

Diagnostyka obrazowa nowotworów ośrodkowego układu nerwowego

Jerzy Walecki¹, Elżbieta Jurkiewicz²

¹Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego CMKP w Warszawie

²Instytut „Pomnik Centrum Zdrowia Dziecka” w Warszawie

STRESZCZENIE

W niniejszej pracy przedstawiono obraz guzów mózgu i kanału kręgowego w badaniach metodami tomografii komputerowej (TK) i rezonansu magnetycznego (MR, *magnetic resonance*). Obie techniki są obecnie metodami referencyjnymi w diagnostyce neuroonkologicznej. Metoda MR jest szczególnie ważna w rozpoznawaniu i różnicowaniu guzów ośrodkowego układu nerwowego (OUN), ponieważ stanowi bazę dla nowoczesnej chirurgii stereotaktycznej, a dzięki badaniom funkcjonalnym pozwala na wykonywanie precyzyjnych i oszczędzających zabiegów chirurgicznych.

W artykule omówiono cechy różnicujące stopień złośliwości guzów mózgu i rdzenia, symptomatologię neuroradiologiczną zmian nowotworowych OUN i aktualne algorytmy diagnostyczne.

Słowa kluczowe: neurodiagnostyka guzów OUN, TK, MR

Wprowadzenie

Tomografia komputerowa (TK) i rezonans magnetyczny (MR, *magnetic resonance*) oraz metody izotopowe — tomografia emisyjna pojedynczego fotonu (SPECT, *single photon emission-computed tomography*) oraz pozytronowa tomografia emisyjna (PET, *positron emission tomography*) zmieniły możliwości rozpoznawania i różnicowania guzów ośrodkowego układu nerwowego (OUN). Metody te charakteryzują się wysoką rozdzielczością liniową i kontrastową, zdolnością oceny charakteru

tkanki (wysoka specyfika tkankowa), jej unaczynienia, metabolizmu oraz innych cech złośliwości. Szczególnie ważną rolę w diagnostyce neuroonkologicznej odgrywa PET — technika umożliwiająca śledzenie aktywności metabolicznej tkanek, perfuzji oraz badanie układów receptorowych. W precyzyjnej diagnostyce obrazowej wykorzystuje się techniki strukturalne i funkcjonalne, co w znacznym stopniu decyduje o wczesnym rozpoznaniu oraz umożliwia planowanie i monitorowanie leczenia. Podstawowe kryteria diagnostyczne i prognostyczne w neuroonkologii to obraz histopatologiczny, cytogenetyka, aktywność proliferacyjna i przebieg kliniczny [1].

Do cech nowotworu wskazujących na złośliwość guza należą: polimorfizm i atypia komórek, wysoka aktywność mitotyczna, duża gęstość komórek w tkance guza, zaburzenie architektury tkankowej, naciekający typ rozrostu, obecność ognisk martwicy, rozrost naczyń krwionośnych (neoangiogeneza). Niemal wszystkie wymienione cechy stały się możliwe do interpretacji dzięki współczesnym metodom neuroobrazowym, zazwyczaj przy zastosowaniu kilku technik, chociaż wyjątek stanowi rezonans magnetyczny, którego możliwości są najbardziej uniwersalne i obejmują zarówno ocenę struktury oraz funkcji, jak i zmian na poziomie komórkowym (w niedalekiej przyszłości także genetycznym).

Nowotwory wewnątrzczaszkowe i wewnątrzkraniowe, rosnąc w — ograniczonych strukturami kostnymi — jamie czaszki i kanale kręgowym, oddziałują bezpośrednio na struktury mózgowia i rdzenia, doprowadzając do zmian wtórnych. Guzy kanału

Adres dla korespondencji: prof. dr hab. med. Jerzy Walecki
Zakład Radiologii CMKP, Centralny Szpital Kliniczny MSWiA
ul. Wołoska 137, 02-507 Warszawa
e-mail: rtg@cskmswia.pl; jerzywalecki@o2.pl
Polski Przegląd Neurologiczny 2007, tom 3, 3, 155–171
Wydawca: „Via Medica sp. z o.o.” sp. k.
Copyright © 2007 Via Medica

kręgowego powodują także szybkie i nieodwracalne wystąpienie zmian wtórnych, jeżeli odpowiednio wczesna diagnostyka i leczenie spowodują odbarczenie rdzenia.

Nowe metody uzupełniające standardowe badania TK i MR w diagnostyce nowotworów ośrodkowego układu nerwowego

Spektroskopia MR (MRS, *magnetic resonance spectroscopy*) — ocena składu chemicznego guza

Istotne znaczenie w diagnostyce różnicowej zmian wewnątrzczaszkowych mają spektroskopia protonowa (¹HMRS) — szerzej stosowana — i spektroskopia fosforowa (PMRS). Obecnie w praktyce klinicznej stosuje się dwie techniki spektroskopii protonowej MR: metodę pojedynczego woksela (SVS, *single voxel spectroscopy*) oraz technikę wielu wokseli (MVS, *multi voxel spectroscopy*), zwaną także techniką przesunięcia chemicznego (CSI, *chemical shift imaging*). Obecna rozdzielczość spektroskopii MR *in vivo* i związane z tą metodą doświadczenia kliniczne nie pozwalają jeszcze na jednoznaczne ustalenie histologicznej budowy guzów, ale można zróżnicować guz o utkaniu glejowym od mezenchymalnego, zróżnicować stopnie złośliwości guzów oraz, co ma szczególne znaczenie praktyczne, odróżnić guz od malacji lub blizny naczyniopochodnej.

W spektroskopii protonowej guzów pochodzenia glejowego zazwyczaj obserwuje się obniżone stężenie N-acetyloasparagianu (Naa, *N-acetyl aspartate*) i zmniejszony wskaźnik Naa/Cr oraz zwiększone stężenia związków cholinowych (Cho, *choline*), mleczanów (lac, *lactate*) lipidów (lip), mioinozytolu (ml), glicyny (Gly, *glycine*), glutaminy i kwasu glutaminowego (w paśmie Glx [*glutamic acid*]) oraz podwyższenie stosunku tych metabolitów do Cr i do sumy wszystkich metabolitów [2–7].

Stężenie Naa to wskaźnik obecności neuronów w badanej tkance nerwowej. W przypadku guzów glejopochodnych mózgu obserwuje się spadek intensywności sygnału Naa, co jest wynikiem ubytku neuronów w ich obrębie oraz niższą wartością współczynnika Naa/Cr. Sygnał związków cholinowych uważa się za wskaźnik intensywności proliferacji komórek, a więc tkanki guzów o wysokiej złośliwości powinny wykazywać silniejszy sygnał Cho i wyższą wartość Cho/Cr niż tkanki guzów o niskiej złośliwości. Nie jest do końca jasne, czy i w jakim stopniu na zwiększenie stężenia Cho wpływa rozpad błon komórkowych. W pewnych typach nowotworów stwierdza się znaczny wzrost intensywności pasma oznaczanego jako Glx, przy-

pisywanego przede wszystkim glutaminianom, glutaminie i GABA w zakresie przesunięcia chemicznego 2,0–2,55 ppm oraz glutaminianom, glutaminie i glukozie w zakresie 3,68–3,77 ppm. Użyteczność diagnostyczna tego pasma wymaga dalszych badań, pewny jest jednak wpływ aktywności glutaminianów na wzrost guza. Pewne znaczenie w różnicowaniu guzów o niskiej i wysokiej złośliwości może mieć sygnał pochodzący od ml, który jest traktowany jako wskaźnik proliferacji gleju, głównie astrocytów. Wzrost stężenia ml występuje przede wszystkim w łagodnych gwiżdżakach.

Rozpoznawanie stopnia złośliwości heterogennych guzów glejowych na podstawie widm ¹HMRS wydaje się możliwe, chociaż wymaga odpowiedniej metodyki badań i dobrego oprogramowania. Doświadczenia wielu autorów i wyniki własne wskazują na to, że u pacjentów z glejakami złośliwymi zmiany w widmie ¹HMRS stwierdza się także w obszarach o prawidłowym obrazie radiologicznym, odległych od masy guza (w tzw. strefie niepewnej).

Mapowanie czynności mózgowia — funkcjonalny MR

Postęp neurochirurgii wymaga od technik neuroradiologicznych wyjątkowej precyzji, niezbędnej między innymi do wykonywania zabiegów oszczędzających ośrodki korowe. Przykładem metody ułatwiającej planowanie zabiegu resekcji guza jest funkcjonalny rezonans magnetyczny (fMR, *functional magnetic resonance*).

W technice obrazowania czynnościowego wykorzystuje się różnicę podatności magnetycznej krwi o różnym stopniu jej utlenowania. Do uzyskania odpowiednio silnego sygnału wymagane są szybkie i silne gradienty oraz odpowiednie oprogramowanie systemu. Obrazy aktywności korowej poszczególnych funkcji uzyskuje się, stosując metodę odejmowania sygnałów uzyskiwanych w stanie kontrolnym od sygnałów w uzyskiwanych stanie zadaniowym po określonej stymulacji czuciowej bądź ruchowej. Funkcjonalne badanie MR jest coraz szerzej stosowane przed planowanymi zabiegami resekcji guza, w celu lokalizacji osobniczo zmiennych pól czuciowych albo ruchowych. Tę technikę można wykorzystać do mapowania korowych ośrodków elokwentnych, w ramach przygotowania do zabiegu operacyjnego i minimalizacji defektu pooperacyjnego.

Obrazowanie tensora dyfuzji (DTI)

Obrazowanie tensora dyfuzji (DTI, *diffusion tensor imaging*) w MR to odmiana obrazowania dyfu-

zyjnego (DWI, *diffusion-weighted imaging*). Dyfuzja protonów cząsteczek wody w mózgowiu ma charakter anizotropowy, ograniczony przez różne bariery, jakimi są osłonki mielinowe lub błony komórkowe. Z tego powodu ruch dyfuzyjny jest znacznie łatwiejszy wzdłuż włókien nerwowych niż w osi poprzecznej. W celu wyliczenia tensora dyfuzji konieczne jest dokonanie pomiarów dyfuzji przynajmniej w sześciu różnych kierunkach.

Technika 3D-DTI pozwala na mapowanie przebiegu włókien nerwowych w obrazie trójwymiarowym 3D (traktografia). Obrazowanie tensora dyfuzji stosuje się coraz szerzej w diagnostyce przedoperacyjnej do lokalizowania przebiegu włókien nerwowych w stosunku do guza oraz do obrazowania ich ewentualnego nacieku.

Badanie perfuzji mózgowej metodami TK i MR

Obie techniki znajdują coraz szersze zastosowanie w diagnostyce neuroonkologicznej, ponieważ umożliwiają (szczególnie perfuzja TK) pośrednie obrazowanie neoangiogenezy. Cechy krzywej perfuzji dobrze odwzorowują zwiększenie łożyska naczyniowego w tkance guza, uszkodzoną barierę krew–mózg w obrębie naczyń patologicznych, a także, co ma szczególne znaczenie w leczeniu nieoperacyjnym, odpowiedź na terapię.

