

# Badania obrazowe oczodołu

Gabriela Szatmary, MD, PhD

Neuro-Ophthalmology Clinic,  
Division of Neurology,  
Department of Medicine,  
Hattiesburg Clinic,  
Stany Zjednoczone  
Neuro-Ophthalmology Clinic,  
Department of Ophthalmology,  
Semmelweis University, Węgry

Adres do korespondencji:  
Neuro-Ophthalmology Clinic,  
Division of Neurology,  
Department of Medicine,  
Hattiesburg Clinic,  
415 South 28th Avenue,  
Hattiesburg, MS 39402.

e-mail: gabriella.szatmary@  
hattiesburgclinic.com

Neurol Clin 2009, 27: 251-284

Neurologia po Dyplomie  
2010; 5 (1): 66-95

**SŁOWA KLUCZOWE:** oczodół, obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego, tomografia komputerowa, koherentna tomografia optyczna, angiografia fluoresceinowa, badanie metodą kolorowego doplera, ultrasonografia

Niniejszy artykuł zawiera przegląd chorób oczodołu oraz technik stosowanych w ich diagnostyce. W pierwszej kolejności omówiono budowę anatomiczną oczodołu. Następnie przedstawione zostały niektóre techniki obrazowania, ze szczególnym naciskiem na badanie magnetycznego rezonansu jądrowego (MR) jako najczulsze w diagnostyce chorób z dziedziny neurooftalmologii. W kolejnej części dokonano przeglądu objawów, które mogą wskazywać na konieczność przeprowadzenia badań obrazowych oczodołu. Wreszcie, na koniec omówiono typowe dla poszczególnych schorzeń nieprawidłowości w wynikach badań obrazowych. Nie przedstawiono tutaj szczegółowego opisu objawów, epidemiologii i strategii leczenia – zainteresowanym czytelnikom poleca się literaturę dodatkową.<sup>1,2</sup>

## Anatomia

### OCZODÓŁ – CZĘŚĆ KOSTNA

Oczodół jest strukturą przestrzenną piramidowego kształtu, której podstawa skierowana jest do przodu, a szczyt ku tyłowi. Jej boczne i przyśrodkowe ściany, stykając się ze sobą w szczycie, tworzą kąt około 45 stopni. Przyśrodkowe ściany obu oczodołów ułożone są w stosunku do siebie równolegle i zbudowane z cienkich blaszek kostnych – blaszek papierowatych (lamina papyracea). Kanały wzrokowe łączą szczyt oczodołów z środkowym dołem czaszki (tab. 1). Kanał wzrokowy ma średnicę około 3-4 mm i długość 5 mm (ryc. 1). Szczelina oczodołowa górna (superior orbital fissura, SOF) znajduje się pomiędzy tylnoboczną i górną ścianą oczodołu i ograniczona jest przez mniejsze i większe skrzydło kości klinowej. Szczelina oczodołowa górna także łączy oczodół z dołem środkowym czaszki. Przechodzą przez nią nerwy i naczynia krwionośne (tab. 1). Grzbiet kostny, który oddziela nerw wzrokowy od szczeliny oczodołowej górnej, nazywany jest przęsłem wzrokowym (optic strut). Szczelina oczodołowa dolna, położona na granicy bocznej i dolnej ściany, łączy oczodół z dołem skrzydłowo-podniebiennym (tab. 1, ryc. 2). Oczodół jest wyścielony przez okostną oczodołu (periorbita), która z przodu łączy się z okostną brzeżną oczodołu i przegrodą oczodołową. W tylnej części oczodołu okostna zlewa się z osłonką nerwu wzrokowego i ściśle przylega do kostnej ściany kanału wzrokowego. Przegroda oczodołowa jest cienką błoną włóknistą, która ogranicza oczodół z przodu i stanowi granicę pomiędzy zewnątrz-oczodołową przestrzenią przedprzegrodową i zaprzegrodową. Przegroda jest więc istotnym radiologicznym punktem wskaźnikowym, który pozwala określić, czy proces chorobowy obejmuje oczodół. W obrębie kostnych elementów oczodołu istnieje kilka słabych punktów. W tych miejscach uszkodzenia mechaniczne, infekcja lub nacieki nowotworowe mogą wnikać do dobrze chronionych przestrzeni wewnątrz oczodołu. Dolna ściana oczodołu i otwór podoczodołowy za-

TABELA 1. GŁÓWNE STRUKTURY ANATOMICZNE ORAZ NACZYNNIA I NERWY OCZODOŁU O ISTOTNYM ZNACZENIU NEUROLOGICZNYM

Szczelina oczodołowa górna	Kanał nerwu wzrokowego	Szczelina oczodołowa dolna
Nerwy czaszkowe: III, IV, V/1, VI	Nerw wzrokowy	Splot żylny od żyły ocznej dolnej do splotu skrzydłowego
Splot szyjny współczulny	Tętnica oczna	Tętnica szczękowa wewnętrzna
Żyła oczna górna		Nerw jarzmowy
Żyła oczna dolna		Nerw podoczodołowy

wierający nerw podoczodołowy to miejsca, które często mogą ulegać mechanicznym uszkodzeniom – złamaniom rozprężającym (blow-out fractures) (ryc. 3). Złamania rozprężające często obejmują także przyśrodkową ścianę oczodołu (ryc. 4). Błazka papierowata może zostać zniekształcona przez powiększony mięsień prosty przyśrodkowy (medial rectus, MR). Może to nastąpić na przykład w przebiegu orbitopatii tarczycowej. Innym obszarem często ulegającym uszkodzeniom jest kanał wzrokowy (ryc. 1). W miejscu tym mogą zachodzić procesy zapalne, demielinizacyjne lub niedokrwienne.

#### PRZEDZIAŁY W OBRĘBIE OCZODOŁU

Wnętrze oczodołu podzielone jest na cztery przedziały: gałkę oczną, przestrzeń zewnątrz- i wewnątrzstożkową (na zewnątrz i wewnątrz stożka mięśniowego ograniczonego przez cztery mięśnie proste i ich powięzie) oraz nerw wzrokowy.

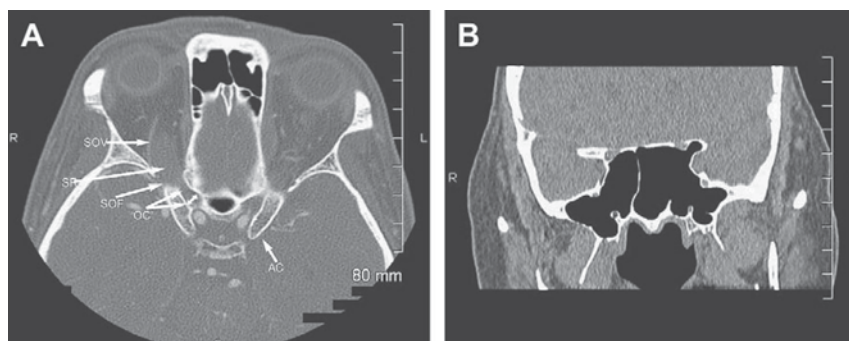
Gałka oczna jest otoczona przez torebkę Tenona (pochewkę gałki) – cienką błoniastą kieszeń, która oddziela gałkę od tkanki tłuszczowej zlokalizowanej w tylnej części oczodołu. Gałka oczna zbudowana jest z trzech warstw: twardówki (sclera), błony naczyniowej (uvea) oraz siatkówki (retina). W warunkach prawidłowych warstwy te ściśle do siebie przylegają, trudno jest więc rozróżnić je na obrazach magnetycznego rezonansu jądrowego.

Przestrzeń wewnątrzstożkowa wypełniona jest ochronną, amortyzującą wstrząsy mechaniczne wyściółką tłuszczową oraz zawiera gruczoły łzowe. Gruczoł łzowy zbudowany jest z dwóch części oddzielonych przez ścięgno mięśnia dźwiga-

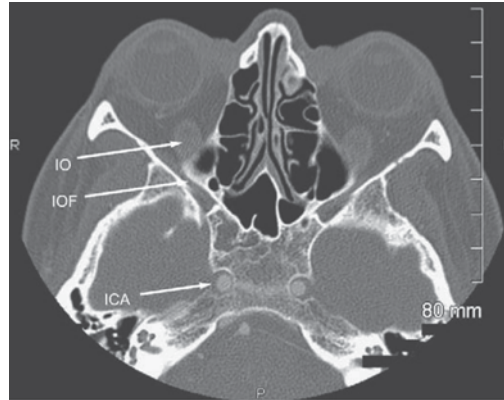
cza powieki górnej (musculus levator palpebrae). Większa część oczodołowa zlokalizowana jest w dole gruczołu łzowego (fossa glandulae lacrimalis). Część mniejsza nazywana jest częścią powiekową.

Przestrzeń wewnątrzstożkowa podzielona jest przez przegrodę międzymięśniową na część przednią i tylną. Przegroda międzymięśniowa jest krótkim pierścieniem utworzonym przez osłonki czterech mięśni prostych: przyśrodkowego, górnego, bocznego i dolnego, i otacza przednią część przestrzeni wewnątrzstożkowej. Tylna część przestrzeni wewnątrzstożkowej nie jest w pełni zdefiniowana. Pierścień ścięgniasty wspólny (pierścień Zinna) jest rodzajem więzadła położonego w szczycie oczodołu. Stanowi on przyczep czterech mięśni prostych, mięśnia skośnego górnego oraz dźwigacza powieki górnej. Przyczepy końcowe mięśni prostych znajdują się na gałce ocznej do tyłu od granicy rogówkowo-twardówkowej. Żyła oczna górna (superior ophtalmic vein, SOV) zbiera krew z twarzy za pośrednictwem żyły kątownej (ryc. 1) i wpada do zatoki jamistej. Przechodzi przez szczelinę oczodołową górną (tab. 1), tuż ponad mięśniem prostym górnym, układając się w kształt rozciągniętej litery S i kierując się od strony tylnobocznej do przednio-przyśrodkowej. W warunkach prawidłowych przepływ krwi zachodzi w kierunku zatoki jamistej. Jeśli żyły środkowe mózgu i hakowe drenują się do zatoki jamistej, przepływ krwi w żyłę ocznej górnej może być odwrócony. Jest to wariant anatomiczny.

Nerw wzrokowy podzielony jest na cztery odcinki: wewnątrzgałkowy, wewnątrzoczodołowy, biegnący w kanale



**RYCINA 1.** Prawidłowa anatomia ścian oczodołu. **A.** Badanie TK (projekcja poprzeczna) górnej części oczodołu z podaniem środka cieniującego. Okno kostne. Widoczny jest kanał nerwu wzrokowego (OC), wyrostek pochyły przedni (AC), szczelina oczodołowa górna (SOF), mięsień prosty górny (SR) i żyła oczna górna (SOV). **B.** Badanie TK w płaszczyźnie czołowej, okno kostne, na poziomie kanału wzrokowego.



**RYCINA 2.** Prawidłowa anatomia dolnej części oczodołu. Badanie TK w projekcji poprzecznej górnej części oczodołu z podaniem środka cieniującego. Okno kostne. Widoczna jest szczelina oczodołowa dolna (IOF), mięsień skośny dolny (IO) i tętnica szyjna wewnętrzna (ICA).

wzrokowym i wewnątrzczaszkowy. Zewnętrzna osłonka nerwu wzrokowego odpowiada oponie twardej i ściśle przylega do kostnej ściany kanału wzrokowego. Ponadto osłonka zewnętrzna przylega do przyczepów mięśni prostego górnego i przyśrodkowego i przechodzi przez pierścień Zinna na poziomie otworu wzrokowego. Te stosunki anatomiczne są przyczyną charakterystycznego bólu przy ruchach gałek ocznych w przebiegu zapalenia nerwu wzrokowego. Pajęczynówka otacza odgałęzienia naczyń środkowych siatkówki. Żyła środkowa siatkówki wraz z tętnicą środkową siatkówki przebiega wewnątrz nerwu wzrokowego. Łączy się ona z żyłą oczną górną, lub wpada bezpośrednio do zatoki jamistej. Pośrednie oraz wewnętrzne warstwy pajęczynówki tworzą połączenia z wewnątrzczaszkową przestrzenią podpajęczą. W prawidłowych warunkach może dojść do poszerzenia proksymalnej części osłonki nerwu wzrokowego (ampulla). Nerw wzrokowy w odległości około 4 mm od części środkowej tylnego bieguna gałki ocznej przebija blaszkę sitową twar-

dówki (lamina cribrosa), tworząc tarczę nerwu wzrokowego (optic nerve head). Nerw wzrokowy w odcinku wewnątrz-oczodołowym biegnie w kierunku tylno-przyśrodkowym przez stożek mięśniowy czterech mięśni prostych do szczytu oczodołu, gdzie wnika do kanału wzrokowego. Odcinek ten ma długość 4-4,5 cm i lekko kręty przebieg.

