja Radiologii, 2006-2007

Michael A. DiPietro, MD, przewodniczący
 Kimberly E. Applegate, MD
 Alan S. Brody, MD
 Christopher I. Cassady, MD
 Harris Cohen, MD
 Beverly P. Wood, MD
 John B. Wyly, MD

Pracownik

Aleksandra Stolic, MPH

Artykuł ukazał się oryginalnie w *Pediatrics*, Vol. 120, Nr 3, September 2007, p. 677. Radiation Risk to Children From Computed Tomography, wydawanym przez American Academy of Pediatrics (AAP). Polska wersja publikowana przez Medical Tribune Polska. AAP i Medical Tribune Polska nie ponoszą odpowiedzialności za nieścisłości lub błędy w treści artykułu, w tym wynikające z tłumaczenia z angielskiego na pol-

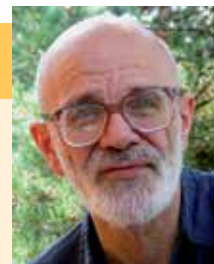
ski. Ponadto AAP i Medical Tribune Polska nie popierają stosowania ani nie ręką (bezpośrednio lub pośrednio) za jakość ani skuteczność jakichkolwiek produktów lub usług zawartych w publikowanych materiałach reklamowych. Reklamodawca nie ma wpływu na treść publikowanego artykułu.

Piśmiennictwo

1. Pierce DA, Shimizu Y, Preston DL, Vaeth M, Mabuchi K. Studies of the mortality of atomic bomb survivors. Report 12, Part I. Cancer: 1950–1990. *Radiat Res.* 1996;146:1–27
2. Hall EJ. Lessons we have learned from our children: cancer risks from diagnostic radiology. *Pediatr Radiol.* 2002;32:700–706
3. Huda W, Atherton JV, Ware DE, Cumming WA. An approach for the estimation of effective radiation dose at CT in pediatric patients. *Radiology.* 1997;203:417–422
4. Mettler FA, Wiest PW, Locken JA, Kelsey CA. CT scanning: patterns of use and dose. *J Radiol Prot.* 2000;20:353–359
5. Wiest PW, Locken JA, Heintz PH, Mettler FA Jr. CT scanning: a major source of radiation exposure. *Semin Ultrasound CT MR.* 2002;23:402–410
6. Ravenel JG, Scalzetti EM, Huda W, Garrisi W. Radiation exposure and image quality in chest CT examinations. *AJR Am J Roentgenol.* 2001;177:279–284
7. National Research Council, Committee to Assess Health Risks From Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. Health Risks From Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR Phase 2 (2006). Washington, DC: National Academies Press; 2006. Available at: <http://books.nap.edu/catalog/11340.html>. Accessed November 28, 2006
8. Annex D: medical radiation exposures. In: UNSCEAR 2000 Report Vol I: Sources and Effects of Ionizing Radiation. Vienna, Austria: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation; 2000:295–495. Available at: www.unscear.org/docs/reports/annexd.pdf. Accessed November 28, 2006
9. International Commission on Radiological Protection. 2005 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. 2005:30. Available at: www.icrp.org/docs/2005recsCONSULTATIONDraft1a.pdf. Accessed September 25, 2006
10. Frush DP, Donnelly LF, Rosen NS. Computed tomography and radiation risks: what pediatric health care providers should know. *Pediatrics.* 2003;112:951–957
11. Paterson A, Donnelly LF, Frush DP. The pros and cons of imaging options. *Contemp Pediatr.* 2001;18:73–94
12. Donnelly LF, Frush DP. Pediatric multidetector body CT. *Radiol Clin North Am.* 2003;41:637–655
13. Frush DP, Applegate K. Computed tomography and radiation: understanding the issues. *J Am Coll Radiol.* 2004;1:113–119
14. Linton OW, Mettler FA Jr; National Council on Radiation Protection and Measurements. National conference on dose reduction in CT, with an emphasis on pediatric patients. *AJR Am J Roentgenol.* 2003;181:321–329
15. Lee CI, Haims AH, Monico EP, Brink JA, Forman HP. Diagnostic CT scans: assessment of patient, physician, and radiologist awareness of radiation dose and possible risks. *Radiology.* 2004;231:393–398
16. Jacob K, Vivian G, Steel JR. X-ray dose training: are we exposed to enough? *Clin Radiol.* 2004;59:928–934
17. Paterson A, Frush DP, Donnelly LF. Helical CT of the body: are settings adjusted for pediatric patients? *AJR Am J Roentgenol.* 2001;176:297–301
18. Kalra MK, Maher MM, Toth TL, et al. Strategies for CT radiation dose optimization. *Radiology.* 2004;230:619–628
19. Reckless full-body medical scan. *New York Times.* September 6, 2004:A16

Komentarz

Prof. dr hab. n. med. Andrzej Marciński,
Profesor emeritus, Zakład Radiologii Pediatricznej,
 Warszawski Uniwersytet Medyczny



Z uznaniem należy przyjąć fakt ponownego przedstawienia w *Pediatric po Dyplomie* artykułu omawiającego ryzyko napromienienia dzieci podczas tomografii komputerowej. Tym razem omawiany artykuł, opublikowany na łamach *Pediatrics* ma szczególną wymowę. Jest on bowiem oficjalnym stanowiskiem American Academy of Pediatrics, które zasługuje nie tylko na zainteresowanie się nim przez środowisko pediatrów, ale także na wprowadzenie w życie zasad postępowania z dzieckiem, które miałyby mieć wykonane badanie TK.