Guzy wewnątrzczaszkowe

Gwiaździak (WHO II°)

Gwiaździaki (*astrocytoma*) rozlane obejmują najliczniejszą i najbardziej niejednorodną pod względem budowy histologicznej grupę glejaków. Cechuje je wysoki stopień zróżnicowania komórkowego, niski stopień złośliwości, powolny wzrost i naciekanie sąsiednich struktur mózgowia z zatarciem granic anatomicznych. Gwiaździaki dzieli się na 3 podgrupy histologiczne: **włókienkowe**, **protoplazmatyczne** oraz **tucznomórkowe**.

Najczęściej występujące **gwiaździaki włókienkowe** stwierdza się u dzieci oraz u dorosłych w wieku 20–40 lat. Lokalizują się w różnych miejscach półkul mózgu oraz w pniu (50% glejaków pnia). Guzy te są widoczne w obrazie TK jako hipodensyjne, jednorodne ogniska o nieostrej granicy, najczęściej zlokalizowane w istocie białej półkul mózgu (płaty czołowe, skroniowe, ciemieniowe) oraz w korze (naciekający wzrost guza). Gwiaździaki cechują się niewielką strefą obrzęku, trudną do odróżnienia od brzeżnej części guza. Mogą powodować efekt masy. Zazwyczaj nie ulegają wzmocnieniu kontrastowemu, a obserwowane wzmocnienie na granicy guza jest wynikiem wzrostu współczynnika osłabienia

kory w jego otoczeniu. Pojawienie się krwawienia w guzie, palczastego obrzęku czy ognisk martwicy sugeruje anaplazję guza.

W obrazie MR gwiaździaki charakteryzują się obniżonym lub niezmiennym sygnałem w obrazach T_1 -zależnych oraz podwyższonym w obrazach PD i T_2 -zależnych oraz w sekwencji FLAIR; jednorodność sygnału wiąże się z niskim stopniem złośliwości guza (ryc. 1A, B).

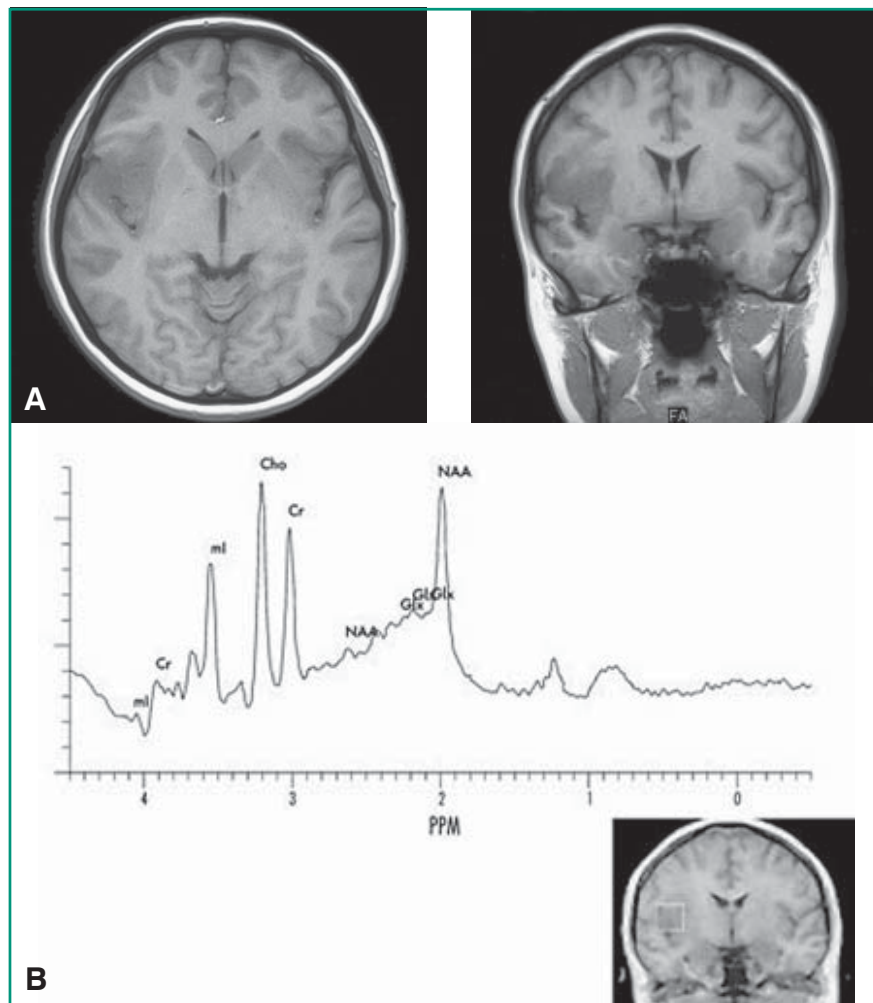
Stosunkowo częstą lokalizacją gwiaździaka o niskim stopniu złośliwości jest przyśrodkowa część płata skroniowego obejmująca hipokamp. Należy różnicować je z blizną glejową hipokampa, tak zwanym stwardnieniem hipokampa (MTS, *mesial temporal sclerosis*). W tym celu zaleca się wykonanie spektroskopii MR i/lub badania DWI (ryc. 2A–C).

Gwiaździak włosowatokomórkowy (*pilocytic astrocytoma*) (WHO I°) stanowi 6% wszystkich guzów wewnątrzczaszkowych i około 30% nowotworów glejowych u dzieci. Guz ten ma niski potencjał proliferacyjny; nie wykazuje tendencji do naciekania tkanek mózgu oraz do transformacji złośliwej. Gwiaździaki włosowatokomórkowe występują w około 50% przypadków fakomatozy (NF1, *neurofibromatosis type 1*). Mogą się rozwinąć w każdym miejscu OUN, jednak najczęściej występują w półkulach lub robaku mózdzku (60%), w nerwach wzrokowych (20–30%) i w mózgowiu, wzdłuż pasma wzrokowego, oraz w pniu (5–10%) (patrz niżej).

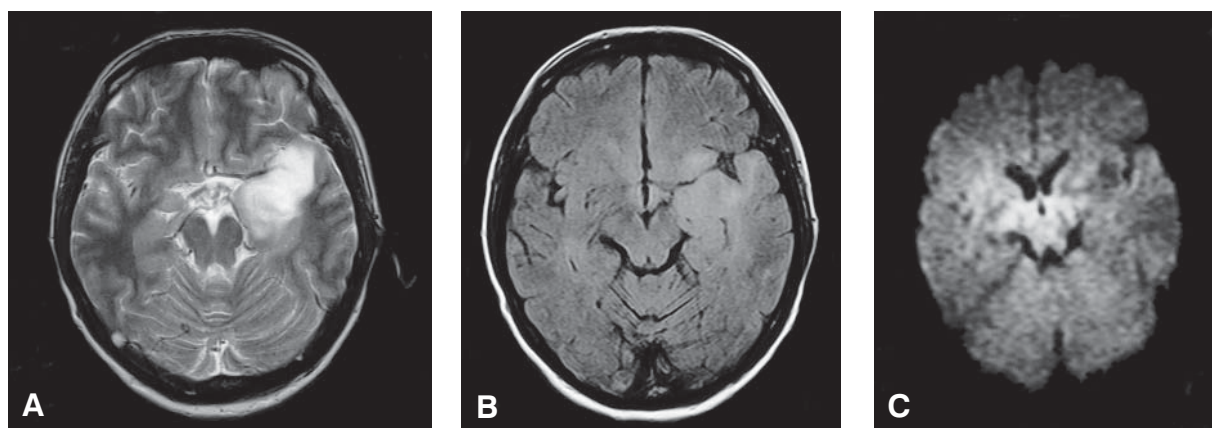
Gwiaździaki włosowatokomórkowe najczęściej są widoczne w obrazach TK i MR jako torbielowate guzy z przyściennym guzkiem ulegającym silnemu wzmocnieniu kontrastowemu; niekiedy wzmocnieniu ulega również ściana torbieli (ryc. 3A–C). Cechują się dobrym odgraniczeniem oraz rozprężającym, nienaciekającym wzrostem. Wysokobiałkowa zawartość torbieli gwiaździaka charakteryzuje się intensywnym sygnałem w obrazach T_2 -zależnych i w sekwencji FLAIR. W różnicowaniu zmian torbielowatych zalecane jest badanie DWI.

Gwiaździaki mostu lub rdzenia przedłużonego to wolno rosnące gwiaździaki włosowatokomórkowe i włókienkowe, rzadziej anaplastyczne, stopniowo powiększające objętość odpowiedniego segmentu pnia mózgu. W rozpoznawaniu guzów o tej lokalizacji badaniem z wyboru jest MR, w którym stwierdza się wydłużenie czasu T_2 oraz podwyższenie sygnału w sekwencji FLAIR. Zaleca się także wykonanie MRS, by potwierdzić nowotworowy charakter zmiany i odpowiedź na radioterapię.

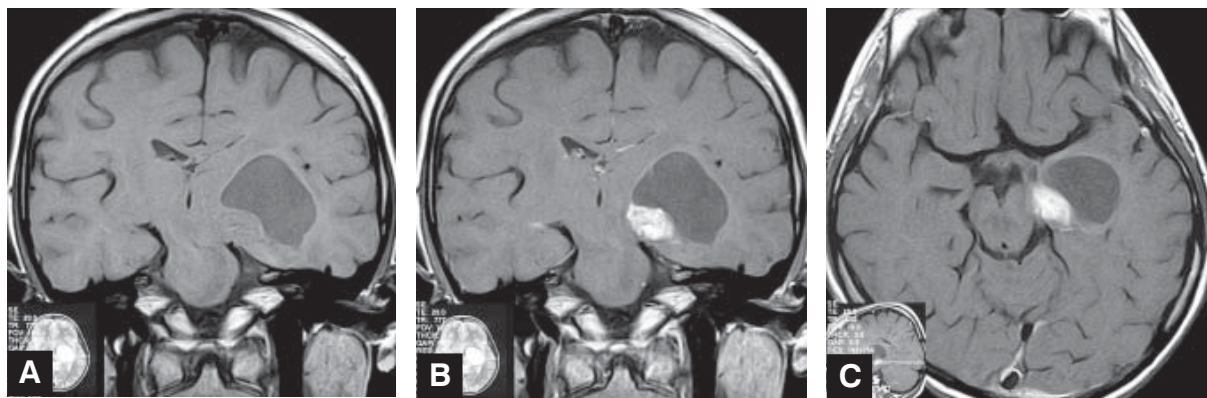
Glejak nerwów wzrokowych to głównie **gwiaździaki włosowatokomórkowe**, których odrębna



Rycina 1. Gwiaździk (II°) u 48-letniego chorego (od roku napady padaczki); MR w sekwencji SE, obrazy T_1 -zależne: hipointensywny obszar o nieostrych granicach w bocznej części prawego płata skroniowego (A); spektroskopia protonowa MR (^1H MRS) PRESS (zlokalizowana, woksel 8 cm^3): w centralnej części zmiany — obniżenie intensywności pasma Naa oraz podwyższenie wartości wskaźników Cho/Cr, ml/Cr, Glx/Cr i Cho/sumy metabolitów (B); obraz typowy dla guza o utkaniu glejaka o niskiej złośliwości (wyjaśnienia skrótów w tekście)