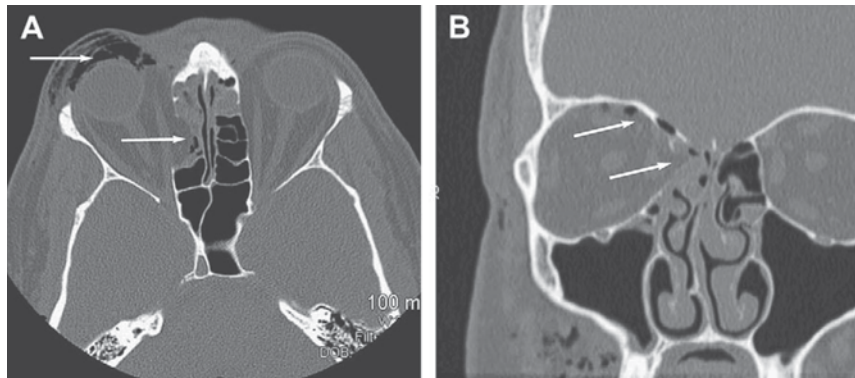
## Badania obrazowe oczodołu

### TOMOGRAFIA KOMPUTEROWA

Badanie tomografii komputerowej (TK) pozwala zmierzyć wartości absorpcji promieniowania dla różnych tkanek po ich ekspozycji na ściśle ukierunkowane promienie rentgenowskie.<sup>4</sup> Pozwala dokładnie uwidocznić zwapnienia, na przykład w przypadku druzów tarczy nerwu wzrokowego czy zwapniałych nowotworów, takich jak siatkówczak (retinoblastoma)



**RYCINA 3.** Po stronie lewej złamanie dna oczodołu z uwięzieniem mięśnia prostego dolnego (strzałka).

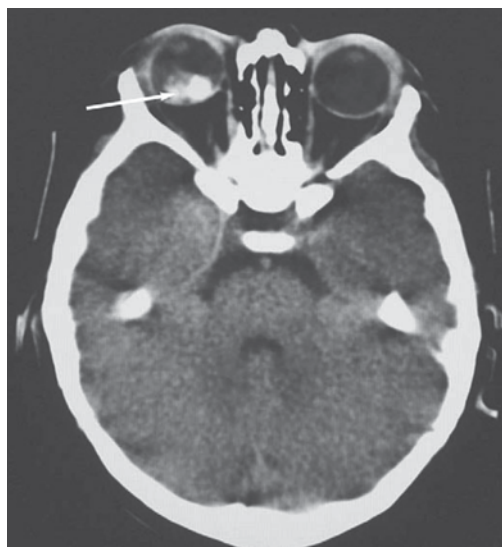


**RYCINA 4.** Złamanie przyśrodkowej ściany oczodołu typu blow-out (złamanie rozprężające). **A.** Badanie TK w projekcji poprzecznej z oknem kostnym wykazuje obecność powietrza podskórnie oraz złamanie blaszki papierowatej (lamina papyracea) z utratą przejrzystości przylegającej zatoki sitowej (strzałki). **B.** Badanie TK w projekcji czołowej na poziomie środka oczodołu z oknem kostnym wykazuje poszerzenie oczodołu i zatarcie granicy pomiędzy oczodołem a zatoką sitową.

(ryc. 5) i oponiak osłonki nerwu wzrokowego (optic nerve sheath meningioma, ONSM).<sup>5</sup> Tomografia komputerowa ma też jednak istotne ograniczenia, które utrudniają wizualizację kanału wzrokowego (tab. 2). W obrazowaniu oczodołu szczególne znaczenie ma oś równoległa do linii dolnooczdolowo-otworowej (infraorbitomeatal line) (umożliwiającej widok równoległy do osi oczodołu). Odpowiednia projekcja poprzeczna pozwala uwidocznic nerw wzrokowy, mięśnie prosty boczny i przyśrodkowy oraz soczewkę na jednej warstwie. Dokładną ocenę kanału wzrokowego umożliwiają obrazy wysokiej rozdzielczości o grubości 1 mm lub mniejszej w płaszczyźnie poprzecznej, strzałkowej i czołowej z odpowiednim oknem kostnym.

#### OBRAZOWANIE MAGNETYCZNEGO REZONANSU JĄDROWEGO

Obrazowanie magnetycznego rezonansu jądrowego (MR) jest metodą z wyboru w diagnostyce większości chorób neurooftalmologicznych.<sup>6,7</sup> Na dokładność obrazowania drobnych szczegółów i niewielkich patologii niekorzystnie wpływa duża zawartość tkanki tłuszczowej w obrębie oczodołu.<sup>8</sup> Zlokalizowana w tylnej części oczodołu jest źródłem silnego sygnału na obrazach T1 zależnych, co ogranicza precyzję badania także po podaniu gadolinowego środka cieniującego. Z tego powodu rutynowo stosowane są dwie techniki supresji sygnału tkanki tłuszczowej (fat suppression, FS): metoda STIR (short tau inversion recovery) oraz SPIR (selective partial inversion recovery). Obie techniki mogą być stosowane w obrazowaniu



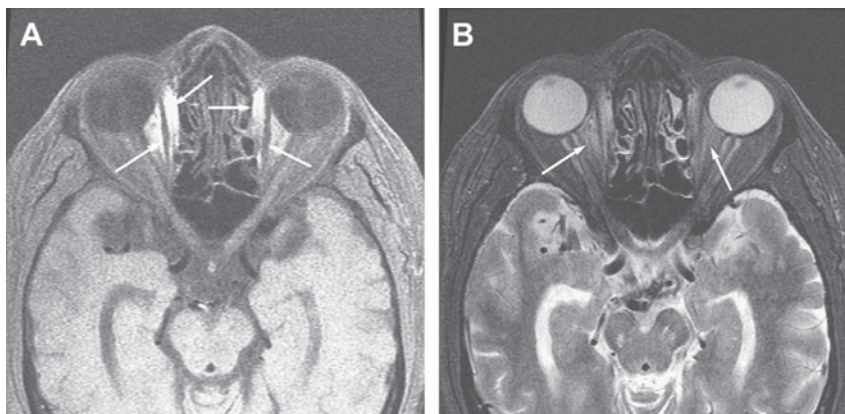
**RYCINA 5.** Siatkówczak prawego oka u dziecka z objawem białego refleksu źrenicznego (leukokoria). Badanie TK w płaszczyźnie porzeczej wykazuje obecność dużej, częściowo zwapniałej masy zlokalizowanej w tylnej części gałki ocznej, wyrastającej z siatkówki (strzałka).

TABELA 2. ZALETY I OGRANICZENIA BADANIA OCZODOŁU METODĄ TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ I MAGNETYCZNEGO REZONANSU JĄDROWEGO

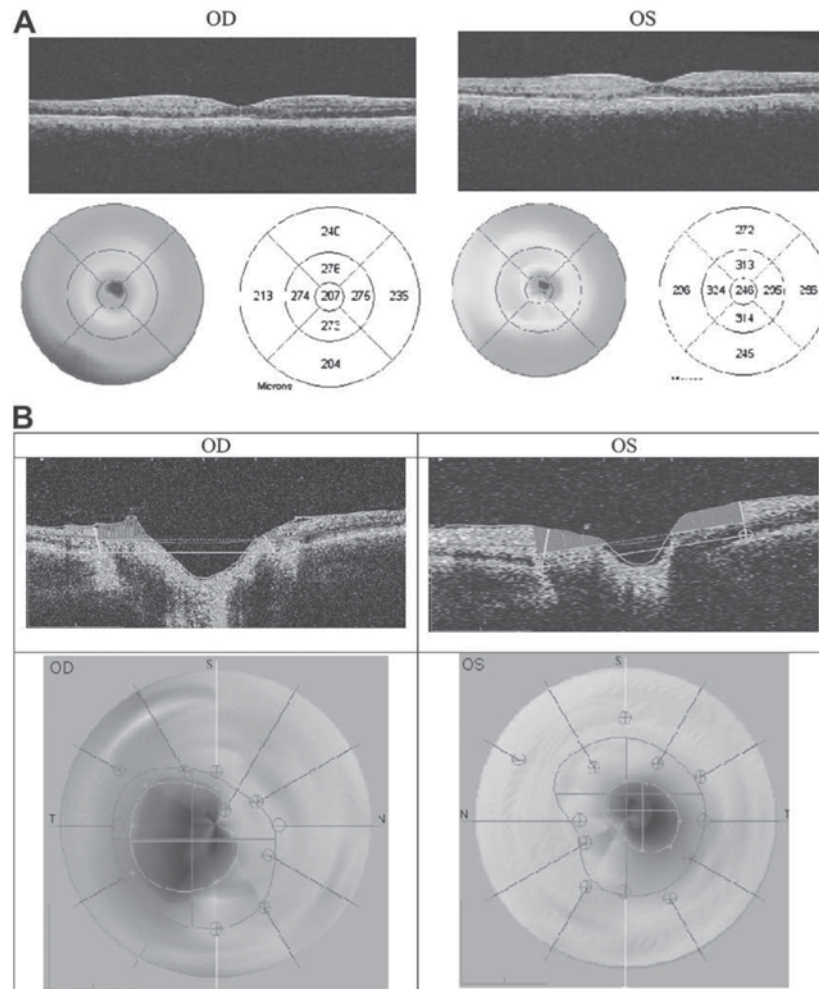
	TK	MR
Zalety	Dokładność obrazowania struktur kostnych i zwapnień, powietrza, zatok przynosowych i ciał obcych. Możliwość szybkiego tworzenia trójwymiarowych rekonstrukcji kości i naczyń	Wysoka czułość i swoistość w obrazowaniu nerwu wzrokowego i struktur naczyniowych, mięśni gałkoruchowych, tkanki tłuszczowej oczodołu, gruczołów łzowych i gałki ocznej
Ograniczenia	Artefakty związane z utwardzeniem wiązki (beam hardening), efekt uśredniania (partial volume effect), promieniowanie rentgenowskie	Artefakt związany z supresją sygnału tkanki tłuszczowej

w czasie T1 i T2 zależnym. Technika SPIR jest bardziej skuteczna, a jej działanie polega na odwróceniu sygnału tłuszczu bez zakłócania sygnału wody.<sup>9,10</sup> Obie metody pozwalają wykrywać drobne patologie, nawet jeśli są one okryte przez gęstą tkankę tłuszczową oczodołu. Ograniczeniem technik FS jest nasilenie artefaktów (ryc. 6) związanych z obecnością metalowych implantów lub wypełnień dentystycznych. Efektem jest wówczas nieprawidłowe hamowanie sygnału tkanki tłuszczowej. Wzmożenie intensywności sygnału tłuszczu może utrudniać identyfikację patologii. Kłopotliwe artefakty wiążą się także z obecnością przestrzeni powietrznych, np. zatoki klinowej. Jackson i wsp.<sup>11</sup> zastosowali w badaniach MR połączenie dwóch technik: FS oraz supresji sygnału wody (water suppression) – sekwencję SPIR/FLAIR. Metodę wykorzystano u 28 chorych oraz 6 osób z grupy kontrolnej. Stwierdzono większą użyteczność techniki łączonej w porównaniu ze stosowaniem wyłącznie metody SPIR i STIR. Autorka niniejszego artykułu sugeruje stosowanie w badaniach oczodołu obrazów wysokiej rozdzielczości (matryca 568 × 396, pole widzenia 170), w czasie T1 zależnym po podaniu gadolinowego środka cieniującego, z zastosowaniem techniki supresji sygnału tkan-

ki tłuszczowej (FS), w płaszczyźnie poprzecznej (osiowej) lub czołowej. Zastosowanie środka cieniującego pozwala odróżnić zmiany aktywne i nieaktywne, choć wzmocnienie kontrastowe nie jest zjawiskiem wysoko swoistym. W obrazowaniu oczodołu wykorzystywane są również inne techniki MR. Wu i wsp.<sup>12</sup> stosowali badanie dyfuzyjne (diffusion weighted imaging, DWI) oraz obrazowanie tensora dyfuzji (diffusion tensor imaging, DTI) w diagnostyce nerwu wzrokowego w mysim modelu zapalenia nerwu wzrokowego. Autorzy ci wykazali związek pomiędzy zmniejszoną dyfuzyjnością nerwu wzrokowego a stopniem nasilenia degeneracji włókien nerwowych (aksonów). Wydaje się więc, że badania dyfuzyjne (DWI i DTI) mogą być potencjalnie użyteczne w monitorowaniu terapii neuroprotektoryjnych w badaniach przedklinicznych u zwierząt, a w przyszłości być może także u ludzi.<sup>13</sup> Konwencjonalne badanie MR nie pozwala odróżnić trzech warstw ściany gałki ocznej: twardówki, błony naczyniowej i siatkówki. Breslau i wsp.<sup>14</sup> wykazali, że zastosowanie powierzchniowych cewek sektorowych (phase-array) pozwala uwidocznic na obrazie MR rogówkę, przednią i tylną komorę oka, siatkówkę i soczewkę wraz z torebką, ciało szkliste oraz elementy błony naczynio-



**RYCINA 6.** MR, artefakt związany z supresją sygnału tkanki tłuszczowej. **A.** Badanie MR w projekcji poprzecznej w czasie T1 zależnym w sekwencji FS (fat suppression) wykazuje nierównomierność supresji sygnału tkanki tłuszczowej w przyśrodkowych i bocznych częściach oczodołów (strzałki). Wyższa intensywność sygnału przyśrodkowo jest artefaktem, który może przypominać proces patologiczny. **B.** W badaniu MR w czasie T2 zależnym w sekwencji FS widoczny jest ten sam artefakt (strzałki).



