

---

Zakład Neuroradiologii i Rentgenodiagnostyki. Instytut Radiologii. Akademia Medyczna  
w Lublinie

Kierownik: prof. dr hab. n. med. Stanisław Bryc

Stanisław BRYC

### **Zastosowanie poprzecznej tomografii komputerowej w neuroradiologii**

Применение поперечной компьютерной томографии в невroradiологии

Axial Computerized Tomography Application in Neuroradiology

Zarówno opracowania teoretyczne zasad poprzecznej tomografii komputerowej (PTK), jak i jej praktyczne wdrożenia do diagnostyki medycznej stanowią obecnie niewątpliwie rewelację na miarę odkrycia promieni X, dokonanego przez K. Roentgena w r. 1885. Jednakże już dzisiaj należy zdać sobie sprawę, iż dzięki bardzo szybkiemu rozwojowi technicznemu PTK istnieje obecnie aż 5 generacji aparatury, powstałej zaledwie w ciągu kilku lat. Jednak entuzjazm z powodu nieznanych dotychczas możliwości diagnostycznych PTK jest hamowany przez sceptycyzm administracji, wynikający z niezwykle wysokich kosztów urządzeń. Z całą ostrością ujawnia się zagadnienie właściwej relacji między wydatkami a skutecznością rozpoznawczą aparatury. Ocena ta jest tym trudniejsza, im rozwój techniczny jest szybszy. Słuszne zatem jest przeświadczenie, że zakupiona dzisiaj aparatura stanie się przestarzała jeszcze przed upływem jej amortyzacji, szacowanej na okres 5-letni (20, 21).

Jednakże wspomniane niedogodności nie oznaczają rezygnacji z oceny aktualnych możliwości technicznych i rozpoznawczych PTK w neuroradiologii i dlatego założeniem niniejszej pracy jest próba krytycznej refleksji nad wynikami zastosowania aparatów w okresie ostatnich 5 lat (1975—1980).

## ZASADY METODY

Problem otrzymywania tomogramów w trzeciej prostopadłej płaszczyźnie stanowił już od wielu lat cel poszukiwań licznych badaczy. Ziedses des Plantes jeszcze w r. 1932 określał rozwiązania teoretyczne metody, zaś Watson w r. 1939 opracował aparat do tomografii poprzecznej (cyt. wg 4). Jednakże rozwój innych technik diagnostycznych i tomografii o różnym balajażu opóźnił prace nad tomografią poprzeczną. Dopiero McCormack w latach sześćdziesiątych opracował podstawy fizyczno-matematyczne tomografii komputerowej. Uważany za twórcę TKP, Godfrey Hounsfield prace rozpoczął w r. 1968. Posługując się izotopem Ameryku przy użyciu jednego detektora wykonał serię pomiarów współczynnika pochłaniania promieni  $\gamma$  na fantomie zanurzonym w wodzie (15). Pierwsze badania kliniczne przeprowadzono w r. 1972 na głowie, będącej wówczas optymalnym obiektem ze względu na małe wymiary oraz zawartość nieruchomych struktur śródczaszkowych, bowiem czas skaningu jednej warstwy trwał kilka minut (1). W I generacji PTK długi czas dokonywania przekroju zezwalał uzyskać dobrą rozdzielczość kontrastową, jednakże dawka promieniowania była wysoka. Następnie wprowadzono aparaty II generacji posiadające już zestaw kilkunastu detektorów umieszczonych naprzeciw ogniska promieni X. W aparatach III generacji lampa rentgenowska i detektory obracają się wokół chorego, zaś w aparatach IV i V generacji źródło promieniowania obraca się wokół chorego na zewnątrz nieruchomego pierścienia detektorów. Pozbycie się ruchu przesuwanego skróciło czas skaningu, to zaś umożliwiło badanie całego ciała (17).

Do celów wyłącznie neuroradiologicznych produkowane są obecnie aparaty II generacji, takie jak: EMI CTR 100, CT 1010. Siemens Sirton Nuclear Ohio Delta Scan 25 i 100 series. Czas skaningu w tych urządzeniach wynosi kilka minut. Pozwala to, mimo niewielkiej liczby detektorów, uzyskać dużą rozdzielczość kontrastową zależną od detekcji ilości fotonów.

Przydatność diagnostyczną urządzenia określają takie parametry, jak: rozdzielczość przestrzenna, rozdzielczość kontrastowa i dawka promieni X. Rozdzielczość przestrzenna oznacza zdolność do detekcji struktur o małych wymiarach i zależy od szerokości wiązki promieni X, wymiarów jednostki obrazowej (*pixel*) oraz od wymiarów detektorów i ich liczby. Rozdzielczość kontrastowa posiada zdolność przedstawienia najmniejszej zmiany gęstości badanego elementu. Zależy ona od współczynnika detekcji promieniowania jonizującego, ten zaś — od czasu skaningu, mocy zasilania źródła promieniowania i geometrii systemu; źródło promieniowania — detektory. Parametr ten można zwiększyć poprzez wydłużenie czasu skaningu lub zwiększenie powierzchni detektorów, to zaś prowadzi do obniżenia rozdzielczości przestrzennej. W celu dwukrotnego zwiększenia rozdzielczości przestrzennej przy zachowaniu stałej rozdzielczości kontrastowej winniśmy ośmiokrotnie zwiększyć dawkę promieniowania, natomiast dwukrotne zwiększenie rozdzielczości kontrastowej wymaga czterokrotnego zwiększenia dawki (17).