Rycina 2. Gwiaździk (II°) u 31-letniej chorej (od 3 mies. napady padaczkowe, od 2 tyg. dyskretny niedowład prawostronny); MR: strefa hiperintensywna w obrazie T_2 -zależnym (A) i w sekwencji FLAIR (B) w lewym płacie skroniowym; w obrazie DWI sygnał z lewego płata skroniowego nieznacznie obniżony, co wyklucza niedokrwienno charakter zmian (C)



Rycina 3. Gwiazdźiak (I°) u chorego leczonego od 3 lat z powodu padaczki; MR w sekwencji SE, obraz T_1 -zależny: torbielowaty guz lewego płata skroniowego uciskający konar mózgu i przemieszczający struktury linii środkowej na prawą stronę; część lita guza widoczna na przyśrodkowo-dolnym zarysie torbieli guza (A); guzek przyścienny ulega silnemu, niejednorodnemu wzmocnieniu kontrastowemu (B, C)

nazwa wyniku z lokalizacji; w 30–50% przypadków współistnieją z NF1. Widoczne są jako odcinkowe, wrzecionowate lub klepsydrowate pogrubienie nerwu albo nerwów wzrokowych. W TK uwiadcniają się jako jednorodny guz o nieznacznie podwyższonym lub zbliżonym do nerwu wzrokowego współczynniku osłabienia. W badaniu MR w obrazach T_1 -zależnych guz jest izointensywny, natomiast w obrazach T_2 -zależnych — słabo hiperintensywny. Może ulegać niewielkiemu, drobno-plamistemu wzmocnieniu kontrastowemu. Wrastając do środkowego dołu czaszki, zazwyczaj poszerza kanał nerwu wzrokowego, rośnie wzdłuż skrzyżowania nerwów wzrokowych i pasma wzrokowego (ok. 30% przypadków).

Glejaki anaplastyczne (WHO III°)

W przeważającej liczbie przypadków glejaki anaplastyczne (*anaplastic glioma*) występują w starszej grupie wiekowej niż gwiazdźiaki o niskim stopniu złośliwości. Objawy kliniczne są podobne, ale choroba trwa krócej i przebiega bardziej dynamicznie. Są to nowotwory naciekające, z ogniskową lub rozproszoną anaplazją i nasilonym zwyrodnieniem drobnotorbielkowatym. Wykazują obecność ognisk martwicy, torbieli lub ognisk krwotocznych. Do grupy glejaków anaplastycznych należą: gwiazdźiaki, skąpodrzewiaki i wyściółczaki. Glejaki anaplastyczne (*glioma anaplasticum*) cechuje większe zróżnicowanie współczynnika osłabienia lub intensywności w MR, ponadto często mają niejednorodną budowę związaną ze zmianami wstecznymi (torbiele i ogniska martwicy). Zwykle ulegają silnemu, nieregularnemu wzmocnieniu kontrastowemu (nasilona angiogeneza). Obrzęk wokół gwia-

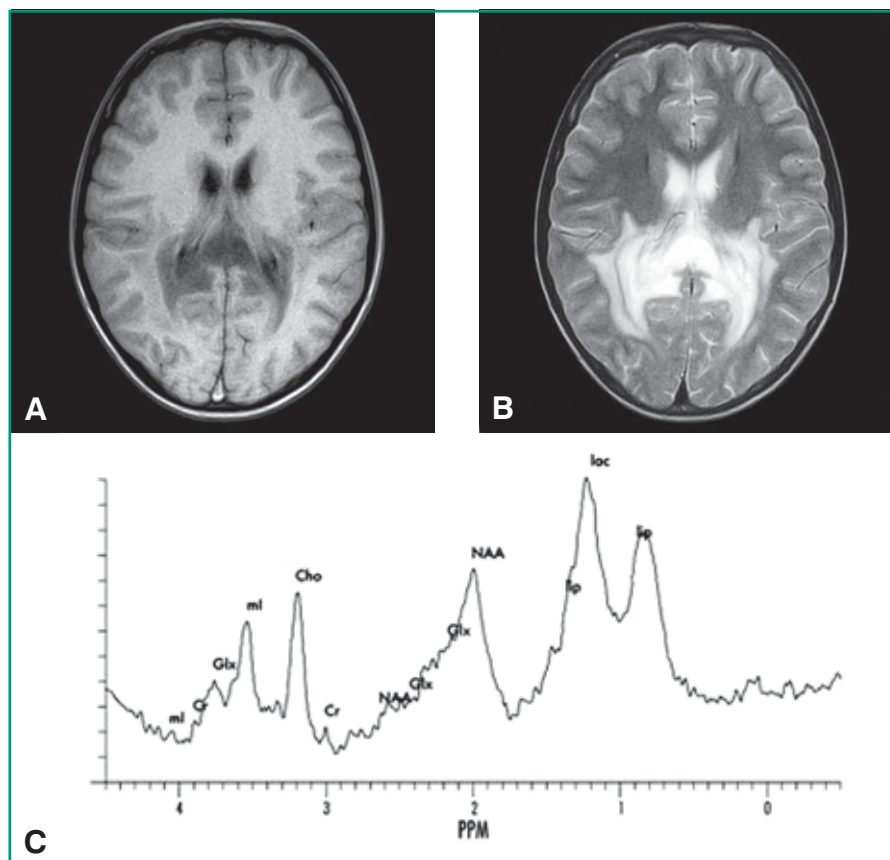
dziazków anaplastycznych jest rozległy i przybiera formę palczastą (ryc. 4–6).

Glejak złośliwy (najczęściej o utkaniu gleju gwiaździstego) rozlegle naciekający obie półkule mózgowia określa się mianem „glejakowatości mózgu”. Obrazy TK i MR są typowe dla glejaka złośliwego, natomiast rozległość nacieku pozwala na rozpoznanie **glejakowatości** (*gliomatosis cerebri*).

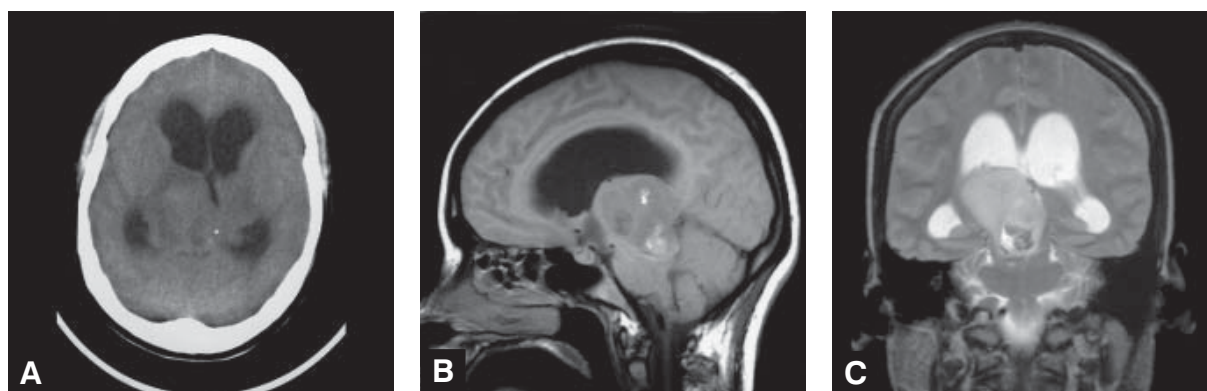
Glejak wielopostaciowy (glioblastoma) (WHO IV°) i jego odmiany stanowią około 10–18% wszystkich guzów wewnątrzczaszkowych oraz 50–60% nowotworów gleju gwiaździstego.

Glejaki wielopostaciowe mogą powstawać w dowolnym miejscu mózgu, zwykle wykazując rozrost w kierunku podkorowym. Są guzami o największym stopniu złośliwości i inwazyjności, rosnącymi szybko i naciekającymi sąsiednie struktury (nie wyłączając opon). Niejednorodna struktura guza jest spowodowana obecnością licznych ognisk martwicy, obrzęku i krwawienia; może wystąpić wodogłowie. Rosnąc obustronnie w obrębie ciała modelowatego, w obrazowaniu guz przypomina kształtem motyla (*butterfly glioma*). W obrazach TK i MR charakteryzuje się niejednorodnym współczynnikiem osłabienia/sygnałem związanym z obecnością zmian wstecznych, nieregularnymi granicami i rozległą strefą obrzęku; ulega silnemu, niejednorodnemu, zazwyczaj brzeżnemu wzmocnieniu kontrastowemu.

Opisywane są też zmiany wieloogniskowe (*multicentric tumor*). W badaniu MR, w obrazach T_2 -zależnych, nieregularne, pasmowate strefy obrzęku położone poza główną zmianą wskazują na penetrację guza do obszaru pozornie niezmiennionej tkanki.



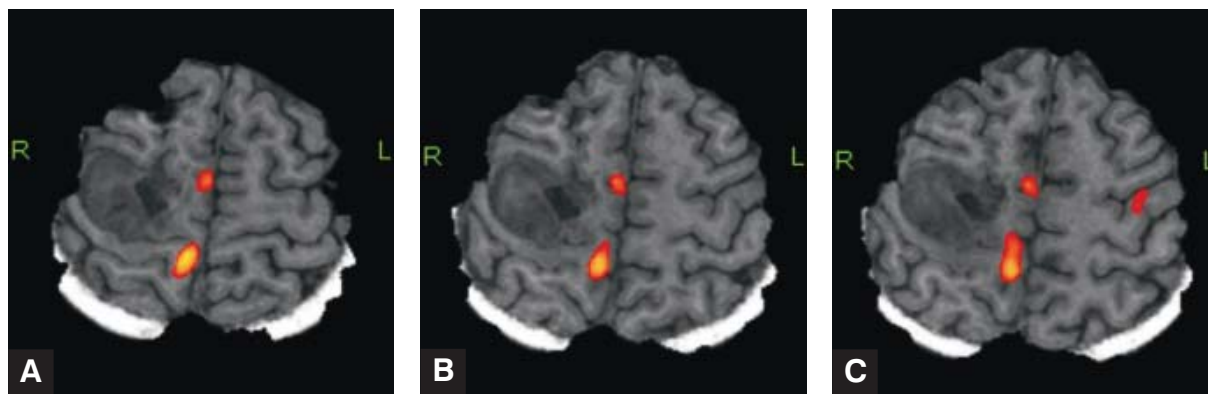
Rycina 4. Głębok mieszanym anaplastycznym (III^o) u 50-letniego chorego (w wywiadzie silne bóle głowy, zaburzenia widzenia, dyskretny niedowład lewej kończyny dolnej); MR w sekwencji FSE, obrazy T₁- i T₂-zależne: guz naciekający płat ciała modzelowatego, symetryczny obrzęk w kształcie skrzydeł motyla (*butterfly glioma*) (A, B); ¹H MRS: wysokie wartości wskaźników Cho/Cr, ml/Cr Glx/Cr, obniżenie pasma Naa (C) (wyjaśnienia skrótów w tekście)