**RYCINA 7.** Koherentna tomografia optyczna (OCT) u 28-letniego pacjenta z nawracającym samoistnym zapaleniem nerwu wzrokowego po stronie prawej. **A.** Badanie grubości plamki żółtej (dołka) oka prawego (OD) i lewego (OL) wykazuje ścieńczenie siatkówki w obrębie wszystkich kwadrantów dookoła dołka w oku prawym oraz prawidłową grubość siatkówki w oku lewym. **B.** Badanie OCT tarczy nerwu wzrokowego wykazuje zwiększenie stosunku średnicy zagłębienia do tarczy w oku prawym jako wyraz utraty warstwy włókien nerwowych (RNFL) siatkówki.

wej. Po podaniu środka cieniującego struktury naczyniowe (przede wszystkim naczyniówka) mogą być uwidocznione ze względu na silne wzmocnienie kontrastowe. Piccirelli i wsp.<sup>15</sup> opracowali technikę detekcji ruchu metodą magnetycznego rezonansu w celu badania skurczu mięśni gałkoruchowych. Z przodu oczodołu umieścili oni małą cewkę powierzchniową, co pozwoliło ocenić motorykę mięśni gałkoruchowych u osób zdrowych.

#### KOHERENTNA TOMOGRAFIA OPTYCZNA

Koherentna tomografia optyczna (optical coherence tomography, OCT) wykorzystuje światło o długości fali bliskiej podczerwieni (near infrared) do pomiarów grubości poszczególnych struktur oka. Możliwa jest ocena grubości warstwy włókien nerwowych siatkówki (retinal nerve fiber layer,

RNFL) oraz plamki żółtej (ryc. 7).<sup>16</sup> OCT pozwala wykryć utratę komórek zwojowych siatkówki w przebiegu chorób przedniej drogi wzrokowej, takich jak jaskra, niedokrwienna neuropatia nerwu wzrokowego, zapalenie nerwu wzrokowego i zmiany w okolicy skrzyżowania nerwów wzrokowych. Fischer i Balcer<sup>17</sup> wykazali, że grubość warstwy włókien nerwowych siatkówki jest ważnym markerem uszkodzenia aksonalnego w stwardnieniu rozsianym i wykazuje korelację z pogorszeniem ostrości wzroku.

#### ULTRASONOGRAFIA

Tradycyjne badanie ultrasonograficzne w trybie A- i B-mode pozwala odróżnić zmiany w mięśniach gałkoruchowych w przebiegu orbitopatii tarczycowej od miopatii innego pochodzenia.<sup>18</sup> Ponadto pozwala odróżnić rzekomy obrzęk tar-



**RYCINA 8.** Druzy nerwu wzrokowego w obu oczach (przedstawiono tylko oko lewe) u 5-letniego chłopca z przypadkowo wykrytym rzekomym obrzękiem tarczy nerwu wzrokowego. Badanie ultrasonograficzne w trybie B (B-mode) oka lewego wykazuje obecność obszaru o wysokim współczynniku załamania tuż przed cieniem nerwu wzrokowego.

czy nerwu wzrokowego od prawdziwego, uwidaczniając ukryte druzy (buried drusen) w obrębie tarczy (ryc. 8).

Obrazowanie metodą kolorowego doplera pozwala jednocześnie uzyskać obraz w trybie B-mode i przeprowadzić spektralną analizę doplerowską. Technika tą można dokładnie uwidocznić struktury naczyń tętniczych i żylnych. Jest pomocna w diagnostyce i monitorowaniu chorób naczyniowych, takich jak przetoka szyjno-jamista, żylaki oczodołu oraz unaczynienie guzów. Kotval i wsp.<sup>19</sup> wykazali, że w każdym przypadku przetoki szyjno-jamistej badanie doplerowskie pozwala na uwidocznienie arterializowanego, odwróconego przepływu krwi w żyłę ocznej górnej (SOV). Można ponadto wykryć przedprzegrodowe naczynia łączące o wysokim przepływie (preseptal shunts) oraz wtórne powiększenie mięśni gałkoruchowych.<sup>20</sup> Badanie doplerowskie pozwala nieinwazyjnie monitorować naturalny przebieg lub wyniki leczenia (embolizacja, zamknięcie) przetoki. Przy użyciu tej techniki wykazano, że żyłne naczyniaki jamiste oczodołu charakteryzują się prawie całkowitym brakiem przepływu.<sup>21</sup> Chłoniaki i guzy przerzutowe cechuje natomiast bardzo bogate unaczynienie tętnicze i żyłne. Knapp i wsp.<sup>22</sup> zbadali techni-

ką doplerowską zmiany przepływu krwi indukowane przez guz, które objawiają się przemijającą ślepotą, zależną od ruchów gałek ocznych. W tym wypadku badanie doplerowskie pozwala stwierdzić zaburzenia przepływu krwi związane z uciskiem na tętnicę środkową siatkówki. Wyniki badania doplerowskiego stanowią cenne uzupełnienie obrazowania tomografii komputerowej lub magnetycznego rezonansu jądrowego.

**ANGIOGRAFIA FLUORESCEINOWA**

Angiografia fluoresceinowa gałki ocznej pozwala na różnicowanie pomiędzy prawdziwym a rzekomym obrzękiem tarczy nerwu wzrokowego. W prawdziwym obrzęku w badaniu angiograficznym stwierdzić można przeciek fluoresceiny w późnej fazie angiografii. W obrzęku rzekomym tarcza nerwu ulega zabarwieniu, nie obserwuje się natomiast wycieku barwnika poza jej granice. W olbrzymiokomórkowym zapaleniu naczyń (giant cell arteritis, GCA) angiografia fluoresceinowa pozwala zidentyfikować niedokrwienie siatkówki i naczyńówki, które może być pierwszą oczną manifestacją tego schorzenia.<sup>23</sup>

**TABELA 3. OBJAWY SUGERUJĄCE PATOLOGIE OCZODOŁU**

Lokalizujące (wskazujące umiejscowienie patologii)	Nielokalizujące
Wytrzeszcz	Obustronny obrzęk tarczy nerwu wzrokowego
Obrzęk i przekrwienie spojówek	Obrzęk nerwu wzrokowego
Ból oka	Dwojenie
Zapadnięcie gałki ocznej	Bóle głowy
Niedowidzenie indukowane przez ruchy gałek ocznych	Uszkodzenie dośrodkowej drogi odruchu źrenicznego, źrenica Adiego
Niedomykanie powieki – poruszanie się powieki wolniejsze niż gałki ocznej przy patrzeniu w dół (objaw Graefego)	Ubytek pola widzenia
Jednostronny obrzęk tarczy nerwu wzrokowego	
Faldy naczyńówki lub siatkówki	
Naczynia łączące wzrokowo-rzęskowe	
Zespół drętwiejącego policzka	

## Objawy chorób oczodołu

Badania neuroobrazowe powinny być poprzedzone dokładną oceną objawów klinicznych. Wiele objawów bezpośrednio wskazuje na chorobę oczodołów (tab. 3). Większość pozostaje jednak w dużym stopniu nieswoista.<sup>24</sup>

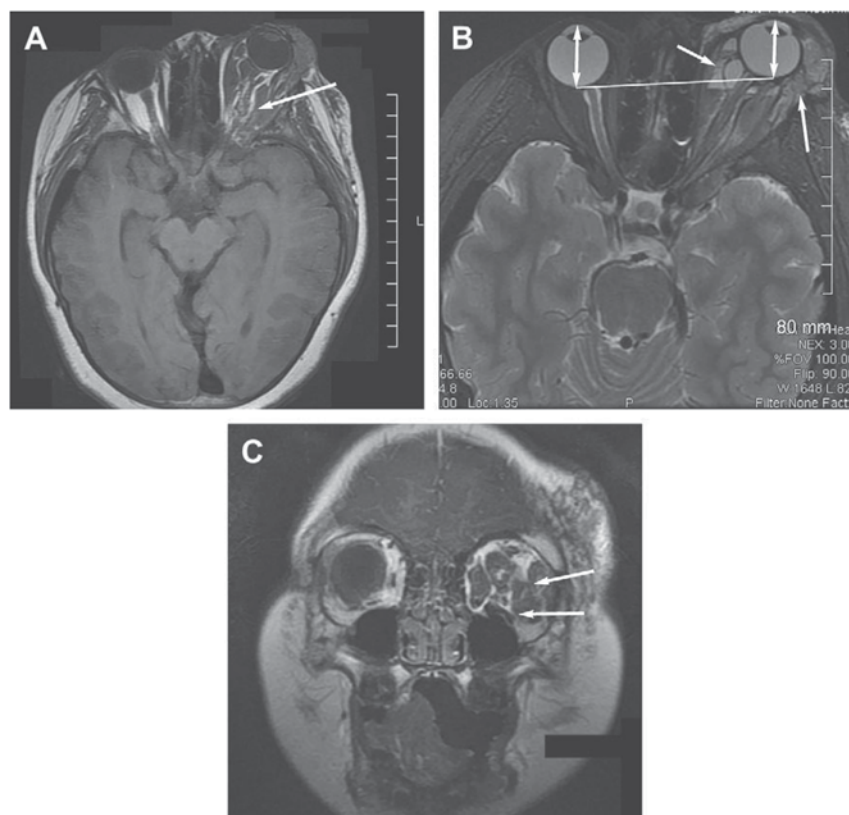
### OBJAWY LOKALIZUJĄCE

Wyrzeshcz gałki ocznej definiowany jest jako różnica w wysunięciu gałek ocznych ku przodowi większa niż 2 milimetry (ryc. 9). Wyrzeshcz sugeruje patologię wewnątrz oczodołu, szczególnie gdy towarzyszą mu takie objawy, jak nastrzyknięcie i obrzęk spojówek oraz ból oka. Ogólnie za patologię uznawane jest wysunięcie gałek ocznych ku przodowi większe niż 21 mm, choć istnieją różnice pomiędzy płcią i rasami. Rozróżniany jest wyrzeshcz osiowy (wysunięcie gałki ocznej do przodu) oraz pozaosiowy (boczny) (wysunięcie gałki ocznej w bok). Przyczyną wyrzeshczu osiowego są zmiany zlokalizowane wewnątrzszózkowo, takie jak glejak, naczyniak

żylny lub oponiak osłonki nerwu wzrokowego (ONSM). Wyrzeshcz pozaosiowy może być spowodowany zmianami zewnątrzszózkowymi obejmującymi kostne ściany oczodołu, gruczoł łzowy lub tkankę tłuszczową oczodołu. Wyrzeshcz pojawiający się okresowo może sugerować nieprawidłowości w budowie oczodołu lub zmiany naczyniowe, takie jak przetoka szyjno-jamista lub żyłak oczodołu.