Z przedstawionych danych wynika, że PTK uwidacznia małe struktury, jeśli mają one odpowiednią gęstość, lub obiekty o małej gęstości, jednakże tylko wówczas, gdy są one wystarczająco duże. Wyraźne polepszenie wszystkich parametrów jest jeszcze obecnie niemożliwe.

Problemem stwarzającym dodatkowe trudności w badaniach neuroradiologicznych jest sprawa występowania znacznych różnic pomiędzy współczynnikami osłabienia kości i tkanki mózgowej. Odwzorowanie rzeczywistego obrazu kości i przyległych tkanek dokonuje się poprzez matematyczną obróbkę informacji zawartych

w matrycy. Z danych, rejestrujących w czasie skaningu osiowego, możemy obecnie uzyskiwać obrazy w dowolnie wybranych płaszczyznach. To zaś wyraźnie poszerza możliwości diagnostyczne poprzez uzyskanie obrazu komór mózgu w rzucie czołowym i profilowym, bez konieczności narażania chorego na dodatkowe napromienianie. Odpowiednie oprogramowanie umożliwia dokonanie obiektywnych pomiarów liniowych, planimetrycznych i objętościowych układu komorowego mózgu.

Dalszym udoskonaleniem jest uzyskiwanie na monitorze przestrzennych obrazów badanych struktur w dowolnych projekcjach. Metoda ta ma głównie zastosowanie w badaniu kanału kręgowego, bowiem wprowadzenie dodatkowej obróbki prowadzi do zwiększenia szumów, które z kolei obniżają rozdzielczość przestrzenną i kontrastową i są niepożądane w badaniu głowy.

Obecnie stosowane jest rutynowo dożylnie wstrzykiwanie kontrastu celem zmniejszenia współczynnika osłabienia promieniowania jonizującego w patologicznych ogniskach mózgu. Przeprowadzane są także próby z kontrastami zawierającymi pierwiastki o niskiej liczbie atomowej dla poprawy jakości obrazu poprzez zmniejszenie efektu Comptona. Ostatnie doniesienia omawiają dużą przydatność różnicowania procesów chorobowych dzięki uzyskiwaniu zjawiska określonego mianem wzmożenia kontrastowego. Zjawisko to uzyskujemy przez szybkie podanie dożylnie 20 ml 30% środka cieniującego, po czym dokonujemy wolnej infuzji tego preparatu w ilości od 50 do 100 ml celem utrzymania jego wysokiego poziomu we krwi (4). Pochłanianie obliczamy w jednostkach w skali czarno-białej umownie od  $-500$  dla powietrza,  $0$  — dla wody do  $+500$  dla kości. W przypadku mózgu absorbcja wynosi dla kory od  $+19$  do  $+23$ , dla substancji białej od  $+13$  do  $+17$ , dla płynu m.-rdz. od  $0$  do  $+8$ , zaś dla elementów uwapnionych od  $+20$  do  $+200$ .

Należy podkreślić, że obecnie obserwujemy tendencję do skracania czasu skaningu, aby umożliwić wykonywanie badań dynamicznych. Najnowsze konstrukcje pozwalają już na wykonanie jednego skaningu w czasie  $0,01$  sek. W dziedzinie medycyny nuklearnej wprowadzane są metody PTK wykorzystujące emisję pozytonową znaczników produkowanych w cyklotronach. Najnowszym urządzeniem jest tomografia komputerowa emisyjna, przy użyciu ogólnie dostępnych znaczników wytwarzanych w reaktorach. Rozdzielczość przestrzenna i kontrastowa tomografii emisyjnej w porównaniu do transmisyjnej jest gorsza, jednakże możliwość wykonania badań dynamicznych przy użyciu różnych znaczników rokuje w przyszłości stosowanie tej dziedziny diagnostyki.

Najnowszą metodą dokonywania badań warstwowych w płaszczyznach osiowych bez użycia promieniowania X jest zeugmatografia, polegająca na zastosowaniu jądrowego rezonansu magnetycznego. Wykorzystywana jest tu rezonansowa absorbcja energii przez jądro atomów znajdujących się w silnym stałym zewnętrznym polu magnetycznym. Energia dostarczana jest pod postacią fali elektromagnetycznej o częstotliwości fal radiowych. Jednakże wyprodukowane dotychczas urządzenia pozwalają badać narządy o małych wymiarach.