Nie jeden z poruszonych tutaj problemów omówiłem już w komentarzu do poprzednio opublikowanego artykułu (*Pediatric po Dyplomie* 2008;2:67-69). W artykule przedstawionym w aktualnym numerze *Pediatric po Dyplomie*, omawiane są jednak problemy wymagające szczególnie mocnego uwypuklenia. Musimy zdać sobie sprawę z trzech niepodważalnych faktów:

- Stosowanie energii jonizującej w medycynie, a takimi są promienie rentgenowskie, niesie ze sobą potencjalne ryzyko szkodliwego działania. Większe w następstwie rentgenoterapii, odpowiednio mniejsze, w następstwie rentgenodiagnostyki. Wśród badań rentgenowskich są oczywiście takie, jak np. standardowe zdjęcie klatki piersiowej, niosące minimalną dawkę promieniowania jonizującego. Jak wielka to dawka? Niewielka, bo organizm każdego człowieka, mieszkającego np. w Stanach Zjednoczonych, otrzymuje w ciągu każdego roku dawkę promieniowania równoważną około 300 zdjęć RTG klatki piersiowej. Z badaniami wykonywanymi z użyciem prześwietlenia czy też z tomografią komputerową rzecz się ma już zupełnie inaczej i dawka pochłoniętego promieniowania może być kilkaset razy większa.
- Badania TK, także u dzieci, wykonywane są coraz częściej, w najrozmaitszych sytuacjach klinicznych, z różnych wskazań. W szpitalach amerykańskich liczba tych badań, wykonywanych u dzieci, zwiększa się corocznie o 11-15%. No cóż, powiecie Państwo, że 11% to znów nie tak wiele. Zgoda, ale ten kij ma dwa końce. Bowiem badania TK odpowiadają za około 67-75% napromienienia pochodzącego ze źródeł medycznych. Już w tym miejscu należałoby apelować o racjonalne stosowanie diagnostyki rentgenowskiej w pediatrii.

W omawianym artykule autorzy stwierdzają: „Na stosowanie badania TK u dzieci w dużej mierze wpływ mają ją pediatrzy”. Rzekłbym, pediatrzy, chirurdzy dziecięcy,

laryngolodzy, wszyscy ci, którzy na co dzień zajmują się chorym dzieckiem i podejmują decyzję co do rodzaju stosowanej terapii i diagnostyki. Napisano dalej: „Ważną rolą pediatrów jest **wspólne z radiologami** (podkreślenie własne) podejmowanie decyzji o tym, czy TK jest najwłaściwszym badaniem, jakie należy wykonać”. I tutaj znajduje się moim zdaniem najistotniejszy, praktyczny aspekt zapobiegania nadmiernie częstemu wykonywaniu różnych badań rentgenowskich, w tym zwłaszcza badań TK. To wspólne podejmowanie decyzji.

W szpitalach amerykańskich badania TK wykonywane są często także i u chorych z podejrzeniem zapalenia wyrostka robaczkowego, kamicy układu moczowego czy wreszcie po przebyłym tępym urazie jamy brzusznej. Lekarze amerykańscy, mający możliwość wykonania tomografii komputerowej prawie natychmiast, o każdej porze dnia i nocy, wydają się nie pamiętać o tym, że istnieją przecież tzw. alternatywne metody diagnostyczne (USG, MR), stosowane z powodzeniem od dawna w Europie. A mogą one niejednokrotnie przynieść wiele takich informacji, które pozwolą na odstąpienie od badania TK. Na przykład autorzy omawianego artykułu tylko w jednym zdaniu skwitowali możliwość wykonywania badań ultrasonograficznych, jako alternatywnych dla TK.

Zasada ALARA (As Low As Reasonable Achievable), o której wspominają autorzy, to nie tylko stosowanie takich technicznych innowacji w czasie badań TK, które pozwalają na zmniejszenie dawki napromienienia pacjenta. To, rzekłbym przede wszystkim, wspólne działanie (pediatrów i radiologów), wspólne rozważanie, jak u danego pacjenta można by uzyskać rozpoznanie przy możliwie najrzadszym stosowaniu technik i metod rentgenowskich. Jakże alternatywne metody diagnostyczne mogłyby być użyteczne u omawianego pacjenta.

W ostatniej części omawianego artykułu znalazł się także bardzo charakterystyczny fragment zatytułowany: „Podsumowanie oraz informacja dla chorych i ich rodzin”. Wnika z niego potrzeba wciągnięcia także i rodziców do tych dyskusji. Należy cieszyć się z takiego podmiotowego traktowania dzieci i ich rodziców.

W dniu pierwszego marca 1580 roku Michel de Montaigne oddał do rąk czytelników pierwszy tom swoich „Prób”. Tak oto zatytułował pierwszy rozdział owego tomu: „Jako różnymi drogami dochodzi się do podobnego celu”.

Musimy chociaż spróbować.