Przekrwienie i obrzęk spojówki oraz powieki, szczególnie gdy towarzyszy im wyrzeshcz oraz ból oka (lub bóle głowy), sugerują patologie w obrębie oczodołu lub zatoki jamistej. Jeśli przekrwienie spowodowane jest obecnością krętych, tak zwanych arterializowaych naczyń żylnych, przyczyną może być przetoka szyjno-jamista.

Ból oka nasilający się przy ruchach gałki ocznej jest typowy, choć nie w pełni swoisty dla zapalenia nerwu wzrokowego. Zapalenie mięśni gałkoruchowych jest przyczyną dodatkowych objawów, takich jak dwojenie oraz nasilenie bólu przy patrzeniu w kierunku, w którym gałka oczna poruszana jest przez objęty zapaleniem mięsień.



**RYCINA 9.** Naczyniak limfatyczny u 7-letniego dziecka rozpoznany w wieku 6 miesięcy. **A.** Badanie w czasie T1 zależnym w projekcji poprzecznej wykazuje obecność dużej wewnątrzoczodołowej i przedprzegrodowej masy po stronie lewej (strzałka). **B.** Badanie w czasie T2 zależnym wykazuje wyrzeshcz pozaosiowy lewej gałki ocznej (poniżej wyniki pomiarów) w następstwie hiperintensywnego guza położonego wewnątrz- i zewnątrzoczodołowo (strzałki). **C.** Badanie w przekroju czołowym w czasie T1 zależnym z podaniem środka cieniującego przedstawia duży, częściowo usunięty guz nieulegający wzmocnieniu kontrastowemu (strzałki).



TABELA 4. NIEPRAWIDŁOWOŚCI W BADANIU KLINICZNYM I W BADANIACH OBRAZOWYCH CHARAKTERYSTYCZNE DLA CZTERECH

	Objawy kliniczne	MR		
		T1	T1-PG-FS	T2
<b>Kompresyjne</b>				
ONSM	Bezbolesna redukcja VA, wytrzeszcz	→	hom ↑	→
ONG	Wytrzeszcz osiowy, w NF1	→	hom ↑	hom ↑
Chtłoniak	Bezbolesny wytrzeszcz pozaosiowy	↑ do →	↑	↑
Nerwiak ostonkowy	Bezbolesny wytrzeszcz, w NF2	↓	↑	hete ↑
Nerwiakowłókniak	Wytrzeszcz osiowy, w NF1	→ do ↓	↑	hom ↑ hete
Czerniak	Postępująca utrata wzroku	↑	↑	↓
<b>Zapalne</b>				
Zapalenie nerwu wzrokowego	Ból przy ruchu gałki ocznej, ↓VA, RAPD	→ do ↑	↑	↑
Zapalenie okołonerwowe	Ból, prawidłowa VA, CV, VF	→ do ↑	ONS ↑	↑
TED*	Wytrzeszcz, obrzęk spojówki, dwojenie	→ do ↑	hete ↑ lub ↓	hete ↑ lub ↓
IOD	Ból przy ruchu gałki ocznej, wytrzeszcz	→	↑	↓
<b>Wrodzone</b>				
CPEO	Obustronne opadanie powiek, oftalmoplegia	hete ↑	Nie	→
<b>Naczyniowe</b>				
AION	Bolesne lub nie, obrzęk nerwu wzrokowego, RAPD	→	→ do ↑	→
CCF	Bolesny pulsujący wytrzeszcz	→	↑	↓
Zakrzepica	Bolesny wytrzeszcz, dwojenie	↓ lub ↑	Nie	↓ lub ↑

FA – angiografia fluoresceinowa, CV (color vision) – widzenie kolorów, hete – zmiana heterogenna, hom – zmiana homogenna, IOD (idiopathic orbital tomografia optyczna, ON (optic nerve) – nerw wzrokowy, ONS (optic nerve sheath) – osłonka nerwu wzrokowego, RAPD (relative afferent pupillary defect) w sekwencji FS (fat suppression) i po podaniu gadoliny, USG – badanie ultrasonograficzne, VA (visual acuity) – ostrość widzenia, VF (visual field) – pole zmiany hiperintensywna lub ulegająca wzmocnieniu kontrastowemu. \* Dokładna charakterystyka zmian w badaniu obrazowym omówiona w tekście.

Do ostrych objawów związanych z chorobą oczodołów należy współwystępowanie jedno- lub obustronnego przekrwienia oka oraz wytrzeszczu. Objawy te świadczą wówczas o świeżej patologii. W zależności od podstawowej przyczyny schorzenia mogą towarzyszyć im dwojenie, ból oka lub bóle głowy.

W badaniu klinicznym trudno jest określić przyczynę obrzęku tarczy nerwu wzrokowego.<sup>25</sup> Najczęstszym jednak powodem jednostronnego obrzęku tarczy nerwu wzrokowego bez utraty wzroku jest choroba oczodołu.

**OBJAWY NIESWOISTE**

Papilledema jest to obrzęk tarczy nerwu wzrokowego spowodowany przez wzrost ciśnienia wewnątrzczaszkowego. Obrzęk jest obustronny i towarzyszy mu zachowanie widzenia centralnego (dołkowego). Obustronny obrzęk tarczy nerwu wzrokowego wskazuje na konieczność szybkiej diagnostyki (patrz niżej, przy omówieniu samoistnego nadciśnienia śródczaszkowego).

Dwojenie jest objawem niecharakterystycznym, ponieważ może być spowodowane przez patologię zlokalizowaną na całej długości drogi wzrokowej – od mózgu po mięśnie gałkorrhucowe. Wzrost ciśnienia wewnątrzgałkowego przy próbie patrzenia w kierunku skrajnym może sugerować ucisk na gałkę oczną. Badaniem z wyboru jest wówczas MR oczodołów. Jeśli uszkodzenie ma charakter pourazowy, wskazane jest badanie TK z podaniem środka cieniującego.

## Choroby neurologiczne obejmujące oczodoły

Omówiono niektóre schorzenia obejmujące poszczególne przedziały oczodołu (tab. 4).<sup>26</sup> Niektóre patologie mogą przekraczać granice przedziałów. Wymieniono ich najbardziej typowe lokalizacje.

**NERW WZROKOWY**

**PATOLOGIE KOMPRESYJNE**

Samoistne nadciśnienie wewnątrzczaszkowe (idiopathic intracranial hypertension), wcześniej określane jako łagodne nadciśnienie śródczaszkowe, jest rozpoznaniem z wykluczenia.<sup>27</sup> Schorzenie to objawia się bólami głowy, przemijającymi zaburzeniami widzenia, szumami usznymi o charakterze pulsującym oraz obrzękiem tarcz nerwu wzrokowego. Rozpoznanie może być więc postawione po przeprowadzeniu pełnej diagnostyki obejmującej badanie MR mózgu i oczodołów oraz arteriografię MR z fazą żylną. Wyniki tych badań powinny być zasadniczo prawidłowe, mogą jednak wykazać: małe komory boczne, puste siodło oraz poszerzone osłonki nerwu wzrokowego z odwróceniem wypukłości tarczy nerwu wzrokowego (ryc. 10). Przy średnicy osłonki nerwu wzrokowego

## TYPÓW PATOLOGII OCZODOŁU

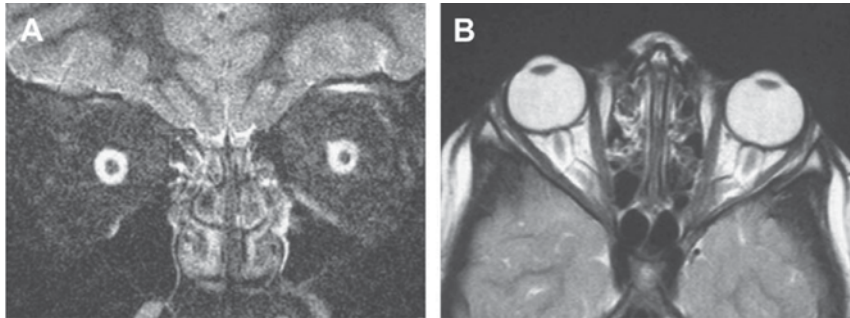
MR	TK/USG/OCT/FA
Wygląd zmiany	
Rozsiany, wrzecionowaty, guzkowy, płatowaty, wrzecionowaty gruczoł tżowy, zajęcie EOM, wewnątrz- lub zewnątrzstożkowe położenie, splotowata, naczyniowa, związana z odwarstwieniem siatkówki, T1↑, T2↑	TK: zwapnienia TK: poszerzenie OC, erozja kostna TK: brak zwapnień TK: otorebkowana, nieznacznie powiększona TK: hiperdensyjna, wzmacniająca się
Ogniskowe ścięczenie ON, ścięczona ONS Wrzecionowate EOM, bez zajęcia ścięgien, EOM ↑, zajęcie ścięgien	OCT: zanik RNFL (przewlekły)  USG: powiększenie EOM TK: wzmocnienie kontrastowe, USG: EOM
Zanik mięśnia górnego prostego i dźwigacza powieki górnej	FA: retinopatia barwnikowa
Zajęcie ON, możliwe wzmocnienie ↑SOV, ↑EOM brak sygnału ↑SOV, obecny sygnał	FA: niedokrwienie siatkówki i naczyniówki USG: mały lub duży przepływ TK: hiperdensyjna poszerzona SOV

dis order) – samoistne schorzenie oczodołu, Nie – brak wzmocnienia kontrastowego, OC (optic canal) – kanał nerwu wzrokowego, OCT – koherentna – względne uszkodzenie dośrodkowej drogi odruchu źrenicznego, TED (thyroid eye disease) – orbitopatia tarczycowa, T1-PG-FS – badanie w czasie T1, widzenia, ↓ – zmiana hipointensyjna lub o redukcji wzmocnienia kontrastowego, → zmiana izointensyjna, tak jak istota szara w danej sekwencji, ↑

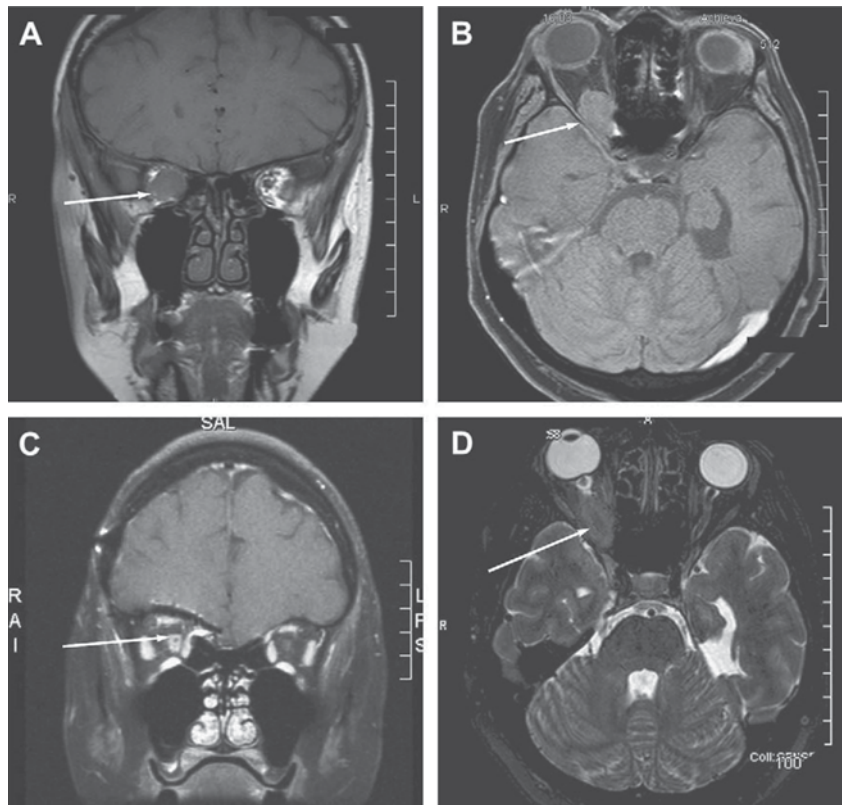
szerszej niż 5 mm istnieje statystycznie istotna korelacja pomiędzy szerokością osłonki a ciśnieniem wewnątrzczaszkowym mierzonym podczas zabiegu wentrykulostomii.<sup>28</sup>