## ZASTOSOWANIE W KLINICE

Nie upłynęło wiele czasu od pierwszych wdrożeń PTK do diagnostyki medycznej (r. 1972), a już nikt nie ma wątpliwości co do przydatności urządzeń w diagnostyce klinicznej. Zostało to wypróbowane przede wszystkim w neuroradiologii, bowiem pierwsze egzemplarze aparatury

były przewidziane jedynie do badania głowy. Poza tym narząd ten, mimo pierwotnie dość długiego czasu skanningu, nadawał się znakomicie do skutecznego unieruchamiania w trakcie badania. Dzisiaj uważa się, że badanie PTK w zestawieniu z innymi znanymi technikami neuroradiologicznymi daje obrazy o dużym zróżnicowaniu tkanek, pozwalające na wykrywanie drobnych zmian, a technika badania, należąc do nieinwazyjnej metody, jest wygodna dla badanego i badającego. PTK, jeśli idzie o dokładność diagnostyczną w zakresie tylnego dołu czaszki, jest metodą z wyboru, zarówno dla ustalenia obecności, jak i określenia topografii procesów rozrostowych w tym obszarze. Omawiana technika pozwala bowiem dokładnie określić wielkość guza, jego stosunek do przyległych struktur, a nawet miejsce wyjścia. Poza tym uwidacznia torbiele w guzie, zwapnienia oraz obrzęk okolicznych tkanek. Równocześnie może dokładnie ustalić stopień poszerzenia wodogłowiowego komór mózgu.

Rozpoznanie rodzajowe guzów przy użyciu PTK jest możliwe w przypadkach nerwiaków, oponiaków, gwiaździaków i w przerzutach. Jednakże określenie charakteru innych guzów możliwe jest dopiero poprzez skomarzenie PTK z klasycznymi technikami neuroradiologicznymi (np. angiografią tt. kręgowych w naczyniakach podnamiotowych).

Okazało się, że najłatwiej rodzajowo rozpoznawane są nerwiaki nerwu słuchowego. Zarysy ich bywają policykliczne a pochłanianie guza jest nieznacznie zwiększone w korelacji do prawidłowej tkanki (od +5 do +30 j.H). Wysycenie kontrastem powoduje, że bywają one wyraźnie odgraniczone od okolicznych struktur (5). Także nie występują w nich zwapnienia ani też ogniska o znacznie zwiększonej gęstości, natomiast niekiedy widoczny jest obrączkowaty obszar o zmniejszonym pochłanianiu, odpowiadający obrzękowi.

Gołąbek i wsp. (6) dzielą nerwiaki na cztery typy w zależności od stopnia zwiększenia pochłaniania w obrazie PTK po podaniu kontrastu. Typ I charakteryzuje się identyczną gęstością nerwiaka z otaczającą tkanką, zaś po wstrzyknięciu kontrastu gęstość zwiększa się. Typ II wykazywał zmniejszoną gęstość guza w korelacji do przyległych struktur, natomiast po wstrzyknięciu kontrastu gęstość ta była albo zwiększona, albo zmniejszona. Typ III wyróżniał się tym, że przed podaniem kontrastu gęstość nerwiaka była zmniejszona w porównaniu z przyległymi strukturami i po wstrzyknięciu kontrastu gęstość guza nie ulegała zmianie. Typ IV znamionowała zwiększona gęstość guza przed wstrzyknięciem kontrastu, zaś po jego podaniu stopień pochłaniania ulegał zwiększeniu.

Należy także zaznaczyć, że część nerwiaków jest rozpoznawana na podstawie stwierdzanych w obrazie PTK zmian w szerokości kanału słuchowego wewnętrznego bądź zniszczenia szczytu piramidy. Podobnie mo-

gą sugerować nerwiak pośrednie objawy, takie jak: przemieszczenie, zniekształcenie bądź uciśnięcie komory IV mózgu. Mogą także występować zniekształcenia zbiorników mostowo-mózdkowych oraz zbiornika okalającego, a nawet zbiornika międzykonarowego. Jednakże w przypadkach nerwiaków o małych rozmiarach bądź umiejscowionych wewnątrzkanałowo najlepsze wyniki rozpoznawcze uzyskuje się poprzez łączenie PTK z cysternografią po dołędźwiowym podaniu kontrastu (2).

Guzek kłębką tętnicy szyjnej prowadzi do znacznych zniszczeń części skalistej i podstawy czaszki z równoczesnym poszerzeniem otworu poszarpanego. W obrazie PTK guz ten uwidacznia się pod postacią zwiększonego pochłaniania o różnym natężeniu, a wstrzyknięcie kontrastu znacznie podwyższa jego gęstość (6).

W nerwiakach nerwu trójdzielnego dochodzi do zniekształcenia zbiornika blaszki czworaczej i przesunięcia do przodu rogu skroniowego po stronie guza. Jednakże, guzy te mogą być nierozpoznane, jeśli ich wymiary są mniejsze od 0,5 cm (5).