Rycina 5. Gwiazdźnik anaplastyczny wzgórza (III^o) u chorego w wieku 40 lat (od 3 mies. niedowład połowicznie lewostronny, zaburzenia widzenia, zawroty głowy, zaburzenia świadomości, objaw Parinaud); badania TK (A) oraz MR — obrazy T₁- i T₂-zależne (B, C): guz prawego wzgórza naciekający konar mózgu, blaszkę czworaczną i inne struktury śródmózgowia, wrastający ku dołowi do zbiornika międzykonarowego; cechy przebytego krwawienia do guza; uciśnięty wodociąg Sylwiusza, poszerzone komory boczne

Jednym z trudniejszych problemów diagnostycznych w przypadku złośliwych, naciekających glejaków mózgowia jest ocena granicy guza oraz tkanki położonej w sąsiedztwie, w tak zwanej strefie nie-

pewnej, która zresztą stanowi miejsce potencjalnej wznowy po resekcji glejaka. Strefa ta, zarówno w obrazie śródoperacyjnym, jak i w badaniu MR, jest praktycznie nie do uwidocznienia — zarówno



Rycina 6. Gwiaździk anaplastyczny (III°) u 54-letniego pacjenta przed zabiegiem resekcji guza prawego płata czołowego; obraz funkcjonalnego MR: widoczne obszary korowej aktywacji przy ruchach lewą stopą znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie guza; mapy aktywności nałożone na obrazy T₁-zależne (A–C)



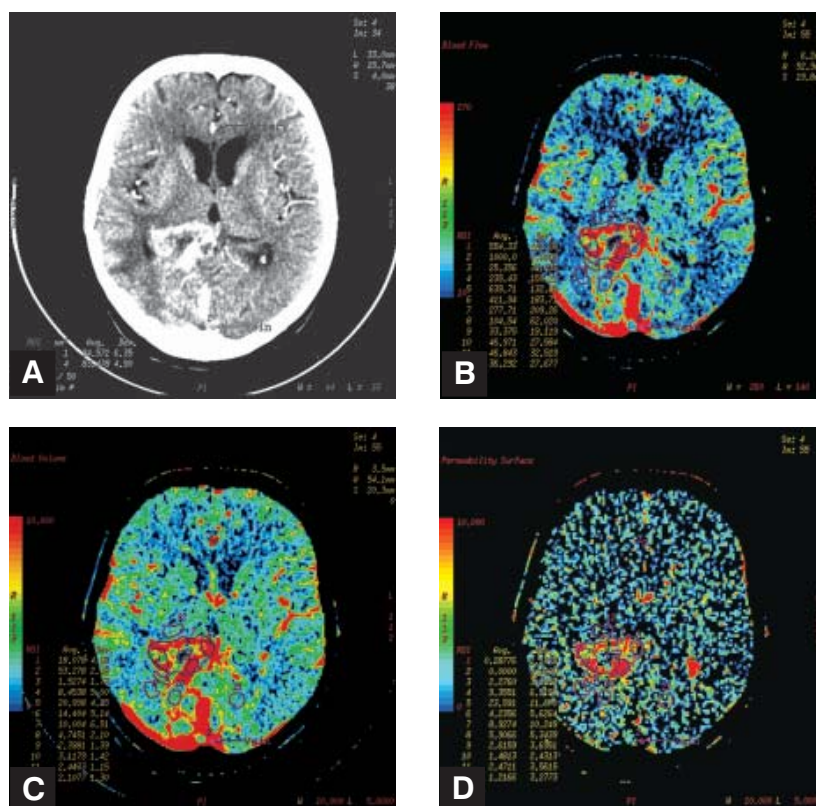
Rycina 7. Glejak wielopostaciowy (IV°) u 52-letniej chorej z objawami wzmożonego ciśnienia śródczaszkowego i zaburzeniami świadomości; obraz TK po podaniu środka kontrastowego: rozległy guz ulegający brzeżnemu wzmocnieniu z jamą martwiczą w prawej półkuli mózgu; znacznego stopnia efekt masy z wgłobieniem pod sierp mózgu i zaciśnięciem prawej komory bocznej, zaburzenie odpływu płynu mózgowo-rdzeniowego z lewej komory bocznej (A–C)

badanie MRS, jak i badanie perfuzji mózgowej (TK lub MR) mogą wykazać obecność nacieku nowotworowego niewidocznego w obrazie konwencjonalnym (ryc. 7, 8).

Skąpodrzewiak (*oligodendroglioma*) (WHO II°) stanowi około 4% wszystkich guzów mózgu i 5–18% nowotworów pochodzenia glejowego. Występuje głównie u osób dorosłych — przede wszystkim w półkulach mózgu, zwłaszcza w płatach czołowych i skroniowych, z wyraźną predylekcją do obwodowych obszarów kresomózgowia. W istocie białej skąpodrzewiaki szerzą się zwykle wzdłuż dróg nerwowych w kierunku kory. W przypadku regresji pojawiają się formy torbielowate i krwawienia. W około 60% przypadków w ścianach naczyń i miąższu guza ujawniają się liczne zwapnienia, co tłumaczy się skłonnością do mikrokrwotoków, które dość szybko ulegają zwapnieniom. W obrazie TK skąpodrzewiaki charakteryzują się

niskim, niejednorodnym współczynnikiem osłabienia liniowego, niewyraźnie zarysowanymi granicami i obecnością zwapnień. Obrzęk okołoguzowy jest niewielki. W obrazie MR skąpodrzewiaki o niskiej złośliwości cechuje obniżony sygnał w obrazach T₁-zależnych, podwyższony w obrazach PD- i T₂-zależnych oraz w sekwencji FLAIR. Zwapnienia w ich obrębie są bezsygnałowe lub ubogosygnałowe (ryc. 9A–D). Wzmocnienie kontrastowe jest zwykle niewielkie [8, 9].

Wyściółczaki (*ependymoma*) (WHO II°) stanowią około 5% wszystkich glejaków mózgu. Rosną w układzie komorowym, w ponad 60% przypadków w komorze IV, zdecydowanie rzadziej w miąższu (w tej lokalizacji wywodzącej się z ektopowych komórek stwierdza się tendencję wyściółki do anaplazji). Są to nowotwory dobrze unaczynione; przeważnie ulegają torbielowatemu zwyrodnieniu; zawierają zwapnienia. W obrazie TK wyściółczaki



Rycina 8. Planowany do resekcji guz o utkaniu glejaka wielopostaciowego prawego wzgórza u 60-letniego pacjenta; badanie perfuzyjne TK uwidoczniło zwiększone wartości przepływu (CBF, *cerebral blood flow*), a także objętości krwi w obrębie guza; wysokie wartości wskaźnika nasiąkania (PS, *permeability surface*) wskazują na dużą gęstość naczyń patologicznych (uszkodzona bariera krew–mózg)

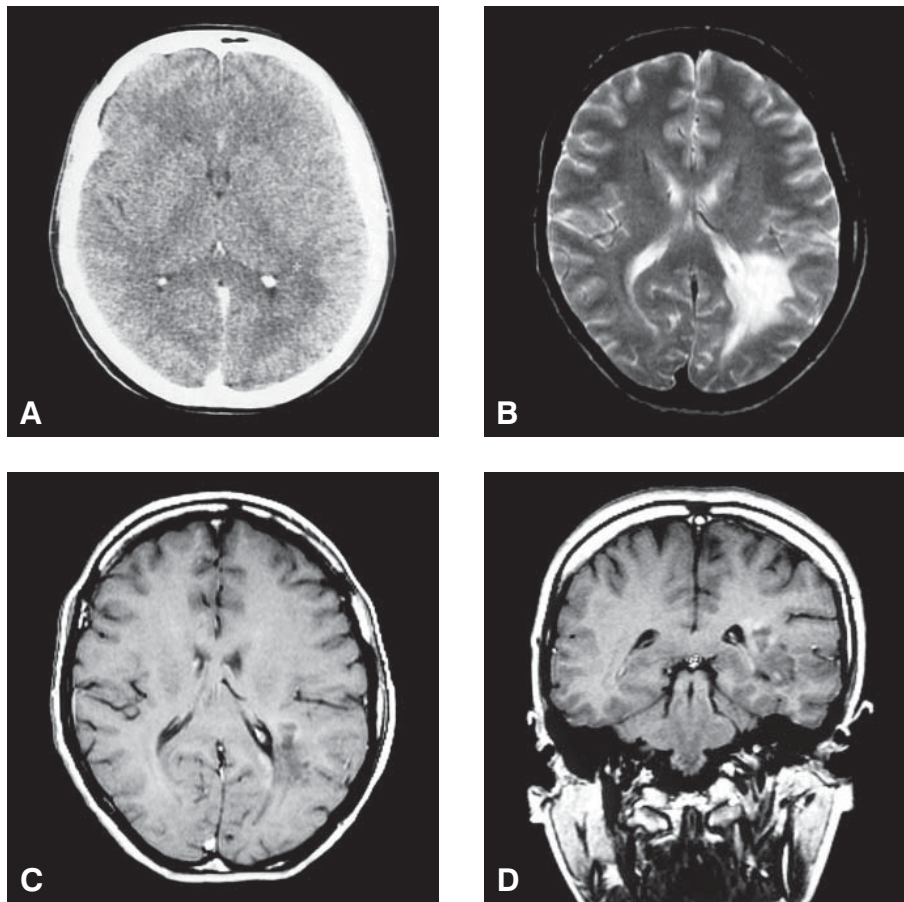
charakteryzują się podwyższonym współczynnikiem osłabienia, obecnością różnej wielkości torbieli i torbielek, drobnych zwapnień i hemosyderyny. Natomiast w obrazie MR guzy te cechują się zróżnicowanym sygnałem w obrazach PD- i T_2 -zależnych oraz w sekwencji FLAIR. Wyściółczak ulega niejednorodnemu wzmocnieniu kontrastowemu w TK i MR. Guzy rosnące w komorze IV lub w okolicy otworów międzykomorowych (*plastic tumors*) często blokują odpływ płynu mózgowo-rdzeniowego, powodując wodogłowie. W przypadku tej lokalizacji należy wykluczyć obecność przerzutów guza do kanału kręgowego.

Zdecydowanie rzadszą odmianą wyściółczaków są **podwyściółczaki** (*subependymoma*, *subependymal astrocytoma*), spotykane najczęściej w ścianie komór bocznych bądź komory IV (ryc. 10A, B).