Oponiak osłonki nerwu wzrokowego (ONSM) jest wolno rosnącym guzem, który rozwija się z komórek pajęczynówkowych kompleksu osłonki nerwu wzrokowego (ryc. 11). Może być też wewnątrzoczodołowym przedłużeniem oponiaka skrzydła kości klinowej (ryc. 12). Najczęstszymi objawami są bezbolesna stopniowa utrata wzroku, wytrzeszcz, obrzęk lub zblednięcie tarczy nerwu wzrokowego oraz obecność oczno-rzęskowych naczyń łączących (optociliary shunt vessels). Guzy te mogą być zwapniałe i badanie TK może wykazywać tak zwany objaw szyn tramwajowych (tram track sign). MR jest metodą z wyboru w diagnostyce oponiaków osłonki nerwu wzrokowego i pozwala ocenić stopień zajęcia kanału nerwu wzrokowego przez zmianę. Typowo uwidoczniona zostaje izointensyjna masa, która charakteryzuje się homogennością, znacznym lub umiarkowanym wzmocnieniem kontrastowym, otaczająca uciśnięty izointensyjny nerw wzrokowy. Zmiana może przybierać postać rozlanego, wrzecionowatego poszerzenia kompleksu osłonki (ONS) lub okrągłego, zewnętrznego guza, który powoduje przesunięcie nerwu wzrokowego. Oponiak jest trudny do odróżnienia od nerwiakowłókniaka lub naczyniaka jamistego, szczególnie gdy powoduje znaczną dyslokację nerwu wzrokowego.<sup>29</sup>

Glejak nerwu wzrokowego (optic nerve glioma, ONG) jest to wolno rosnący guz, który histologicznie jest gwiaździstym włosowatokomórkowym (pilocytarnym). Zlokalizowany może być wewnątrz gałki, na tarczy nerwu wzrokowego, wewnątrz oczodołu lub wewnątrz czaszki. Najczęstszym objawem glejaka wewnątrzoczodołowego jest wytrzeszcz osiowy występujący w 94% przypadków. Obustronny glejak nerwu wzrokowego jest patognomiczny dla neurofibromatozy typu 1 (NF1).<sup>30</sup> Co więcej, neurofibromatoza typu 1 występuje u 10-34% pacjentów, u których obecny jest ONG. MR jest metodą z wyboru w diagnostyce stopnia zaawansowania glejaka nerwu wzrokowego o lokalizacji wewnątrzoczodołowej, wewnątrzkanalowej lub wewnątrzczaszkowej. Skutkiem ONG może być powiększenie nerwu wzrokowego o charakterze płacikowym, wrzecionowatym lub tubularnym. Guz ten nie zawiera zwapnień. Badanie MR należy wykonać w czasie T1 zależnym przed i po podaniu środka cieniującego oraz w sekwencji FS (fat suppression) w celu dokładnego określenia uszkodzenia bariery krew-mózg w obrębie samego nerwu wzrokowego. Badanie w czasie T2 zależnym wykazuje znaczne, homogenne wzmocnienie intensywności sygnału w obrębie nerwu związane z wewnętrzną proliferacją astrocytów. Jest to wyrazem wzrostu guza wewnątrz nerwu. Obecność hiperintensyjnego obszaru otaczającego linijny rdzeń jest natomiast oznaką rozrostu okołonerwowego (ryc. 13). Zmiany



**RYCINA 10.** Samoistne nadciśnienie wewnątrzczaszkowe u 18-letniej kobiety objawiające się bólami głowy i przemijającymi zaburzeniami widzenia. **A.** Na obrazach w płaszczyźnie czołowej, w czasie T2 zależnym, w sekwencji FS widoczna jest symetrycznie pogrubiała osłonka nerwu wzrokowego. Nerw wzrokowy widoczny jest w kolorze szarym. **B.** Badanie w projekcji poprzecznej w czasie T2 zależnym przedstawia krętość nerwów wzrokowych z pogrubiałą osłonką oraz wpuklenie się nerwu wzrokowego w tylną część gałki ocznej, co jest przyczyną obrzęku tarczy nerwu wzrokowego (papilloedema). Ponadto w MR widoczne jest puste siodło.

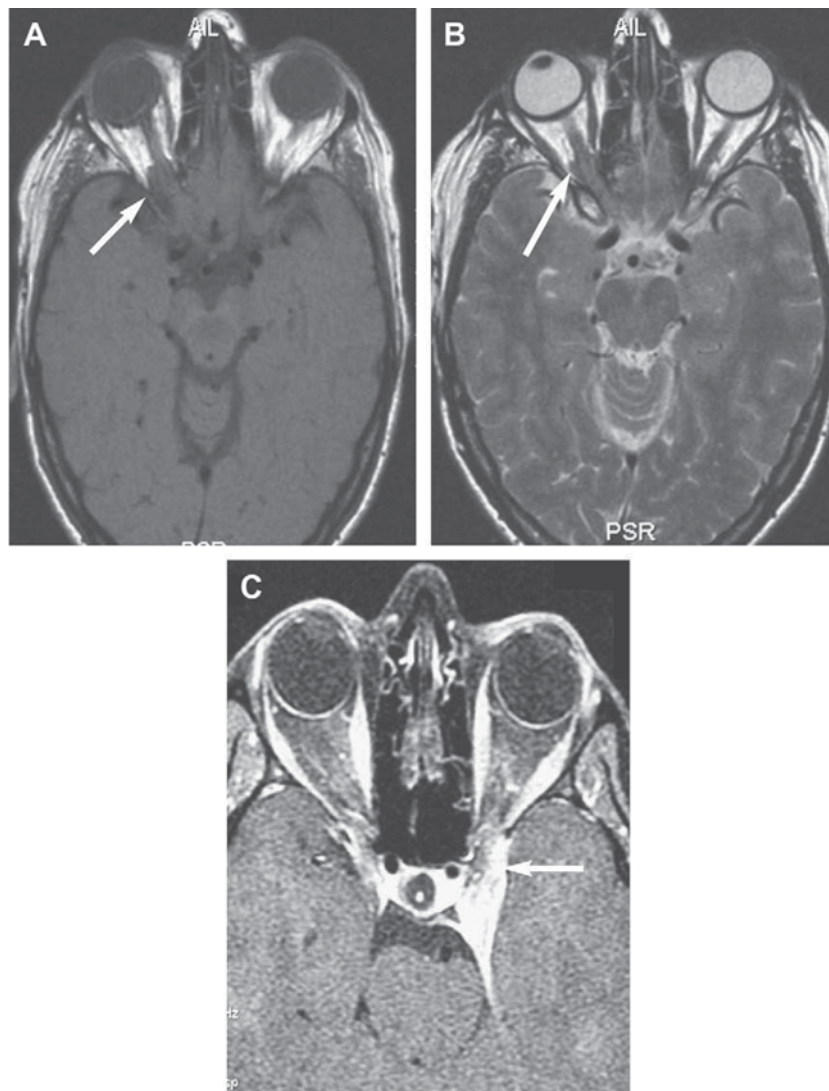


**RYCINA 11.** Oponiak osłonki nerwu wzrokowego (ONSM) u 52-letniej kobiety z postępującą bezbolesną utratą wzroku. **A.** Izointensywna masa na poziomie tylnego oczodołu widoczna jest w badaniu w czasie T1 zależnym w projekcji czołowej (strzałka). **B.** W badaniu MR w projekcji poprzecznej w czasie T1 zależnym uwidoczniło nieprawidłową masę w okolicy wierzchołka oczodołu (strzałka). **C.** Badanie MR w czasie T1 zależnym w sekwencji FS uwidoczniła ulegającą wzmocnieniu kontrastowemu zmianę otaczającą i uciskającą na nerw wzrokowy. **D.** MR w czasie T2 zależnym, w płaszczyźnie poprzecznej wykazuje obecność izointensywnego guza uciskającego tarczę nerwu wzrokowego, czego wynikiem jest obrzęk tarczy nerwu wzrokowego (strzałka).

w badaniu obrazowym są wynikiem nie tylko poszerzenia przestrzeni podpajęczynówkowej, ale także gliomatozy przestrzeni podpajęczynowej, często obecnej w przebiegu NF1.<sup>31</sup> Tomografia komputerowa oczodołu, szczególnie w płaszczyźnie

czołowej, pozwala ocenić stopień poszerzenia kanału wzrokowego i uszkodzenia jego struktury kostnej.

Naciek nerwu wzrokowego jest najważniejszą oftalmologiczną manifestacją białaczki, ponieważ prowadzi do zabu-



**RYCINA 12.** Oponiak guza siodła tureckiego wrastający do oczodołu (A, B) i zatoki jamistej (C). A. Badanie w czasie T1 zależnym, w projekcji poprzecznej wykazuje izointensywną masę w wierzchołku prawego oczodołu. B. Ta sama zmiana widoczna na obrazach w czasie T2 (strzałka). C. Badanie w sekwencji FS (STIR) uwidacznia oponiaka naciekającego lewą zatokę jamistą (strzałka). Pacjent z objawami lewostronnego zespołu okołosiodłowego z bólem w okolicy nadoczodołowej i częściowym porażeniem nerwu trzeciego.

rzeń widzenia i jest potencjalnie uleczalny. Białaczkowy naciek nerwu wzrokowego jest rzadkim objawem przewlekłej białaczki limfocytarnej. Częściej obserwowany jest w ostrej postaci choroby. Bezpośrednie naciekanie nerwu wzrokowego opisano także w guzie piersi oraz w chłoniaku. Było ono spowodowane karcynomatozą opony miękkiej.

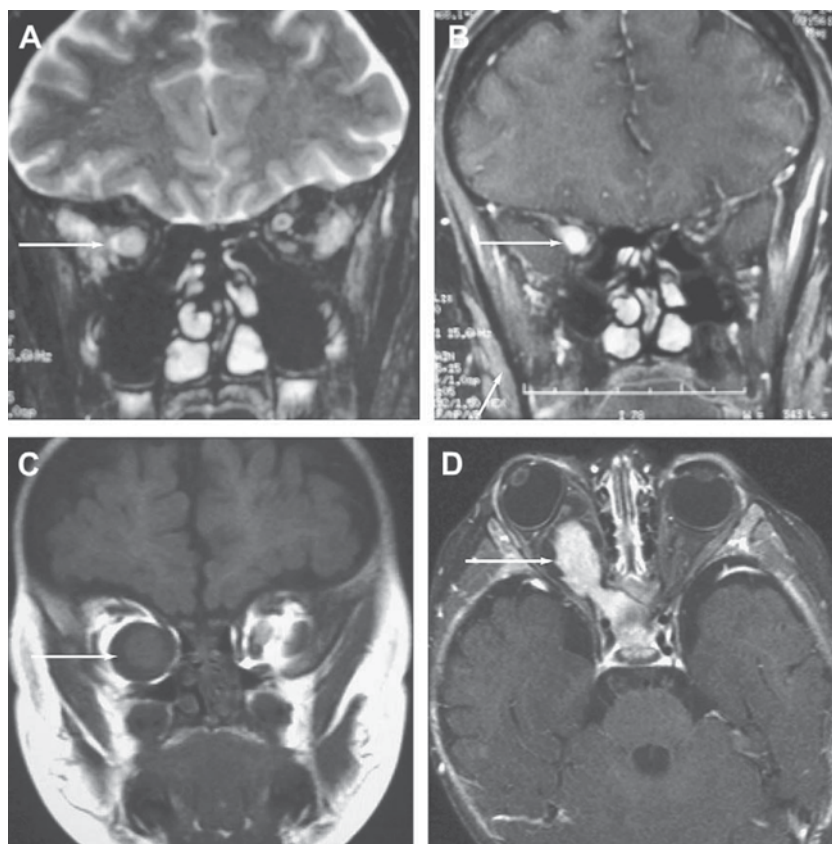
#### CHOROBY WRODZONE

Barboni i Carelli<sup>32</sup> zbadali 38 chorych z wrodzoną neuropatią nerwu wzrokowego Lebera oraz 75 osób z grupy kontrolnej metodą koherentnej tomografii optycznej. Wykorzystali protokół oceny grubości warstwy włókien nerwowych

siatkówki 3,4 mm dookoła tarczy nerwu wzrokowego (fast RNFL thickness scan acquisition protocol). Największe uszkodzenia stwierdzono w obrębie włókien skroniowych (pęczek brodawkowoplankowy). Uszkodzenie włókien nosowych wykazane zostało dopiero w późniejszym stadium choroby.