Oponiaki w obrazach PTK ujawniają się przed podaniem kontrastu pod postacią masy wyraźnie ograniczonej o zwiększonym pochłanianiu (od +20 do +85 j.H). Szczególnie wzrasta wysycenie guza po wstrzyknięciu kontrastu (6). Oponiaki umiejscowione w pobliżu kąta mostowo-mózdkowego nie prowadzą do zmian w szerokości kanału nerwu słuchowego. Podobnie wokół guza nie występuje obrączkowate przejaśnienie związane z obrzękiem. Na ogół zarysy guza są gładkie i najczęściej kształtu owalnego. Przy guzach dużych rozmiarów występuje różnie nasilone wodogłowie. Znaczny obrzęk w otoczeniu guza, torbielkowate twory wewnątrz guza, różne reagowanie poszczególnych obszarów guza na wstrzyknięty kontrast i nieregularny obrys guza z widocznymi palczastymi wypustkami mogą być objawem zezłośliwienia (6).

Jeśli idzie o gwiaździaki, to występują głównie u dzieci i w młodym wieku, przy czym wielkość ich jest na ogół dość znaczna. Stopień pochłaniania przed podaniem kontrastu jest znikomy w porównaniu z okoliczną tkanką i dopiero po wstrzyknięciu środka cieniującego obserwujemy jego koncentrację w guzie, aczkolwiek nie tak intensywne, jak w oponiaku bądź naczyniaku płodowym. Cechą charakterystyczną glejaków są pojedyncze, różnych rozmiarów torbiele (18). Niekiedy w guzie pojawiają się ogniska o zwiększonym pochłanianiu oraz zwapnienia.

W przypadkach rdzeniaków płodowych i wyściółczaków pochłanianie jest nieznacznie zwiększone w korelacji ze zdrową tkanką. Poza tym struktura ich jest niejednolita, plamista, lub lita, co szczególnie wyraźnie ujawnia się po podaniu kontrastu. W wyściółczakach niekiedy spotrzegamy zwapnienia (5).

Naczyniaki płodowe wykazują drobnotorbielkowatą strukturę i należą do guzów o niskim pochłanianiu poniżej gęstości prawidłowej tkanki mózgowej. Dopiero po wstrzyknięciu kontrastu są dobrze widoczne. Jednakże metodą z wyboru pozostaje w tych przypadkach angiografia układu tt. kręgowych.

Podobnie torbiele naskórzaste, będące guzami o dość dużych rozmiarach, w obrazach PTK wykazują mniejszą gęstość w zestawieniu z prawidłową tkanką mózgową, a podanie kontrastu nie zwiększa ich wysycenia.

Natomiast ogniska przerzutowe charakteryzuje różny stopień wysycenia przed wstrzyknięciem kontrastu. Najczęściej są to guzy ostro odgraniczone od przyległych struktur, litej bądź drobnoziarnistej struktury z obrączkowatym obszarem zmniejszonego wysycenia, który odpowiada obrzękowi. Natomiast po wstrzyknięciu kontrastu obserwujemy zwiększanie się gęstości jednorodne, niejednorodne i czasem brzeżne. Niekiedy w tym samym przypadku obserwuje się różny stopień gęstości, co wynika z niejednakowego unaczynienia ognisk bądź ze względu na obecność lub brak zmian martwiczych. Ogólnie można przyjąć, że ujawnienie się ognisk mnogich, które zwiększają gęstość po wstrzyknięciu kontrastu z współistnieniem wyraźnego obrzęku mózgu zawsze sugeruje przerzuty nowotworowe. Jednakże należy brać pod uwagę identyczny obraz PTK w przypadkach mnogich oponiaków i glejaków i odwrotnie, pojedynczy przerzut charakteryzuje się podobnym obrazem jak glejak (9, 12).

Należy podkreślić, że guzy tylnego dołu czaszki w 25% przypadków są izodensyjne bez wstrzyknięcia kontrastu, natomiast aż w 80% wykazują wzmocnienie kontrastowe. Niemniej część dalej pozostaje izodensyjna, a o ich rozpoznawaniu decydują objawy pośrednie, takie jak wodogłowie okluzyjne komór bocznych mózgu i komory III, ucisk i przesunięcie wodociągu oraz komory IV. W przypadku wzrostu tego rodzaju guza w pniu mózgu rozpoznawać go możemy na podstawie powiększonej objętości mostu bądź rdzenia przedłużonego. Podobnie wielkość procesu rozrostowego w tym obszarze była w obrazach PTK w 50% przypadków mniejsza w korelacji do znalezisk operacyjnych bądź wentrykulograficznych (12).