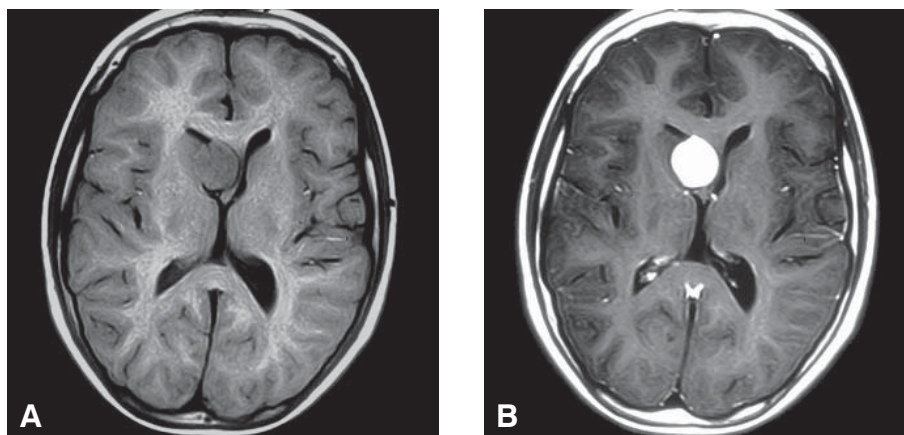
Brodawczak splotu naczyniówkowego (WHO I°)

Brodawczak splotu naczyniówkowego (*choroid plexus papilloma*) występuje przede wszystkim u dzieci i chorych w młodszej grupie wiekowej. Najczęstsza lokalizacja to komora boczna (trójkąt komo-

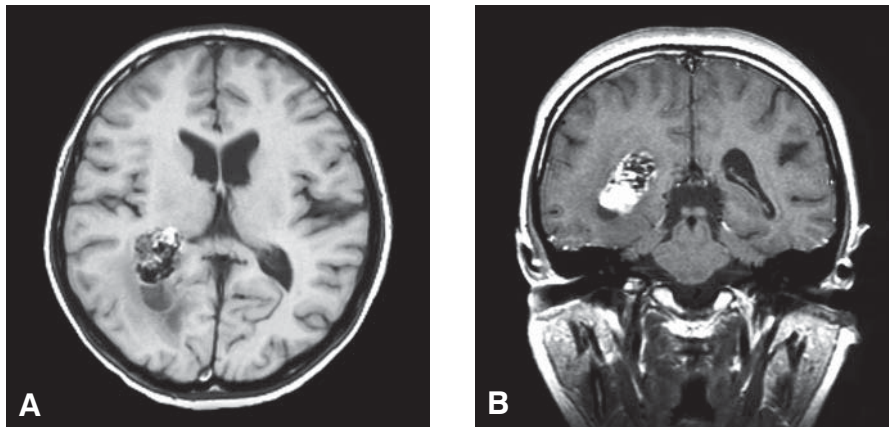
rowy), rzadziej — komory III i IV. Guz jest bardzo dobrze unaczyniony. Powoduje szybki rozwój wodogłowie, związany nie tylko z utrudnieniem krążenia płynu mózgowo-rdzeniowego, ale także z jego nadprodukcją (element różnicujący ten guz z wyściółczakiem). Brodawczak splotu naczyniówkowego w obrazach TK występuje jako jednorodny, izo- lub hiperdensyjny „brodawkowaty” guz w obrębie komór mózgu; rzadko w obrębie brodawczaka opisywane są torbiele. Obniżony współczynnik osłabienia obserwowany w okołokomorowej istocie białej odpowiada przenikaniu płynu mózgowo-rdzeniowego lub naciekaniu tkanek mózgowia (w przypadku brodawczakoraka). W badaniu MR brodawczak wykazuje niejednorodny niski sygnał w obrazach T_1 -zależnych oraz wysoki, z ogniskami braku sygnału, w obrazach T_2 -zależnych. Zróżnicowanie sygnału wiąże się z obecnością zmian wstecznych: zwapnień (ok. 20%), martwicy, jam pokrwotocznych i złogów hemosyderyny. Guz charakteryzuje bardzo silne jednorodne wzmocnienie kontrastowe, a także często masywne wodogłowie (ryc. 11A, B). Postać złośliwa — brodawczakorak — cechuje się naciekaniem mózgowia



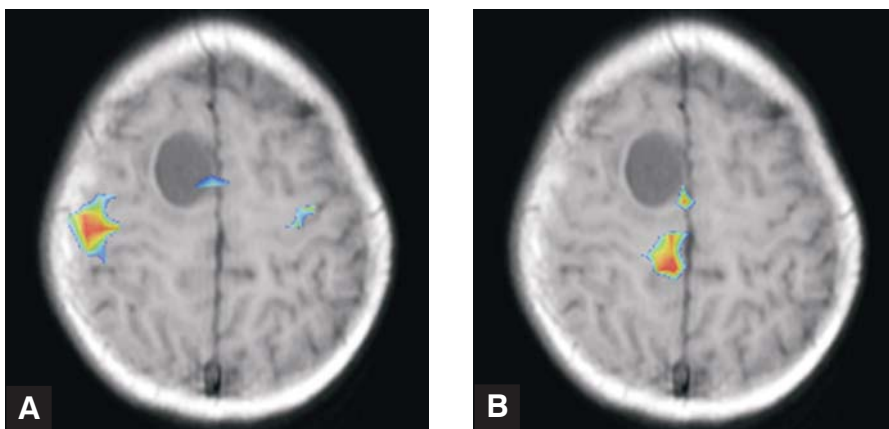
Rycina 9. Skąpodrzewiak (I°) u chorej w wieku 28 lat z bólami głowy (w ciągu ostatnich miesięcy 2 duże napady padaczkowe); obraz TK: hipodensyjne ognisko w okolicy skroniowo-potylicznej lewej półkuli mózgu, nieulegające wzmocnieniu kontrastowemu (A); MR w sekwencji SE, obrazy T_2 -zależne: hiperintensywne niejednorodne ognisko otoczone strefą obrzęku I° w sąsiedztwie lewego trójkąta komorowego (B); fragmentarycznie słabe wzmocnienie guza po podaniu środka kontrastowego; brak efektu masy (C, D)



Rycina 10. Gwiaźdzdziak podwysięciółkowy (I°) u chorej w wieku 21 lat od kilku lat skarżące się na bóle głowy; MR w sekwencji FSE, obrazy T_1 -zależne przed (A) i po wzmocnieniu (B) w wyniku podania Gd-DTPA: owalny, dobrze odgraniczony guz przylegający do stropu rogu czołowego prawej komory bocznej, ulegający silnemu wzmocnieniu kontrastowemu, niepowodujący odcinkowego poszerzenia komory i uciskający jej ścianę od zewnątrz, co wskazuje na jego lokalizację pozakomorową



Rycina 11. Brodawczak splotu naczyniówkowego (I°) u 37-letniej chorej z niedowidzeniem połowicznym lewostronnym, bólami i zawrotami głowy; obraz MR: guz o zróżnicowanej budowie, z drobnymi zwapnieniami i ogniskami krwotocznymi w obrębie trójkąta komorowego prawej komory bocznej; poszerzenie obwodowego odcinka rogu potylicznego komory bocznej prawej; przesiąkanie płynu do istoty białej płata potylicznego (A); silne wzmocnienie kontrastowe guza (B)



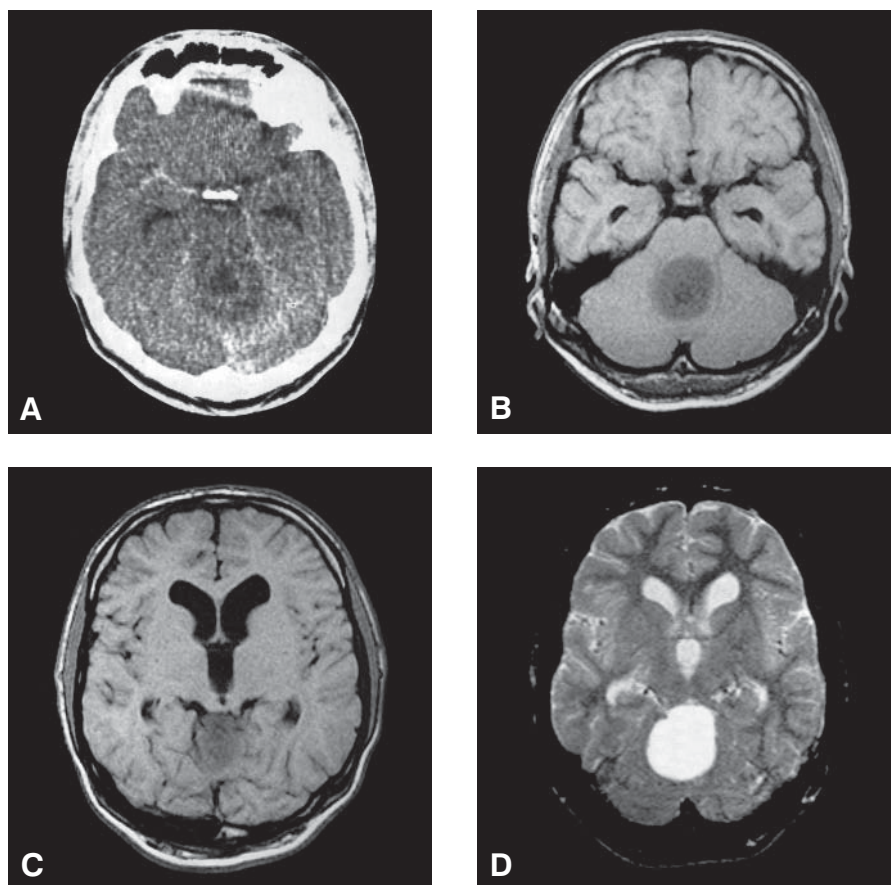
Rycina 12. Zwojakoglejak (I°) u 27-letniego pacjenta — guz prawej okolicy czołowej, położony przystrzałkowo (badanie wykonano w dniu poprzedzającym resekcję guza); w obrazie funkcjonalnego MR widoczne pola aktywacji korowej położone do tyłu od zmiany: A. Paradigmat łączenia palców prawej ręki; B. Ruchy lewą stopą

i zmianami wstecznymi, między innymi obecnością ognisk krwotocznych. Naciekanie ściany komory i tkanek mózgowia można ocenić w obrazowaniu MR po wzmocnieniu kontrastowym.

Zwojak, zwojakoglejak, desmoplastyczny zwojakoglejak dziecięcy, zwojakoglejak dysembrioplastyczny (DNET, *dysembryoplastic neuroepithelioma*), nerwiak komórkowy ośrodkowy, inne guzy neuronalno-glejowe

Są to guzy wewnątrzczaszkowe występujące stosunkowo rzadko. Zależnie od stopnia złośliwości uwiadcniają się w TK jako niewielkie ogniska hipodensyjne o gładkich zarysach lub izodensyjne, niewyraźnie ograniczone, zlokalizowane głównie w półkulach mózgu (powierzchnie), komorze III, pniu mózgu lub mózdzku; częstą lokalizacją jest płat skroniowy. W obrębie guza obecne są drobne

zwapnienia i torbiele. Mogą przybierać formę guza torbielowatego z przyściennym guzkiem, wtedy są praktycznie nie do odróżnienia w TK i MR od torbielowatych gwiazdziaków. W większości przypadków wzmacniają się jednorodnie w TK i MR. Guzy te często współistnieją z dysplazją korową, co może powodować trudności diagnostyczne. Rzadko występujący dysplastyczny zwojak mózdzku może współistnieć z chorobą Cowdena — fakomatozą charakteryzującą się występowaniem mnogich hamartomatów. Zwojakoglejak zarodkowy desmoplastyczny (DIG, *desmoplastic infantile ganglioglioma*) najczęściej występuje u dzieci i młodzieży w płatach skroniowych, czołowych i ciemieniowych jako torbielowaty guz o zróżnicowanym współczynniku osłabienia w TK i niejednorodnym sygnale w MR (ryc. 12A, B).