#### CHOROBY ZAPALNE

Zapalenie nerwu wzrokowego jest rozpoznawane na podstawie objawów klinicznych. Typowe jest względne uszkodzenie drogi dośrodkowej odruchu źrenicznego (relative afferent pupillary defect). Podłożem tego schorzenia w wypadku dzieci jest ostre rozsiane zapalenie mózgu i rdzenia,

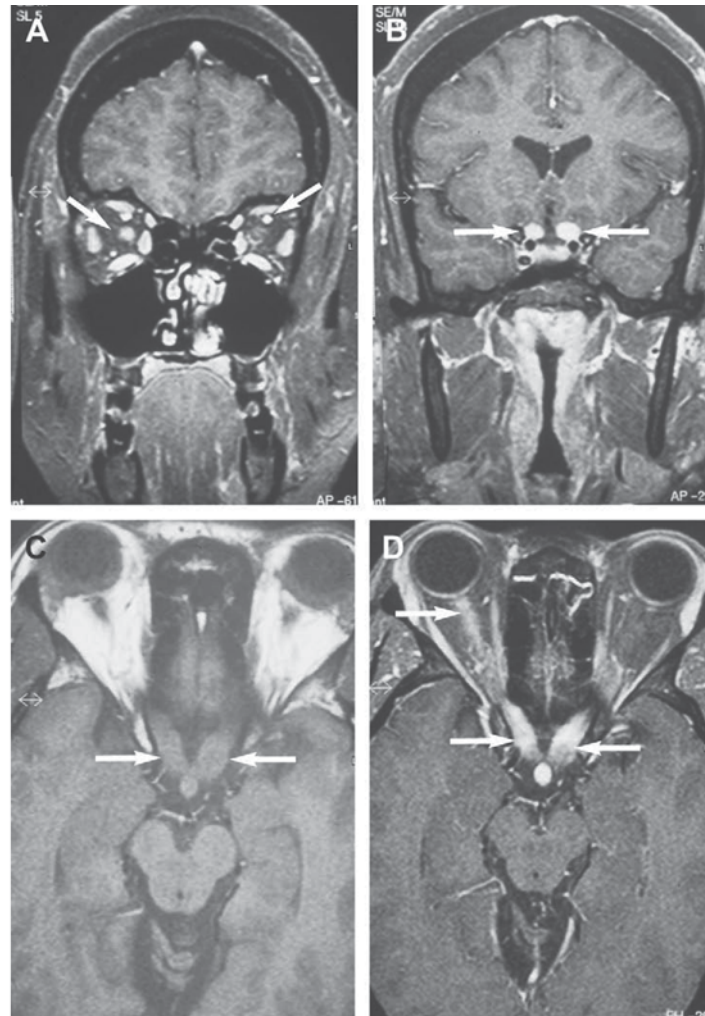


**RYCINA 13.** Glejak nerwu wzrokowego (ONG) w oku prawym. **A.** Badanie MR w projekcji czołowej, w czasie T2 zależnym, w sekwencji FS na poziomie wierzchołka oczodołu wykazuje powiększenie i wzmocnienie intensywności sygnału nerwu wzrokowego. **B.** W badaniu w czasie T1 zależnym, w sekwencji FS widoczne jest istotne wzmocnienie kontrastowe guza (strzałka). **C.** Duży izointensywny guz widoczny na obrazie w czasie T1 zależnym. **D.** Homogennie wzmocniający się po podaniu środka cieniującego guz, który przemieszcza gałkę oczną i penetruje przez kanał nerwu wzrokowego do mózgu, uwidocznił się w badaniu w projekcji poprzecznej w czasie T1 zależnym, w sekwencji FS (strzałka).

a u osób dorosłych – stwardnienie rozsiane. Badanie MR oczodołu może wykazać wzmocnienie sygnału oraz ścięczenie fragmentu nerwu wzrokowego objętego procesem chorobowym. Sygnał obszaru uszkodzonego ulega wzmocnieniu po podaniu środka cieniującego (ryc. 14, tab. 4). Obecność wzmocnienia kontrastowego sugeruje uszkodzenie bariery krew-nerw wzrokowy, które może utrzymywać się przez okres dłuższy niż ostra faza choroby – nawet przez 4 miesiące. Wzmocnienie kontrastowe jest objawem nieswoistym i może występować także w innych postaciach neuropatii nerwu wzrokowego – niedokrwiennej i nowotworowej. Obszary najczęściej objęte procesem zapalnym to odcinki wewnątrzoczołowy i wewnątrzkanalowy. Jeśli długość uszkodzonego fragmentu jest większa niż 17,5 mm, mniejsze jest prawdopodobieństwo całkowitego wycofania się zaburzeń widzenia.<sup>33</sup> Najczęstsze infekcyjne przyczyny zapalenia nerwu wzrokowego to wirus ospy wietrznej, cytomegalowirus (zapalenie wewnątrzgałkowe nerwu wzrokowego – papillitis), kiła (zapalenie wewnątrzgałkowe i okołonerkowe), gruźlica, grzybica i toksoplazmoza. Istnieje pojedyncze

doniesienie na temat zapalenia nerwu wzrokowego i mięśni u pacjenta z boreliozą, u którego wynik dodatni uzyskano także w testach w kierunku babeszjozy i ehrlichiozy.<sup>34</sup> Choroba Devica (neuromyelitis optica) charakteryzuje się ostrym, zwykle obustronnym zapaleniem nerwu wzrokowego i poprzecznym zapaleniem rdzenia w odcinku piersiowym górnym oraz szyjnym.<sup>35</sup> Badanie MR w tej jednostce chorobowej wykazuje obecność zmian ulegających wzmocnieniu kontrastowemu w obrębie nerwu wzrokowego. Współwystępujące zmiany w rdzeniu kręgowym obejmują zakres ponad dwóch segmentów.

Zapalenie okołonerkowe (optic perineuritis) jest procesem dotyczącym głównie osłonki nerwu wzrokowego. Czynność nerwu wzrokowego pozostaje na ogół zachowana (ostrość wzroku, widzenie kolorów, pole widzenia) i ulega zaburzeniu dopiero w późnych stadiach choroby. Gdy proces chorobowy rozszerza się na przednią osłonkę nerwu, pojawia się obrzęk tarczy nerwu wzrokowego. Najczęstszymi przyczynami perineuritis są procesy zapalne i infekcyjne, takie jak sarkoidoza, kiła, gruźlica, toksoplazmoza, borelioza (ryc. 15)



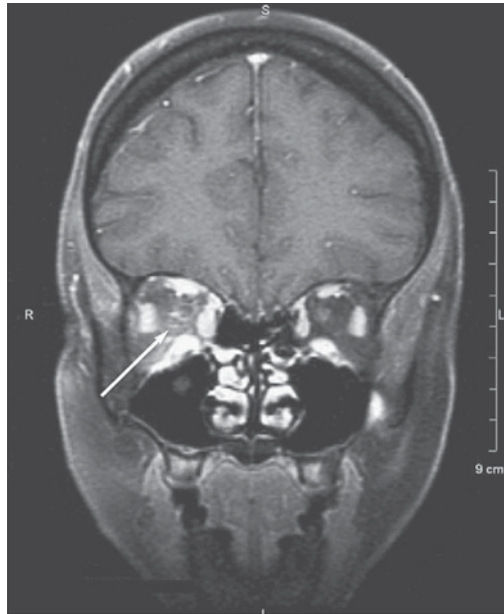
**RYCINA 14.** Obustronne zapalenie nerwu wzrokowego u 29-letniej kobiety. **A.** Na obrazach w czasie T1 zależnym, w projekcji czołowej, w sekwencji FS widoczne jest znaczne wzmocnienie kontrastowe prawego nerwu wzrokowego. Strzałka po stronie prawej wskazuje prawidłową żyłę oczną górną (strzałka). **B.** Obraz w tej samej sekwencji co poprzednio. Widoczne obustronne wzmocnienie nerwów wzrokowych. **C.** Badanie w czasie T1 zależnym, w projekcji poprzecznej wykazuje obustronne powiększenie fragmentów nerwów wzrokowych zlokalizowanych przed skrzyżowaniem (strzałki). **D.** Ta sama lokalizacja co poprzednio, badanie po podaniu środka cieniującego. Widoczne obustronne wzmocnienie odcinków nerwów wzrokowych zlokalizowanych przed skrzyżowaniem i odcinków wewnątrzczaszkowych.

i choroba kociego pazura. Badanie MR wykazuje ścięczenie oraz wzmocnienie kontrastowe osłonki nerwu wzrokowego (tab. 4).

#### CHOROBY NACZYNIOWE

Przednia neuropatia niedokrwienna nerwu wzrokowego (anterior ischemic optic neuropathy, AION) rozpoznawana jest na podstawie objawów klinicznych. Postać tętnicza (arteritic AION) i nietętnicza (non-arteritic AION) powodują powstanie obszarów o nieswoistym wzmocnieniu kontrastowym w obrębie nerwu (tab. 4). Bley i wsp.<sup>36</sup> wykonali badania MR wysokiej rozdzielczości za pomocą aparatu 1,5- i 3-teslowego u chorych z olbrzymiokomórkowym zapaleniem tętnic (GCA). Na podstawie wyników obrazowania możliwa była

identyfikacja fragmentów tętnic powierzchownych czaszki objętych procesem zapalnym. Autorzy ci wykazali także redukcję objawów zapalenia po długoterminowym leczeniu. U pacjentów z GCA dopplerowskie badanie ultrasonograficzne charakteryzowało się wysoką czułością w wykrywaniu okołonaczyniowych zmian hiperechogennych (tzw. halo) oraz zwężeń.<sup>37</sup> Zmiany te były nieswoiste i nie pozwalały na odróżnienie schorzenia na tle zapalnym od degeneracyjnego. Znakomitym narzędziem diagnostycznym w postaci nietętnicznej AION jest natomiast koherentna tomografia optyczna (OCT). Badanie to pozwala wykazać korelacje pomiędzy zmniejszoną grubością warstwy włókien nerwowych siatkówki (RNFL) a zaburzeniami pola widzenia.<sup>38</sup> Do redukcji grubości warstwy włókien nerwowych dochodzi nawet w tych



**RYCINA 15.** Zapalenie okołonerwowe prawego oka u 46-letniej osoby z boreliozą ośrodkowego układu nerwowego. Choroba objawiała się bólem oka i opadaniem powieki, a następnie porażeniem nerwu VII. Badanie w płaszczyźnie czołowej, w czasie T1 zależnym w sekwencji FS wykazuje wzmocnienie kontrastowe otoczki nerwu wzrokowego (strzałka) oraz nieznaczne powiększenie mięśni gałkoruchowych.

obszarach tarczy nerwu wzrokowego, które odpowiadają względnie nienaruszonym fragmentom pola widzenia.

#### PATOLOGIE WEWNĄTRZSTOŻKOWE

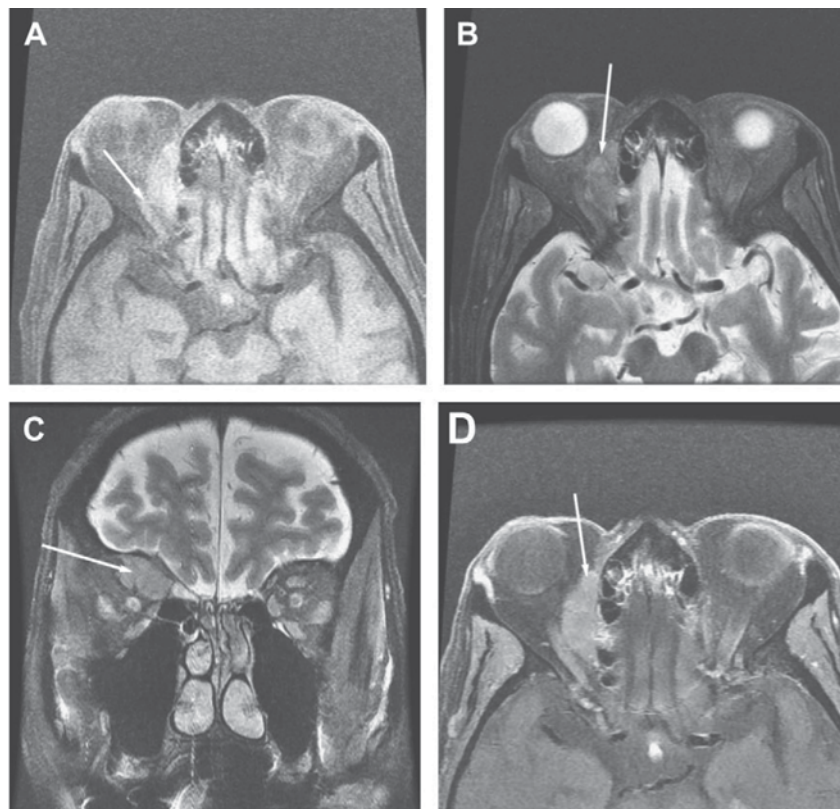
##### O CHARAKTERZE UCISKOWYM

Przerzuty nowotworów pochodzenia endokrynnego, np. rakowiaka (carcinoid tumors), do oczodołów występują rzadko.<sup>39</sup> Lokalizują się najczęściej w naczyniówce oraz rzadziej w obrębie mięśni okoruchowych (ryc. 16).<sup>40</sup> Możliwość przerzutu do oczodołu należy brać pod uwagę u pacjenta z dodatnim wywiadem nowotworowym, dolegliwościami ocznymi oraz obecną zmianą naciekającą mięśnie okoruchowe. Objawami zespołu szczytu oczodołu (orbital apex syndrome) są neuropatia nerwu wzrokowego z współwystępowaniem uszkodzenia jednego lub więcej nerwów okoruchowych, (nerwy czaszkowe III, IV i VI) lub nerwów czuciowych (V/1). Przyczyną może być infekcja, zapalenie lub guz (ryc. 17).<sup>41</sup>