Znane są liczne publikacje omawiające wartość rozpoznawczą PTK w rozpoznawaniu zmian pourazowych głowy (11, 19). Okazało się, że w odróżnieniu od krwi płynącej w naczyniach, krew wynaczyniona charakteryzuje się wysokim współczynnikiem pochłaniania w korelacji do sąsiednich tkanek. Świeży krwiak zatem posiada współczynnik pochłaniania od +30 do +40 j.H. Dlatego w obrazie PTK hyperdensyjny krwiak

jest już rozpoznawalny nawet przy grubości 1 mm wówczas, gdy dana warstwa układa się pionowo do przebiegu promieniowania X. Natomiast krwiaki bryłowe można rozpoznać w przypadku ich grubości wynoszącej około 6 mm. Jednakże w miarę rozkładu hemoglobiny dochodzi do zmniejszenia się gęstości krwiaka i już w krwiakach podostrych występuje jednakowa gęstość z otaczającymi tkankami. To zjawisko izodensji przysparza trudności diagnostyczne, zwłaszcza w tych przypadkach, kiedy krwiak występuje obustronnie i nie prowadzi do przemieszczenia układu komorowego mózgu (11). Po paru tygodniach, wskutek dalszych resorpcji elementów metalicznych krwi, krwiak przybiera większą przejrzystość w korelacji do mózgu. Obraz takiego krwiaka jest identyczny jak w przypadku wodniaka bądź torbieli i dopiero pomiary gęstości współczynnika osłabienia pochłaniania pozwalają na przedoperacyjne ich różnicowanie (7). PTK umożliwia odróżnianie krwiaków nadtwardówkowych od podtwardówkowych. Pierwsze przedstawiają się w obrazie PTK jako ostro zarysowane, najczęściej kształtu soczewki dwuwypukłej, pola o zwiększonej gęstości w stosunku do tkanki mózgu (11). Natomiast krwiaki podtwardówkowe w okresie pierwszych 4 dni wykazują również pola o zwiększonej gęstości, które nadto mogą powiększać się. Po tym okresie gęstość ich zrównuje się z gęstością mózgu i wówczas jedynie angiograficznie można je rozpoznać. Po 7 dniach gęstość pól dalej się zmniejsza i zrównuje się z gęstością płynu m.-rdz.

Przewlekłe krwiaki nadtwardówkowe są izo- bądź hypodensyjne, a od powierzchni mózgu odgranicza je wyraźnie hyperdensyjna cienka warstwa odsuniętej od sklepistości twardówki. Po wstrzyknięciu kontrastu zdarza się, że taki krwiak hypodensyjny przechodzi w hyperdensyjny. Zjawisko to ma znaczenie decydujące w rozpoznawaniu krwiaka. Natomiast niezwykle rzadko można uzyskać po wstrzyknięciu kontrastu wzmocnienie kontrastowe torebki starego krwiaka podtwardówkowego (11). Stłuczenie mózgu prowadzi do zmniejszania gęstości już w 3 godziny od urazu i odpowiada reakcji obrzękowej.

Krwiaki wewnątrzmożgowe w obrazach PTK ukazują się jako nieregularne pola o wyraźnie zwiększonej gęstości, niekiedy ze współistniejącym wąskim polem o zmniejszonej gęstości, odpowiadającym okołoogniskowemu obrzękowi bądź początkowej resorpcji krwiaka. Nadto przebieg się krwiaka wewnątrzmożgowego do komór mózgu może być ujawnione jedynie przy pomocy PTK. Krwiak wewnątrzmożgowy odróżniony może być od krwiaka nadtwardówkowego za pomocą oceny kąta utworzonego przez przysrodkowy zarys krwiaka i blaszkę wewnętrzną kości pokrywy. W krwiakach nadtwardówkowych jest on otwarty, natomiast w wewnątrzmożgowych, położonych obwodowo, bywa ostry (12).

Jeśli idzie o wodniaki, to przedstawiają się one jako obszar położony przymórgowo, obejmujący całą półkulę bądź jej część o gęstości zbliżonej do płynu m.-rdz. (19).

Podobnie PTK jest obecnie metodą z wyboru w ujawnianiu torbieli podpajęczynówkowej. Charakteryzuje się ona obszarem o gęstości równej gęstości płynu m.-rdz. Pole o zmniejszonej gęstości ma gładkie obrysy i nie zmienia się po podaniu kontrastu. Różnicować je należy z torbielą skórzastą, którą cechuje pole o zmniejszonej gęstości, ostro zarysowane, nie ulegające zmianom po wstrzyknięciu kontrastu. Dokładniejsze badanie gęstości wewnątrz torbieli wykazuje niższe wartości od wartości płynu m.-rdz. Pole o zmniejszonej gęstości ma gładkie obrysy i nie zmienia się po podaniu kontrastu. Odróżnić je należy od torbieli skórzastej, którą cechuje pole o zmniejszonej gęstości, ostro zarysowane, nie ulegające zmianom po wstrzyknięciu kontrastu. Dokładniejsze badanie gęstości wewnątrz torbieli wykazuje niższe wartości od wartości płynu m.-rdz. Również torbiel bąblowca przedstawia się jako ostro zarysowany, okrągły obszar, o gęstości równej płynowi m.-rdz. Jednakże odczyn Wirsberga ułatwia właściwe rozpoznanie (7).