Rycina 13. Rdzeniak płodowy (IV^o) u chorego w wieku 18 lat, z kilkumiesięcznym wywiadem zaburzeń równowagi, oczopląsu i wymiotów; obraz TK: guz o niskich wartościach współczynnika osłabienia w obrębie górnego robaka mózdzku; zaciśnięcie zbiornika okolicy wcięcia namiotu mózdzku (A); MR w sekwencji SE, obrazy T₁- i T₂-zależne: guz wykazujący obniżenie intensywności sygnału w obrazie T₁-zależnym (B) oraz silny sygnał w obrazie T₂-zależnym (C); widoczne uciśnięcie komory IV oraz poszerzenie nadnamiotowego układu komorowego (D)

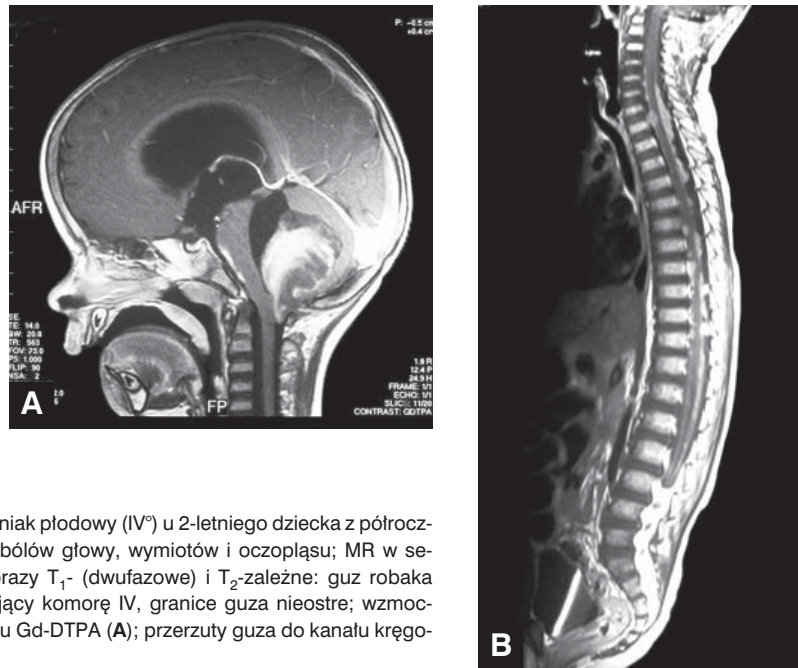
Rdzeniak płodowy (*medulloblastoma*) jest jednym z prymitywnych nowotworów neuroektodermalnych (PNET, *primary neuroectodermal tumor*); do tej grupy należą także między innymi: rdzeniak, nerwiak zarodkowy, wyściółczak zarodkowy i inne. Wszystkie te guzy wykazują podobny typ zmian histopatologicznych i cytogenetycznych.

Rdzeniak płodowy to najczęściej występujący nowotwór pochodzenia zarodkowego (70% przypadków). Guz wykazuje wysoki stopień złośliwości; występuje w 3 odmianach: rdzeniaka desmoplastycznego, olbrzymiokomórkowego oraz barwnikowego. Wszystkie te guzy mają silnie wyrażone cechy anaplazji i źle rokują. Najczęstszą lokalizacją jest tylny dół czaszki, szczególnie robak mózdzku (ok. 75%). Rdzeniak płodowy jest anaplastycznym, hiperdensyjnym w TK, jednorodnym guzem, zwykle owalnym, dość dobrze odgraniczonym i otoczonym strefą obrzęku; drobne zwapnienia spotykane są w około 20% przypadków. Naciekając strop

komory IV i sąsiednie struktury, w krótkim czasie prowadzi do wodogłowia. Guz ulega jednolitemu silnemu wzmocnieniu kontrastowemu w TK i MR. Podanie środka kontrastowego jest pomocne w wykrywaniu ognisk przerzutowych do kanału kręgowego, szerzących się drogą płynu mózgowo-rdzeniowego. Przerzuty do przestrzeni podpajęczynówkowej występują u około 50% pacjentów, dlatego wskazane jest wykonanie dodatkowego badania MR kanału kręgowego (ryc. 13, 14).

Nowotwory opon

Oponiaki (*meningioma*) to najczęściej spotykane niezłośliwe guzy wewnątrzczaszkowe wywodzące się z komórek pajęczynówki — *meningothelium*. Częściej występują u kobiet (hormonalna etiopatogeneza oponiaków) między 40. a 60. rokiem życia. Guzy te rosną ekspansywnie; najczęściej są szeroko związane z oponą twardą. Często przerastają oponę twardą i położoną w sąsiedztwie zatokę żył-



Rycina 14. Rdzeniaki płodowy (IV^o) u 2-letniego dziecka z półrocznym wywiadem bólów głowy, wymiotów i oczopląsu; MR w sekwencji FSE, obrazy T₁- (dwufazowe) i T₂-zależne: guz robaka mózdzku uciskający komorę IV, granice guza nieostre; wzmocnienie po podaniu Gd-DTPA (A); przerzuty guza do kanału kręgowego (B)

ną (istotny jest stosunek oponiaka do zatok żylnych, zwłaszcza do zatoki strzałkowej górnej i zatok żylnych tylnej jamy), a także okostną i śródkości kości sklepienia czaszki.

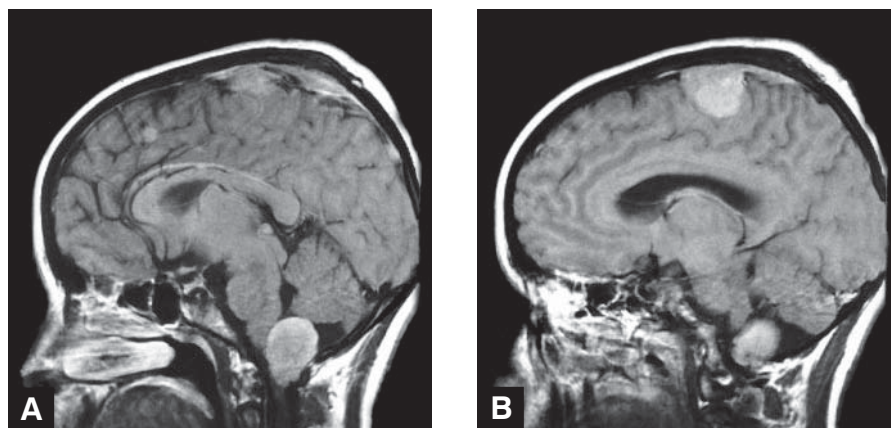
Oponiak jest widoczny w TK jako jednolita, hiperdensyjna zmiana ogniskowa, co jest uwarunkowane obniżoną zawartością wody w macierzy guza, bogatym unaczynieniem i/lub obecnością mikroskopijnych zwapnień; rzadziej występuje jako guz częściowo lub całkowicie izodensyjny. Oponiaki mogą być częściowo lub całkowicie zwapniałe. Są to dobrze ograniczone guzy o różnorodnym kształcie (okrągłe, policykliczne płatkowe lub płaszczyznowe — *en plaque*), a po podaniu środka kontrastowego ulegają intensywnemu wzmocnieniu. Rzadko przechodzą w postać złośliwą. Oponiaki anaplastyczne mają postać niewyraźnie ograniczonych ognisk o niejednorodnym wzmocnieniu kontrastowym, ze względu na obecność nacieku mięszszowego i stref odpowiadających martwicy. Obrzęk okołoguzowy jest zazwyczaj silnie wyrażony.

W badaniu MR w obrazach T₁-zależnych oponiaki zazwyczaj charakteryzują się nieco niższym sygnałem niż tkanka mózgu, natomiast w obrazach T₂-zależnych są hiperintensywne, o niejednorodnym sygnałe, rzadziej zaś hipointensywne, co wiąże się z obecnością drobnych zwapnień (zwłaszcza w oponiakach piaszczakowatych). Oponiaki ulegają silnemu wzmocnieniu po podaniu Gd-DTPA; częstym objawem jest zakontrastowanie przylegającej do guza nacieczonej opony (*tail sign*) (ryc. 15A, B).

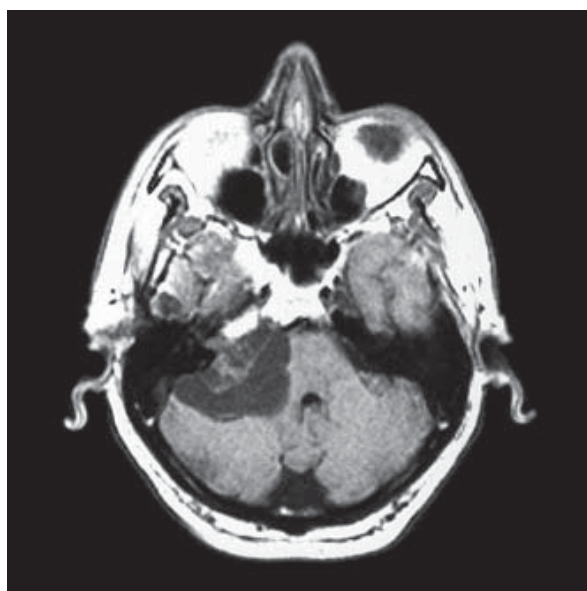
Nerwiaki

Nerwiak (*schwannoma*, *neurilemmoma*, *neurinoma*) w TK obrazuje się zwykle jako izodensyjny, ostro ograniczony guz ulegający silnemu, jednolitemu wzmocnieniu kontrastowemu. Nerwiaki o większych rozmiarach mogą zawierać torbiele lub zwapnienia. Nierzadko powodują zniekształcenie struktur tylnego dołu czaszki, przemieszczenie komory IV i zaciśnięcie zbiornika kąta mostowo-mózdzkowego, prowadząc do wodogłowia, oraz mogą uciskać pień mózgu. W przypadkach wzrostu guza w przewodzie słuchowym wewnętrznym można wykazać w TK poszerzenie przewodu oraz brzeżnych części piramidy kości skroniowej.

W MR nerwiaki wykazują jednorodny, izointensyjny sygnał w obrazach T₁- oraz podwyższony w obrazach T₂-zależnych i w sekwencji FLAIR. Ulegają one silnemu wzmocnieniu kontrastowemu, co umożliwia wykrycie małych nerwiaków położonych w przebiegu nerwów czaszkowych, w tym niewidocznych w TK guzów wewnątrzprzewodowych. Różnicując nerwiaki osłonkowe z nerwiakowłókniami (*neurofibroma*), należy wziąć pod uwagę topografię zmian (nerwiaki osłonkowe są częściej spotykane w nerwach czaszkowych niż w rdzeniowych), ich kształt (owalny w przypadku nerwiaków osłonkowych) oraz wzmocnienie kontrastowe (nerwiaki osłonkowe silniej się wzmocniają po podaniu środka kontrastowego). Postacie anaplastyczne mogą naciekać tkanki mózgowia (ryc. 16).