##### O CHARAKTERZE ZAPALNYM

Orbitopatia towarzysząca zapaleniu tarczycy (thyroid eye disease, orbitopatia w chorobie Gravesa) jest schorzeniem autoimmunologicznym, które obejmuje mięśnie proste oraz tkankę łączną oczodołu. Jest to najczęstsza przyczyna wytrzeszczu u dorosłych. Najczęściej procesem chorobowym objęte są mięśnie w kolejności: przyśrodkowy, dolny, górny i boczny prosty. Najczęstsze objawy kliniczne to niedomykanie powieki, ograniczenie ruchomości gałki ocznej, obrzęk spojówki i powieki. Rozpoznanie może przysparzać trud-

ności, ponieważ pacjent może pozostawać w stanie eutyreozy lub hipotyreozy. Niekiedy orbitopatia jest pierwszym objawem choroby Gravesa. Z tych względów badania obrazowe oczodołu odgrywają kluczową rolę nie tylko w diagnostyce oraz kontroli wyników leczenia, ale także w różnicowaniu pomiędzy aktywnym a nieaktywnym stadium choroby.<sup>42</sup> Kryteria rozpoznania orbitopatii tarczycowej obejmują wrzecionowate poszerzenie mięśni prostych (>4 mm) bez zajęcia ścięgna (ryc. 18). We wczesnym okresie choroby mięśnie proste charakteryzują się wzmocnieniem sygnału na obrazach T2 zależnych, co wiąże się ze wzrostem zawartości wody w tkance (ryc. 19). Odpowiada to wydłużeniu obliczonego czasu relaksacji T2 mięśnia prostego objętego zmianami zapalnymi, co może być zmierzone przy użyciu sekwencji multiecho w czasie T2 zależnym. Badanie z zastosowaniem oktreotydu czuła technika obrazowania nuklearnego pozwala stwierdzić pokrycie przez oktreotyld oczodołu objętego procesem chorobowym.<sup>26</sup> W przewlekłym stadium choroby dochodzi do włóknienia mięśni oczodołowych, co wynika z odkładania się w nich depozytów kolagenu oraz tkanki tłuszczowej. W obrazach T1 zależnych widoczne jest wówczas wzmocnienie intensywności sygnału, czemu odpowiada spadek intensywności sygnału w sekwencji FS po podaniu środka cieniującego oraz w czasie T2 (tab. 4). Pomiary wolumetryczne wykazują wzrost ilości pozagałkowej tkanki tłuszczowej współwystępujący z rozciągnięciem i ścięciem nerwu wzrokowego. Zmiany te wykazują istotną korelację ze stopniem wytrzeszczu oraz czasem trwania choroby. Badanie TK umożliwia dokładną ocenę wielkości mięśni oraz struktur



**RYCINA 16.** Przerzut rakowiaka do prawego oczodołu u 94-letniego pacjenta. **A.** W badaniu w projekcji poprzecznej, w czasie T1 zależnym, w sekwencji FS uwidoczniono nieprawidłową masę w obrębie górno-przyśrodkowej części oczodołu (strzałka). **B.** Badanie w czasie T2 zależnym, sekwencja FS. Widoczny jest guz o podobnej charakterystyce sygnału do mięśnia prostego górnego. **C.** Sekwencja STIR wykazuje, że zmiana jest praktycznie nie do odróżnienia od mięśnia prostego górnego i prostego skośnego (strzałka). **D.** Niewielkie wzmocnienie po podaniu środka cieniującego widoczne jest po podaniu gadolinu na obrazach T1 zależnych (strzałka).

kostnych oczodołów przed zabiegiem dekompresji. Stopień zaawansowania choroby można skuteczniej ocenić przy zastosowaniu obrazowania magnetycznego rezonansu. Wzrost objętości struktur wewnątrzoczodołowych bywa przyczyną kompresyjnej neuropatii nerwu wzrokowego w obrębie szczytu lub nawet złamania przyśrodkowej ściany oczodołu. W diagnostyce różnicowej orbitopatii endokrynnej należy uwzględnić zapalenie mięśni, chłoniaka, przerzut, przetokę szyjno-jamistą z towarzyszącym przekrwieniem struktur wewnątrzoczodołowych.

Idiopatyczne schorzenia oczodołu (określane wcześniej jako pseudotumor) są chorobami zapalnymi o charakterze lokalnym lub rozlanym (tzn. obejmującym część lub wszystkie struktury wewnątrzoczodołowe).<sup>26</sup> Biopsja jest zwykle niezbędna w celu zróżnicowania tego stanu od rzeczywistego naciekania oczodołu przez nowotwór. Idiopatyczne zapalenie oczodołu na ogół ograniczone jest do tkanek miękkich, czasem obejmuje także elementy kostne i rozszerza się na sąsiednie struktury. Objawia się bolesnym wytrzeszczem oraz zaburzeniami widzenia (ryc. 20). Zmiany w badaniu neuroobrazowym są nieswoiste i należą do nich: wytrzeszcz, nacieki w tkance tłuszczowej tyłu

oczodołu, powiększenie mięśni okoruchowych, zmniejszenie intensywności sygnału mięśni w badaniu T2 zależnym. Ponadto obserwowane jest znaczne wzmocnienie kontrastowe w ostrej fazie choroby i umiarkowane w okresie przewlekłym (tab. 4). Zapalenie mięśni gałkoruchowych jest lokalną postacią zapalenia oczodołu. Objawia się powiększeniem całości mięśnia, w tym także jego ścięgna (ryc. 21). Jedną z przyczyn zapalenia mięśni może być borelioza.<sup>43</sup>

#### WRODZONE CHOROBY OCZODOŁU

Przewlekła postępująca oftalmoplegia zewnętrzna (chronic progressive external ophthalmoplegia, CPEO) jest chorobą mitochondrialną, która charakteryzuje się obustronnym symetrycznym opadaniem powiek i ograniczeniem ruchomości gałek ocznych we wszystkich kierunkach. Zakres ruchów gałek ocznych nie poprawia się przy próbie wywołania odruchu oczu lalki. Ortube i wsp.<sup>44</sup> zbadali 5 pacjentów z CPEO i 30 chorych z innymi postaciami zaburzeń okoruchowych przy użyciu badania MR wysokiej rozdzielczości (grubość warstwy 2 mm, 312 mikropikseli). Wykazali oni wzrost intensywności sygnału wszystkich mięśni gałkoruchowych u chorych





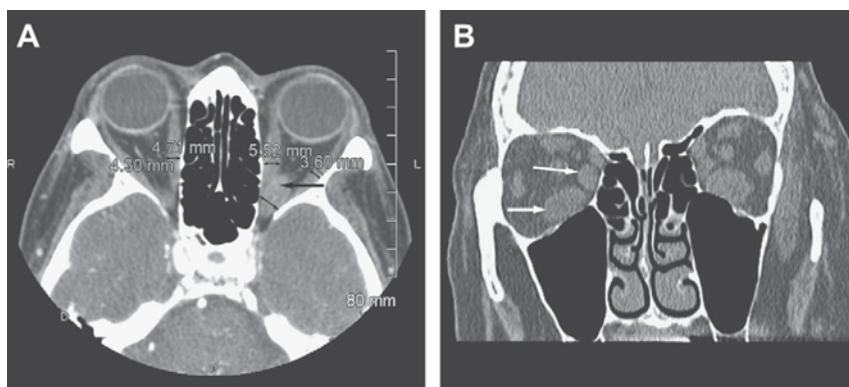
**RYCINA 17.** Gruczolakorak torbielowaty uszkadza strukturę kostną wierzchołka oczodołu i blaszki papierowatej po stronie prawej. Badanie TK w projekcji poprzecznej z podaniem środka cieniującego u pacjenta z zespołem szczeliny oczodołowej górnej objawiającym się bólem oczodołu i porażeniem ruchów gałki ocznej (strzałka).

z CPEO. Jednak tylko mięśnie prosty górny i dźwigacz powieki górnej wykazywały istotną statystycznie redukcję objętości w porównaniu z wynikami badania u osób zdrowych (tab. 4).

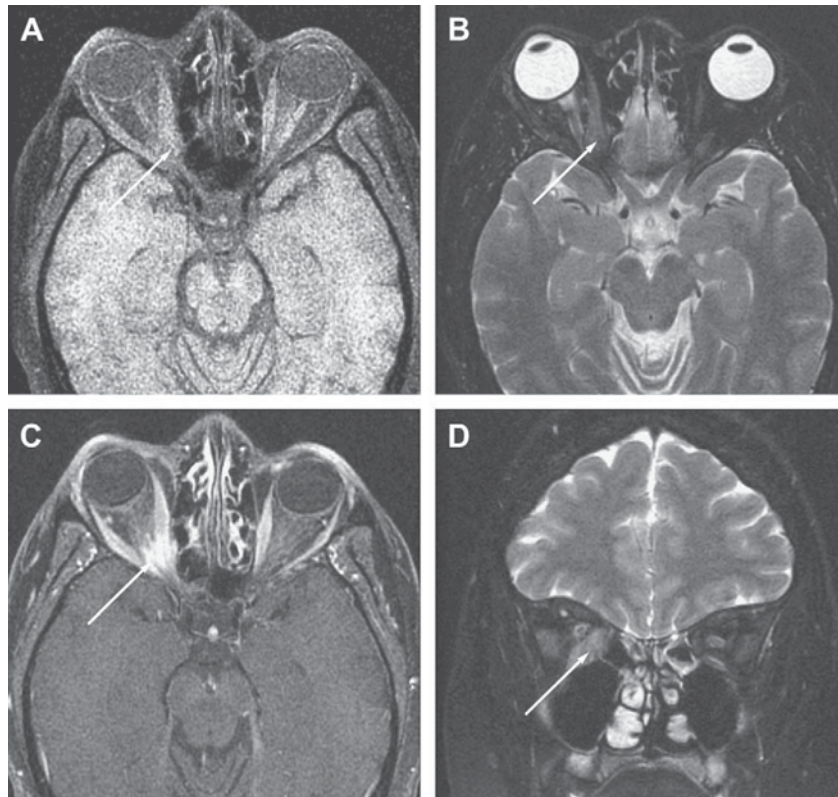
#### CHOROBY NACZYNIOWE

Kliniczne rozpoznanie wrodzonego i nabytego zezła jest skomplikowane. U pacjentów z przewlekłym naczyniopochodnym porażeniem nerwu okoruchowego, blokowaniem i odwodzącym stwierdza się zanik unerwianych mięśni bez zmian intensywności sygnału w przeciwieństwie do wyników badań pacjentów z CPEO.<sup>45</sup>

Przetoka szyjno-jamista jest tętniczo-żylnym połączeniem pomiędzy tętnicą szyjną a zatoką jamistą. Jej obecność powoduje arterializację żyły ocznej górnej.<sup>26</sup> Objęcie zatoki jamistej procesem chorobowym należy podejrzewać, gdy uszkodzone są następujące nerwy czaszkowe: III, IV, V i (lub) VI lub splot współczulny. Kliniczne objawy to pulsujący wytrzeszcz i szum naczyniowy, arterializacja naczyń spojówkowych i nadtworówkowych oraz obrzęk spojówek. Choroba nieleczone może prowadzić do wtórnej jaskry, obrzęku tarczy nerwu wzrokowego, bolesnego ograniczenia ruchomości gałek ocznych i ostatecznie do utraty wzroku. Poszerzona żyła oczna



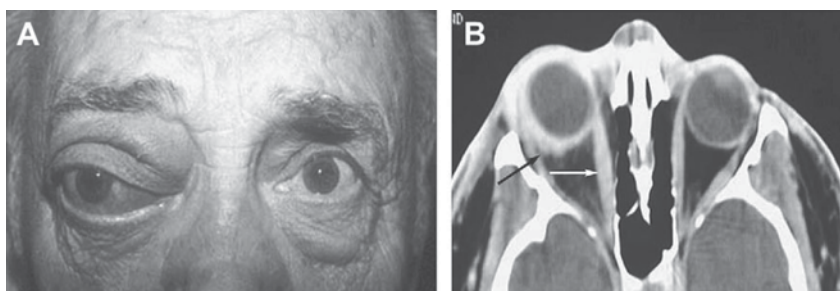
**RYCINA 18.** Orbitopatia tarczycowa. **A.** Badanie TK w projekcji poprzecznej, z podaniem środka cieniującego wykazuje obustronne powiększenie mięśnia prostego przyśrodkowego i dolnego bez zajęcia ścięgien. Po lewej stronie widoczna jest ciasnota w okolicy wierzchołka. **B.** Badanie w projekcji czołowej uwidacznia obustronne powiększenie mięśnia prostego przyśrodkowego i dolnego bez zajęcia ścięgien (strzałka).