Blizna mózgowa w obrazie PTK ukazuje się jako pole o gęstości mniejszej niż gęstość okolicznych tkanek z współistniejącym niesymetrycznym poszerzeniem komory mózgu po stronie blizny.

Zanik pourazowy korowo-podkorowy obustronny nastęrcza trudności w odróżnieniu go od zaniku wstecznego, jaki występuje u ludzi w podeszłym wieku. Obserwujemy wówczas poszerzenie rowków na sklepiści, szczelin międzypłatowych, zbiorników oraz całego układu komorowego mózgu (3).

Pourazowa jamistość mózgu ujawnia się w obrazie PTK w postaci różnokształtnych pól o gęstości podobnej do płynu m.-rdz., komunikujących się, bądź nie wykazujących połączenia z komorami mózgowymi.

Świeże zawały niedokrwienne mózgu w obrazie PTK uwidaczniają się pod postacią pól o mniejszej gęstości, niezbyt ostro zarysowanych i nie zawsze jednorodnych. Pola te nie zawsze pokrywają się z obszarem zaopatrywanym w krew przez odpowiednie naczynia. Pole mniejszej gęstości obejmuje nie tylko istotę białą, lecz przy większych zawałach także korę mózgu. Zawały umiejscowione bywają głównie nadnamiotowo. Nie jest jeszcze zupełnie poznany charakter zmian, który prowadzi do powstawania pól hypodensyjnych. Przyjmuje się, że odpowiedzialny za to ma być głównie obrzęk mózgu i zwyrodnienie komórkowe (16). Typowy obszar świeżego zawału charakteryzuje się niższym współczynnikiem osłabienia promieniowania w stosunku do otaczających struktur. Im świeższy zawał, tym granice jego są mniej wyraźnie zarysowane. Dopiero po kilku



miesiącach jego kontury wykazują już ostre obrysy. Przyjmuje się, że dopiero po 24 godz. od wystąpienia objawów klinicznych zmiany pojawiają się na tyle wyraźnie, że są rozpoznawane. Opisywano zwiększenie wzmocnienia kontrastowego po wstrzyknięciu środka cieniującego w świeżych zawałach. Najwyraźniej objaw ten stwierdzano pomiędzy 12 a 21 dniem od wystąpienia udaru. Wzmocnienie to może wahać się od wyraźnego zagęszczenia do nieznacznego wzrostu gęstości, dającego się uchwycić dopiero przy cyfrowym wydruku i pomiarach gęstości. Przyjmuje się, że należy stosować badanie podwójne, a więc przed i po podaniu kontrastu celem uniknięcia omyłki. Niekiedy pojawiają się zawały izodensyjne w obrazie PTK. Mechanizm tego zjawiska nie jest jeszcze wyjaśniony (12). Jednakże przyjmuje się, że około 10% świeżych zawałów nie jest wykrywana w PTK. Różnicować je należy z glejakami, oponiakami, przerzutami, zmianami zapalnymi i naczyniowymi. Okazało się, że pierścieniowate zagęszczenia, przyjmowane jako znamienne dla ropni, występowały również w zawałach. Rzadko obserwujemy zawały hypodensyjne, w których na tle pola o mniejszej gęstości pojawiają się smugowate zagęszczenia wzmocnienia kontrastowego, jakie spotykamy w niektórych glejakach i zapaleniach mózgu oraz w uciśniętym przez krwiak nadtwardówkowy mózgu. W wielu takich diagnostycznie trudnych przypadkach należy stosować badanie naczyniowe.

Ostatnio pojawiły się doniesienia o zastosowaniu w PTK cysternografii. Technika jest stosunkowo prosta i nie notowano powikłań (14). Polega ona na dołędźwiowym wstrzyknięciu metrizamidu, który mieszając się łatwo z płynem m.-rdz. wypełnia zbiorniki podpajęczynówkowe tylnego dołu czaszki i podstawy mózgu, a następnie ulega na sklepiści re-sorbcji. Po 24 godz. nie stwierdza się już kontrastu w płynie, natomiast mózg wykazuje zwiększoną gęstość. Dlatego technika ta jest szczególnie cenna w ocenie dynamiki płynu m.-rdz. Metoda ta znalazła zastosowanie w rozpoznawaniu wodogłowia komunikującego, które często połączone jest z okołokomorowymi przejaśnieniami w obrazie PTK w postaci wąskich stref hyperdensyjnych. Zmieniają się one po 24 godz. w hyperdensyjne strefy podwysciółkowe. Ten podwysciółkowy wzrost gęstości jest następstwem przechodzenia kontrastu z płynu m.-rdz. poprzez uszkodzoną wysciółkę do mózgu. Okazało się, że porównanie wartości cysternografii tomokomputerowej z cysternografią izotopową wypada zdecydowanie na korzyść tej pierwszej (16).