Rycina 15. Mnogie oponiaki u chorego w wieku 32 lat z zespołem mózdkowym (przed rokiem na podstawie badania TK rozpoznano oponiaka położonego przyszałkowo); MR, w sekwencji SE, obrazy T_1 -zależne po wzmocnieniu kontrastowym: **A.** Oponiak położony w linii środkowej na sklepiści mózgu, zwężający zatokę strzałkową górną; **B.** Nacieki opony w sąsiedztwie guza (*tail sign*); dwa, niewielkich rozmiarów, oponiaki w szczelinie międzykółkowej na wysokości brzozy i tylnego odcinka zatoki strzałkowej górnej; czwarty oponiak w otworze wielkim przemieszczający oraz uciskający rdzeń przedłużony i robaka mózdku

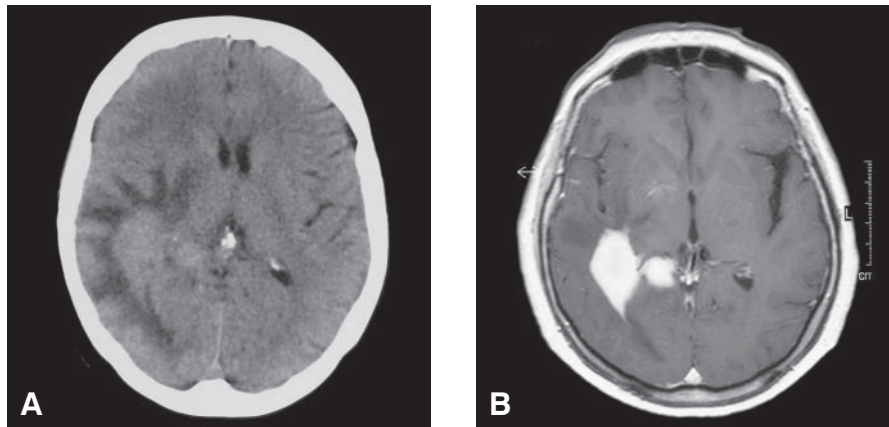


Rycina 16. Nerwiak u 42-letniego pacjenta z postępującym upośledzeniem słuchu, zawrotami głowy i oczopląsem; obraz MR: torbielowaty guz wypełniający prawy kąt mostowo-mózdkowy i poszerzony przewód słuchowy wewnętrzny; uciśnięcie struktur tylnego dołu czaszki wraz z komorą VI, niewielki obrzęk okołoguzowy w prawej półkuli mózdku

Chłoniak (*lymphoma malignum, non-Hodgkin lymphoma*) uwidacznia się w TK jako izo- lub słabo hiperdensyjne, lite ognisko, słabo ograniczone, zwykle z niewielkim otaczającym obrzękiem, które ulega intensywnemu, jednolitemu wzmocnieniu kontrastowemu. Chłoniaki w przebiegu zakażenia wirusem HIV mogą być pojedyncze lub mnogie. W MR widoczne są najczęściej jako hipointensywne w obrazach T_1 -zależnych i hiper- lub izointen-

sywne w obrazach T_2 -zależnych, z widoczną strefą obrzęku. Cechują się brzeżnym bądź jednorodnym, silnym wzmocnieniem kontrastowym (ryc. 17A, B).

Przerzuty nowotworowe do mózgu i mózdku (*metastases*) w 60–80% przypadków są ogniskami mnogimi, a w około 80% lokalizują się nadnamiotowo. Współczynnik osłabienia w TK i intensywność sygnału w MR zależą od typu tkanki guza, stopnia jego unaczynienia, obecności zmian wstecznych oraz ukrwotocznienia. Przerzuty pochodzenia nabłonkowego są zwykle hipodensyjne, ale niektóre guzy, na przykład: czerniak, nabłoniak kosmówkowy, gruczolakorak okrężnicy, kostniak mięsakowaty, mogą być źródłem przerzutów hiperdensyjnych, zawierających ogniska krwotoczne. W szybko rosnących i bogato unaczynionych guzach przerzutowych, na przykład czerniaka, raka nerki i tarczycy, stwierdza się krwotoki. Małe ogniska są zwykle okrągłe, o wyraźnych granicach i jednolitym wzmocnieniu, większe zaś w części centralnej zawierają obszar (hipodensyjny w TK, a w MR — hipointensyjny w obrazach T_1 -zależnych i w sekwencji FLAIR) odpowiadający martwicy. Przerzuty czerniaka zawierające melaninę wykazują podwyższony sygnał w obrazach T_1 - i obniżony w obrazach T_2 -zależnych. Większość ognisk przerzutowych cechuje się silnym wzmocnieniem kontrastowym, głównie torebki guza; słabsze wzmocnienie charakteryzuje przerzuty raka płaskonabłonkowego płuc. Typowa dla przerzutów jest wyraźnie zaznaczona strefa obrzęku oraz duży efekt masy. Odmienna symptomatologia cechuje wewnątrzczaszkowe zmiany w przebiegu białaczki, występujące w 3 for-



Rycina 17. Chłoniak ośrodkowego układu nerwowego u pacjenta w wieku 42 lat, leczonego od pół roku z powodu chłoniaka limfocytarnego (w ciągu ostatniego pół roku nasilenie bólów głowy, niedowład lewostronny); badanie przed i po terapii steroidami: **A.** Badanie dwufazowe TK; **B.** Badanie dwufazowe MR; guz tylnej okolicy skroniowej lewej, otoczony strefą palczastego obrzęku, ulegający silnemu jednorodnemu wzmocnieniu kontrastowemu; w obrazie MR po podaniu Gd-DTPA widoczna większa rozległość nacieku obejmująca półkulę przeciwną

mach: nacieków oponowych (jako wykładnik ostrej białaczki limfoblastycznej [aLL, *acute lymphoblastic leukemia*]), zmian guzowatych (*chloroma*) i zmian o typie zatorów wewnątrznaczyniowych komórkami nowotworowymi (zbliżone obrazem do *vasculitis*). W badaniu MR największą skutecznością w wykrywaniu ognisk przerzutowych cechuje się sekwencja FLAIR, która pozwala bezpośrednio różnicować przerzuty torbielowate, krwotoczne i ulegające rozpadowi z otaczającym je obrzękiem, zwłaszcza gdy są położone w typowej lokalizacji pogranicza korowo-podkorowego. Dodatkową zaletą FLAIR jest możliwość wykazania przerzutów naciekających opony i rakowatości opon miękkich, bez potrzeby podawania środka kontrastowego. Drugą metodą o wysokiej przydatności jest obrazowanie transferu magnetyzacji (MT, *magnetization transfer*) po podaniu pojedynczej dawki środka kontrastowego, której skuteczność diagnostyczna w wykrywaniu przerzutów jest porównywana ze standardową sekwencją SE, po zastosowaniu dawki potrójnej (ryc. 18) [10].

Guzy kanału kręgowego

W obrębie kanału kręgowego stwierdza się guzy o różnej budowie histopatologicznej, które cechują się predylekcją do zajmowania określonego położenia w kanale kręgowym i występowania u osób w określonych grupach wiekowych. Dlatego w diagnostyce różnicowej zmian rozrostowych bierze się pod uwagę położenie guza oraz wiek pacjenta.

Standardowo guzy kanału kręgowego klasyfikowane są, zgodnie ze swoim położeniem w obrębie kanału kręgowego, na guzy zajmujące przestrzeń

zewnątrzoponową oraz wewnątrzoponową. Dodatkowo guzy wewnątrzoponowe, ze względu na położenie, dzieli się na zewnątrzrdzeniowe oraz wewnątrzrdzeniowe.

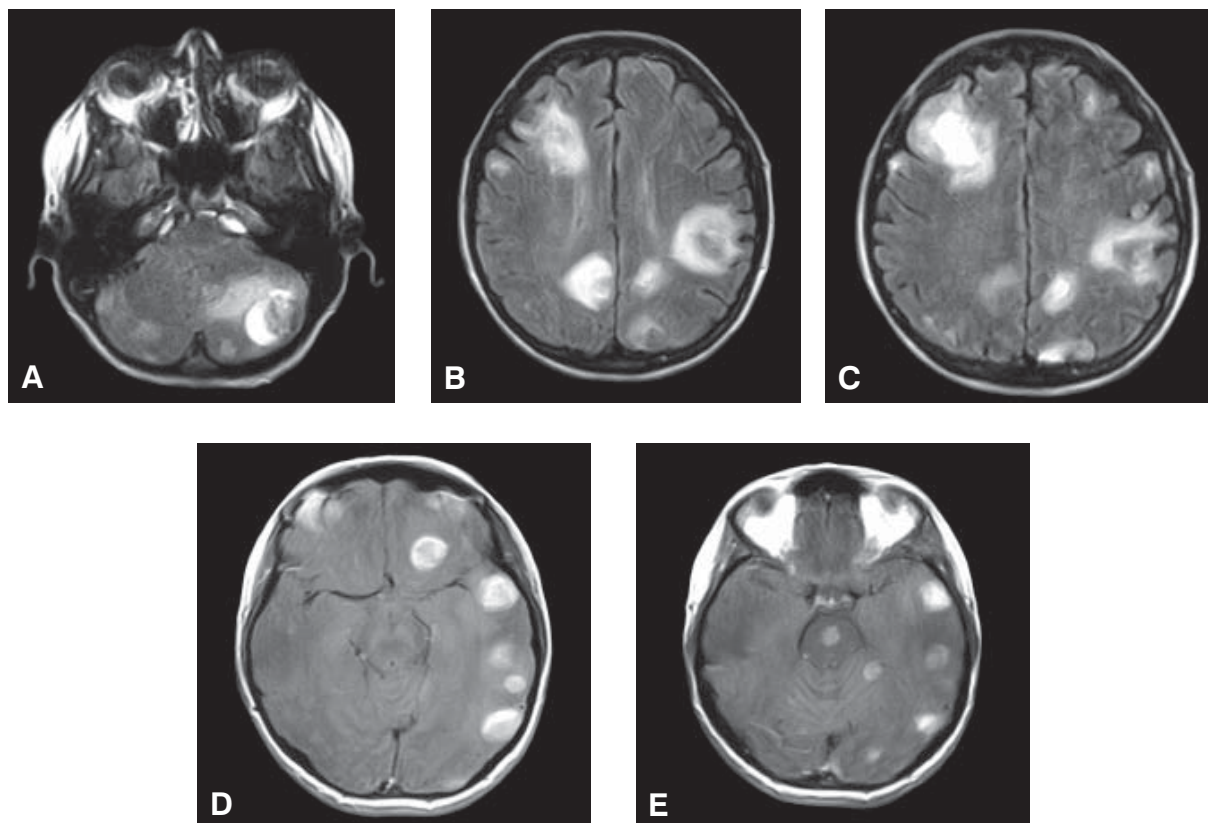
W grupie guzów wewnątrzoponowych zmiany zewnątrzrdzeniowe występują znacznie częściej (około 90%), natomiast zmiany wewnątrzrdzeniowe stanowią mniej niż 10% guzów.