PTK znalazła również praktyczne zastosowanie w badaniu oczodołu. Stwarza bowiem możliwość równoczesnego badania oczodołu i sąsiadujących struktur w sposób szybki, nieuciążliwy dla chorego, a dostarczone informacje są precyzyjne i przedstawiają tak położenie, jak i rozległość procesu. W przypadku guzów wewnątrzszóstkowych oczodołu można róż-

nicować glejaki z oponiakami i naczyniakami (2, 22). Glejaki i oponiaki, rozwijając się z osłonek nerwu wzrokowego, wykazują jego pogrubienie i kształt wrzecionowaty. Natomiast naczyniaki są wyraźnie obrysowane, wykazują większe wymiary i najczęściej są kształtu okrągłego. Większość badaczy uważa, że wstrzykiwanie kontrastu w celu lepszego wysycenia zmian w oczodole, w odróżnieniu od mózgowia, jest niezasadne (22). Jedynie zmiany zapalne mogą być lepiej uwidocznione. Symetryczne poszerzenie zarysów mięśni prostych bez zwiększenia ich gęstości, zarówno przed, jak i po podaniu kontrastu, przyjmujemy za obraz znamieny dla nadczynności tarczycy. Przerwanie elementów kostnych po urazie bądź wskutek nowotworowego nacieczenia jest nierzadko łatwiej rozpoznawane w obrazie PTK niż na zdjęciach sumacyjnych i tomograficznych. Mimo że PTK spowodowała zmniejszenie badań rentgenowskich konwencjonalnych, to w przypadku planowania zabiegu operacyjnego większość z nich wymaga uzupełniających badań neuroradiologicznych (2).

Podobnie i w laryngologii, PTK znalazła uznanie, gdyż umożliwia wykazanie w obrębie zatok przynosowych dodatkowych gęstości i odróżnienie płynu od mas nowotworowych. Okazało się, że technika ta uwidacznia nawet niewielkie zmiany w obrębie labiryntu sitowego, w przestrzeni pozaszczękowej i w obrębie dołu skrzydłowo-podniebiennego (10). PTK pozwala bezpośrednio przedstawić ropnie mózgu i mózdzku. Ropnie usznopochodne ujawniły się szczególnie po wstrzyknięciu kontrastu w postaci owalnych, okrągłych bądź policyklicznych pojedynczych, niekiedy mnogich, obrączkowatych zagęszczeń, otoczonych strefą przejaśnienia obrzęku mózgu.

Badanie PTK pozwala ocenić wielkość i gęstość przysadki i ujawniać zmiany chorobowe zarówno w obrębie siodła, jak i w jego otoczeniu (12). Gruczolaki przysadki nie wykazują istotnych różnic gęstości przed i po podaniu kontrastu. W wielu przypadkach można wskazywać na rodzaj zmian poprzez wykrywanie zwapnień i torbieli w guzie, jak to ma miejsce w guzach Erdheima. Jednakże odróżnienie glejaka od oponiaka nad-siodłowego w obrazie PTK jest niemożliwe. Okazało się, że PTK aż w 90% przypadków pozwala rozpoznać siodło puste, a liczba prawidłowych rozpoznań znacznie zwiększa się po uprzednim wykonaniu cysternografii gazowej bądź przy użyciu wodnych środków kontrastowych (8). PTK ma także swój udział w ustalaniu zespołów psychoorganicznych, a liczba padaczek o nie ustalonej przyczynie wyraźnie zmalała (13). W zestawieniu materiału B a c k e r a i wsp. (cyt. wg 13) wyniki fałszywie ujemne i fałszywie dodatnie obejmowały 4% badanych. Najczęściej występującym błędem w badaniach PTK niewątpliwie jest przeprowadzanie badania z użyciem kontrastu bez wcześniejszego porównawczego skaningu.

Przyjmuje się, że PTK daje prawidłowe rozpoznania w 90% przy-

padków, a liczba fałszywie ujemnych rozpoznań nie przekracza 5%. Nie jest to dalej jedyna metoda diagnostyczna, niemniej jednak pozwala obniżyć badania naczyniowe o ok. 70%, zaś pneumografie będą wykonywane jedynie w pojedynczych przypadkach (4). Podobnie zostały znacznie zredukowane badania scyntygraficzne mózgu w ośrodkach stosujących PTK. Natomiast wentrykulografia pozytywna i angiografia tt. kręgowych są nadal skuteczne w dostarczaniu cennych informacji, zwłaszcza u tych chorych, u których PTK nasuwała wątpliwości.