Guzy wewnątrzoponowe wewnątrzrdzeniowe

W tej lokalizacji najczęściej spotykane są wyściółczaki i gwiaździki o niskim stopniu złośliwości histopatologicznej, rzadziej — naczyniaki płodowe oraz zmiany przerzutowe pochodzące z guzów OUN (PNET, *germinoma*, *ependymoma*) lub z guzów obwodowych (płuca, sutek, czerniak, chłoniak, rak nerki).

Wyściółczak

W grupie pacjentów dorosłych najczęściej występuje komórkowy typ wyściółczaka. Jest to wolno rosnący guz, wywodzący się z komórek wyściółkowych pokrywających kanał centralny. Jego centralne położenie powoduje symetryczne, wrzecionowate poszerzenie rdzenia kręgowego. Guz lokalizuje się zwykle w segmentach szyjnych i piersiowych. W badaniu MR obraz guza zależy od obecności jam wewnątrzguzowych i towarzyszących jam syringomieliicznych, a także krwawienia charakterystycznego dla wyściółczaków. Wyżej wymienione cechy wpływają na niejednorodność obrazów T_1 - i T_2 -zależnych, z typowym objawem *cap sign* zależnym od hemosyderyny; wyściółczaki ulegają wzmocnieniu kontrastowemu (ryc. 19).



Rycina 18. Przerzuty do mózgu u 46-letniej chorej z rozpoznaniem gruczolakorakiem płuca i objawami wzmożonego ciśnienia śródczaszkowego, po nagłej utracie przytomności; w obrazie MR po podaniu środka kontrastowego wzmocnienie ognisk, w tym zmiany leżącej w centralnej części górnego mostu



Rycina 19. Wyściółczak; płaszczyzna strzałkowa, obraz T₂-zależny

Gwiaździk

Najczęściej spotykanymi guzami wewnątrzrdzeniowymi u dzieci są gwiaździki pilocytarne (typ młodzieńczy), natomiast u dorosłych — gwiaździki włókienkowy. Punktem wyjścia guza jest boczna część rdzenia kręgowego, co powoduje jego asyme-

tryczne poszerzenie. Gwiaździki wewnątrzrdzeniowe częściej niż wyściółczaki pierwotnie są zmianą torbielowatą, a u dzieci często zajmują wszystkie segmenty rdzenia (gwiaździk typu *wholectord glioma*). Nie stwierdza się cech krwawienia wewnątrz guza. Gwiaździki wewnątrzrdzeniowe (choć są guzami o niskim stopniu złośliwości histologicznej) wykazują, często niejednorodne wzmocnienie kontrastowe. Wzmocnienie kontrastowe uwidacznia część litą guza oraz pozwala różnicować jamy syringomieliiczne i torbiele pochodzenia nowotworowego (ryc. 20).

Guzy wewnątrzpońonowe zewnątrzrdzeniowe

Najczęstszymi nowotworami o tej lokalizacji u dorosłych są nerwiaki i oponiaki. U dzieci guzy te zwykle występują w nerwiakowłókniakowatości typu 1 lub 2, sporadycznie pojawiają się pojedynczo.

Nerwiak osłonkowy

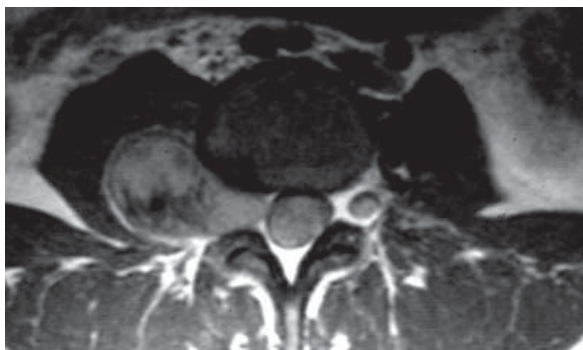
Nerwiak osłonkowy z reguły zajmuje odcinek piersiowy kanału kręgowego. Zmiana jest dobrze



Rycina 20. Gwiazdziak; płaszczyzna strzałkowa, obraz T_1 -zależny po podaniu środka kontrastowego



Rycina 22. Oponiak; płaszczyzna strzałkowa, obraz T_1 -zależny po podaniu środka kontrastowego



Rycina 21. Nerwiak; płaszczyzna poprzeczna, obraz T_1 -zależny po podaniu środka kontrastowego

ograniczona, otorebkowana, a w jej wnętrzu można stwierdzić cechy zwyrodnienia torbielowatego, krwawienia, hemosyderynę, ogniska martwicy.

Nerwiakowłókniak, w przeciwieństwie do nerwiaka, jest guzem nieotorebkowanym, słabo ograniczonym, rzadko w jego obrębie stwierdza się zwyrodnienie torbielowate i cechy martwicy. W odróżnieniu od nerwiaka nerwiakowłókniak może rosnąć poza otoczkę nerwu, naciekając sąsiednie struktury. Nerwiakowłókniki typu spłotowatego w 10–15% przypadków mogą ulegać przemianom złośliwej.

W 15–40% przypadków guzy otoczek nerwowych występują jako guzy klepsydrowate, powodując poszerzenie otworu międzykręgowego i zajmując przestrzeń wewnątrz- i zewnątrzoponową.

Nerwiaki mogą wykazywać bardziej niejednorodną intensywność sygnału w obrazach T_2 -zależnych, co wiąże się z obecnością zwyrodnienia torbielowatego, ognisk martwicy (ryc. 21).

Oponiak

Oponiak to drugi pod względem częstości guz u dorosłych (5. i 6. dekada życia). Najczęściej jest zlokalizowany bocznie w odcinku piersiowym kanału kręgowego lub w części przedniej w odcinku szyjnym. W badaniu MR oponiak wykazuje izointensywny sygnał w stosunku do rdzenia kręgowego, z wyjątkiem przypadków występowania zwągnięć w jego obrębie. Ze względu na bogate unaczynienie ulega homogennemu wzmocnieniu (ryc. 22). Wzmocnieniu ulega też opona w miejscu przylegania guza (*tail sign*). Kulisty guz powoduje zwykle przemieszczenie i ucisk rdzenia kręgowego oraz charakterystyczne poszerzenie przestrzeni płynowej wewnątrzoponowej poniżej i powyżej guza.

Nerwiakowłókniakowatość typu 1 i typu 2

Nerwiakowłókniakowatość typu 1 i typu 2 (ryc. 23) są najczęściej występującymi fakomatozami, o autosomalnie dominującym sposobie dziedziczenia. Są to choroby wielonarządowe, charakteryzujące się między innymi zajęciem ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego. Nerwiakowłókniki mnogie, nerwiakowłókniki o typie spłotowatym, wewnątrzrdzeniowo położone gwiazdziaki, jamistość rdzenia i meningocele to zmiany współistniejące



Rycina 23. Nerwiakowłókniakowatość typu 2 — liczne nerwiaki; płaszczyzna strzałkowa, obraz T₁-zależny po podaniu środka kontrastowego

z nerwiakowłókniakowatością typu 1 (NF1). Natomiast nerwiaki jako guzy mnogie, oponiaki, położone wewnątrzrdzeniowo wyściółczaki oraz jamistość rdzenia występują w nerwiakowłókniakowatości typu 2 (NF2, *neurofibromatosis type I*).

Wyściółczak śluzowo-brodawkowaty nici końcowej i ogona końskiego

Wyściółczak śluzowo-brodawkowaty nici końcowej i ogona końskiego to podtyp wyściółczaka,

zwykle zlokalizowany wewnątrzoponowo pozardzeniowo, obejmujący swym zasięgiem nic końcową i korzenie nerwowe. Jednak może też naciekać stożek rdzenia, przyjmując położenie wewnątrzrdzeniowe. W momencie rozpoznania często jest już guzem o wyjątkowo dużych rozmiarach, powoduje poszerzenie kanału kręgowego, nadżerki kostne i ubytki na tylnych zarysach trzonów kręgow. Obraz MR wykazuje wymienione wcześniej cechy typowe dla wyściółczaka.

Zmiany przerzutowe wewnątrzoponowe

Źródłem przerzutów u dorosłych mogą być guzy wewnątrzczaszkowe lub nowotwory systemowe (najczęściej sutka, płuc, czerniak, białaczka, chłoniak). Rozsiew drogą płynu mózgowo-rdzeniowego pierwotnego guza mózgu częściej stwierdza się w populacji dziecięcej i jest charakterystyczny dla rdzeniaka płodowego, wyściółczaka i glejaka niedojrzałego. Inne nowotwory wieku dziecięcego, będące źródłem przerzutów wewnątrzoponowych, to: mięsak Ewinga, nerwiak zarodkowy, chłoniak oraz białaczka.

Jednofazowe badanie MR nie pozwala na uwidocznienie przerzutów wewnątrzoponowych. Badaniem z wyboru jest rezonans magnetyczny z użyciem środka kontrastowego. Zmiany przerzutowe po wzmocnieniu kontrastowym mają różnorodny obraz — stwierdza się drobne guzki w przestrzeni podpajęczynówkowej, linijne lub guzkowe pogrubienie korzeni nerwowych, płaszczyznowe lub guzkowe wzmocnienie na powierzchni rdzenia lub obecność mas guzowych o różnej wielkości, powodujących niekiedy ucisk rdzenia kręgowego.

PIŚMIENNICTWO

1. Huk W.J., Gademann G., Friedmann G. i wsp. MRI of central nervous system diseases. Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg 1990.
2. Chang L., McBride D., Miller B.L. i wsp. Localized in vivo ¹H magnetic resonance spectroscopy and in vitro analyses of heterogeneous brain tumors. *J. Neuroimaging* 1995; 5: 157–163.
3. Kotitschke K., Jung H., Nekolla S. i wsp. High-resolution one- and two-dimensional ¹H MRS of human brain tumor and normal glial cells. *NMR Biomed.* 1994; 7: 111–120.
4. Usenius J.P., Kauppinen R.A., Vainio P.A. i wsp. Quantitative metabolite patterns of human brain tumors: detection by ¹H NMR spectroscopy in vivo and in vitro. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 1994; 18: 705–713.
5. Walecki J., Grieb P., Chojnacka E. i wsp. Spektroskopia protonowa MR guzów wewnątrzczaszkowych *in vivo*. *Pol. Przegl. Radiol.* 1998; 63: 225–232.
6. Walecki J. Postępy neuroradiologii. PFUN, Warszawa 2007: 271–318.
7. Zakrzewski K. i wsp. Nowotwory mózgu wieku dziecięcego. Czelej Sp. z o.o., Lublin 2004.
8. Essig M., Hawighorst H., Schoenberg S.O. i wsp. Fast fluid-attenuated inversion-recovery (FLAIR) MR in the assessment of intraxial brain tumors. *J. Mag. Imaging* 1998; 8: 789–798.
9. Henkelman R.M. High signal intensity in MR image of calcified brain tissue. *Radiology* 1991; 179: 199–206.
10. Kurki T., Lundborn N., Valtonen S. Tissue characterization of intracranial tumors: the value of magnetization transfer and conventional MR. *Neuroradiol.* 1995; 37: 515–521.