## PIŚMIENNICTWO

1. Ambrose J.: Computerized X-ray Scanning of the Brain. *J. Neurosurg.* **40**, 679, 1974.
2. Americh H. i wsp.: Tomografia komputerowa w badaniu oczodołu. *Pol. Przegl. Rad. Med. Nukl.* **2**, 119, 1980.
3. Bokowska R.: Przydatność tomografii komputerowej w psychiatrii. *Psychiat.* **Pol.** **5**, 587, 1977.
4. Buraczewski J.: Komputeryzowana tomografia poprzeczna. Zastosowanie kliniczne na podstawie wyników badań z lat 1972—1976. *Pol. Przegl. Rad. Med. Nukl.* **4**, 279, 1977.
5. Frankiewicz E. i wsp.: Diagnostyka guzów tylnego dołu czaszki z zastosowaniem tomografii komputerowej. *Pol. Przegl. Rad. Med. Nukl.* **2**, 109, 1980.
6. Gołąbek R. i wsp.: Tomografia komputerowa w rozpoznawaniu nerwiaków nerwu słuchowego. *Pol. Przegl. Rad. Med. Nukl.* **2**, 125, 1980.
7. Gołąbek R., Touitou D.: Torbiel podpajęczynówkowa u dzieci rozpoznana za pomocą tomografii komputerowej. *Pol. Przegl. Rad. Med. Nukl.* **3**, 171, 1979.
8. Gołąbek R., Dieteman J. L.: Siodło tureckie puste. *Pol. Przegl. Rad. Med. Nukl.* **3**, 189, 1979.
9. Grądzki J. i wsp.: Obraz przerzutów nowotworowych do mózgu w tomografii komputerowej. Materiały naukowe VI Konf. Neuroradiol. *Pol.* **21—22 X 1979** w Poznaniu. Poznań 1980, 5.
10. Grądzki J.: Zastosowanie tomografii komputerowej w diagnostyce chorób nosa, gardła i uszu. Materiały naukowe VI Konf. Neuroradiol. *Pol.* **21—22 X 1979**, Poznań 1980, 9.
11. Grądzki J. i wsp.: Wartość rozpoznawcza tomografii komputerowej w wykrywaniu krwinków i wodniaków wewnątrzczaszkowych. Materiały naukowe VI Konf. Neuroradiol. *Pol.* w Poznaniu **21—22 X 1979**. Poznań 1980, 17.
12. Grądzki J. i wsp.: Trudności diagnostyki komputerowej procesów podnamiotowych. Materiały naukowe VI Konf. Neuroradiol. *Pol.* w Poznaniu **21—22 X 1979**. Poznań 1980, 29.
13. Hacker H.: Die Computer Tomographie in der Diagnostik der Epilepsie. *Nervenarzt* **48**, **2**, 72, 1977.
14. Hammer B.: Tomocysternografia komputerowa. Materiały naukowe VI Konf. Neuroradiol. *Pol.* w Poznaniu **21—22 X 1979**. Poznań 1980, 27.
15. Hounsfield G. N.: Computed Transverse Axial Scanning (Tomography). *Brit. J. Radiol.* **46**, 1016, 1973.

16. Kohlmeier K.: Znaczenie angiografii mózgowej i tomografii komputerowej w rozpoznawaniu zawałów mózgu. Materiały naukowe VI Konf. Neuroradiol. Pol. w Poznaniu 21—22 X 1979. Poznań 1980, 19.
17. Kozłowski P. i wsp.: Perspektywy tomografii komputerowej w neuroradiologii. Materiały naukowe VI Konf. Neuroradiol. Pol. w Poznaniu 21—22 X 1979. Poznań 1980, 3.
18. Marks E.: Wartość diagnostyczna tomografii skomputeryzowanej w chorobach mózgu. Wiad. Lek. 6, 458, 1977.
19. Smith P. R. i wsp.: Towards the Assessment of the Limitation on Computerized Axial Tomography. Neuroradiology 9, 1, 1975.
20. Wójtowicz J. i wsp.: Sprawność tomografu komputerowego CT 5 005/2 (EMI) w badaniu całego ciała pierwszych 1000 chorych. Pol. Przegl. Rad. Med. Nukl. 3, 143, 1979.
21. Wójtowicz J.: Skuteczność diagnostyczna. Pol. Przegl. Rad. Med. Nukl. 6, 381, 1977.
22. Ziemiański A.: Tomografia komputerowa w procesach rozrostowych oczodołu. Pol. Przegl. Rad. Med. Nukl. 2, 115, 1980.

Otrzymano 12 XI 1980.

#### РЕЗЮМЕ

В данной работе автор представил значение поперечной компьютерной томографии в радиологической диагностике головы и подчеркивает большую ценность информации получаемых необременительным способом для больного. Автор приводит клинические результаты полученные применением этого метода в очень часто выступающих внутричерепных болезненных процессах и болезненных процессах соседующих анатомических структур.

#### SUMMARY

The author discussed the importance of axial computerized tomography in the radiological diagnosis of the head, stressing a great value of the information obtained by this uncumbersome method. The clinical findings achieved by the application of this method in the most frequent intracranial diseases and neighbouring anatomical structures were shown.