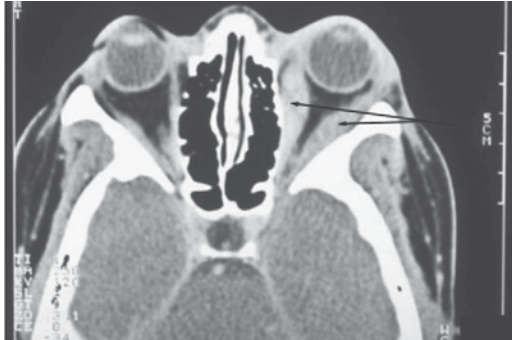
**RYCINA 19.** Prawostronna orbitopatia tarczycowa u 40-letniej kobiety z bólem oczodołu, dwojeniem i nadczynnością tarczycy. **A.** Badanie w projekcji poprzecznej, w czasie T1 zależnym w sekwencji FS wykazuje powiększenie tylnej części prawego mięśnia prostego przyśrodkowego. **B.** Badanie w czasie T2 zależnym w sekwencji FS wykazuje umiarkowany wzrost intensywności sygnału mięśnia prostego przyśrodkowego, co świadczy o ostrym stadium choroby (strzałka). **C.** Badanie w czasie T1 zależnym w sekwencji FS. Powiększenie tylnej części mięśnia prostego przyśrodkowego i dolnego (strzałka). **D.** Badanie w płaszczyźnie czołowej, w czasie T2-zależnym, w sekwencji FS. Powiększenie mięśni prostego przyśrodkowego i dolnego z niewielkim uciskiem na dolną powierzchnię nerwu wzrokowego.

górna widoczna w badaniu TK lub MR jest najbardziej pewnym radiologicznym objawem przetoki szyjno-jamistej. W badaniu MR ponadto wykazać można zależny od przepływu krwi brak sygnału (signal void) w obrębie żyły ocznej górnej oraz powiększenie i wzmocnienie kontrastowe zatoki jamistej i ży-

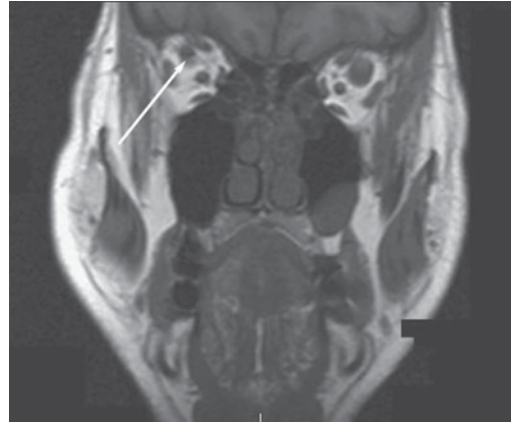
ły ocznej górnej (tab. 4). Dopplerowskie badanie pozwala dodatkowo odróżnić przetokę wysokoprzepływową (typ A) od niskoprzepływową (typ B).<sup>5</sup> W diagnostyce różnicowej poszerzonej żyły ocznej górnej należy ponadto uwzględnić malformację naczyniową z nietypowym spływem żylnym.



**RYCINA 20.** Orbitopatia idiopatyczna u 75-letniego mężczyzny z bólem prawego oka i wytrzeszczem (**A**), przekrwieniem i obrzękiem spojówki. **B.** W badaniu TK z podaniem środka cieniującego widoczne jest rozlane ścieńczenie i wzmocnienie twardówki (czarna strzałka) i mięśnia prostego przyśrodkowego (biała strzałka).



**RYCINA 21.** Idiopatyczna orbitopatia o lokalnym charakterze, z zapaleniem mięśnia prostego bocznego i przyśrodkowego. Badanie TK z kontrastem w projekcji poprzecznej wykazuje wzmocnienie kontrastowe i powiększenie zajętych procesem chorobowym mięśni i ścięgien (strzałki).



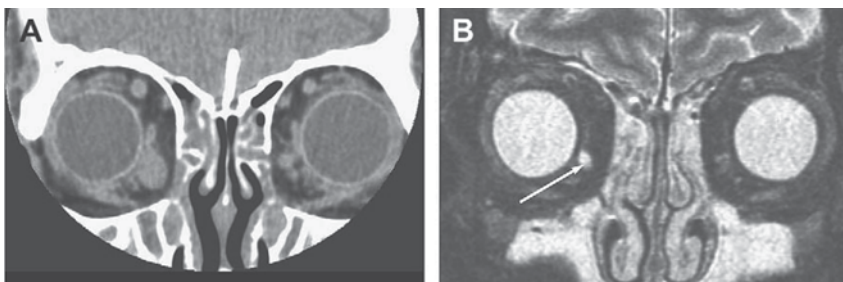
**RYCINA 22.** Powiększenie żyły ocznej górnej w lewym oczodole spowodowane obecnością żylaka oczodołu (strzałka wskazuje prawidłową żyłę oczodołową górną) u pacjenta bez objawów. W badaniu w czasie T2 zależnym (nie pokazano) wykazano nieobecność zależnego od przepływu krwi braku sygnału, co przemawia przeciwko przetoce szyjno-jamistej.

Nieprawidłowość żył oczodołowych, określana także jako żylak oczodołu (orbital varix), objawia się zwykle okresowym wytrzeszczem, bólem oka oraz dwojeniem (ryc. 22, 23). Żylak może być położony zewnątrz- lub wewnątrzstożkowo i niekiedy powodować krwotok pozagąłkowy. Zakrzepica żył oczodołu lub zatoki jamistej może uwidaczniać się jako wewnątrznaczyniowa masa powodująca poszerzenie żyły ocznej górnej i nieulegająca wzmocnieniu kontrastowemu w badaniu TK (tab. 4). W MR nie ma zależnego od przepływu krwi braku sygnału (signal void) w obrębie żyły oczodołowej górnej, ponadto obecność deoksyhemoglobiny obniża intensywność sygnału w czasie T1 i T2 zależnym. Wzrost intensywności sygnału powodowany jest natomiast przez methemoglobinę i zależy od czasu utrzymywania się skrzepliny. U pacjentów z podejrzeniem zakrzepicy badanie podstawowe i wenograficzne MR powinno być wykonane w trybie pilnym. Zakrzepica zatoki jamistej może prowadzić do zawału żylnego siatkówki lub nerwu wzrokowego.<sup>46</sup>

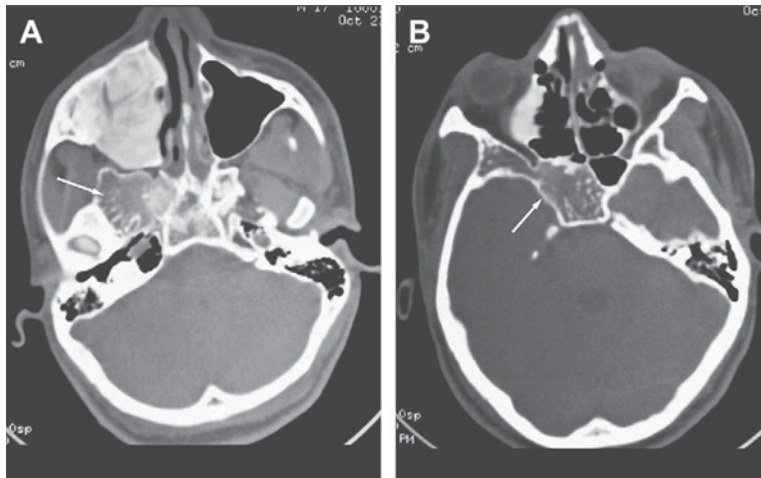
## PATOLOGIE ZEWNĄTRZSTOŻKOWE

### KOMPRESYJNE

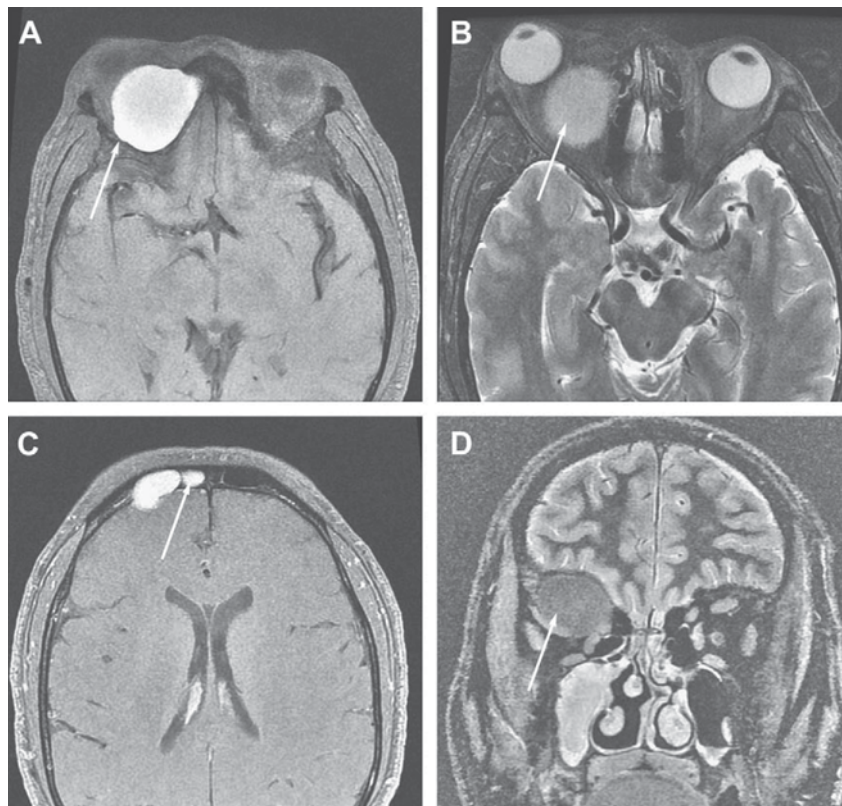
Ucisk struktur oczodołu może być spowodowany przez co najmniej kilka łagodnych zmian zlokalizowanych w przestrzeni zewnątrzstożkowej. Należą do nich naczyniaki żyłne i limfatyczne oraz chłoniaki, które mogą lokalizować się w przestrzeni zewnątrz-, wewnątrzstożkowej lub w obu tych przedziałach. Dysplazja włóknista jest schorzeniem rozwojowym kości, w którym prawidłowa kość zastąpiona jest przez tkankę niedojrzałą oraz włóknistą (ryc. 24). TK jest metodą z wyboru w diagnostyce stopnia zaawansowania dysplazji włóknistej. Dysplazja włóknista czaszkowo-oczodołowa zwykle objawia się wytrzeszczem pozaosiowym i zaburzeniami ruchomości gałek ocznych. Choroba może prowadzić do szybkiej lub powoli postępującej utraty wzroku, która powodowana jest najczęściej przez torbielowate zwyrodnienie guza obejmujące także wyrostek pochyły przedni.<sup>47</sup> Zlokalizo-



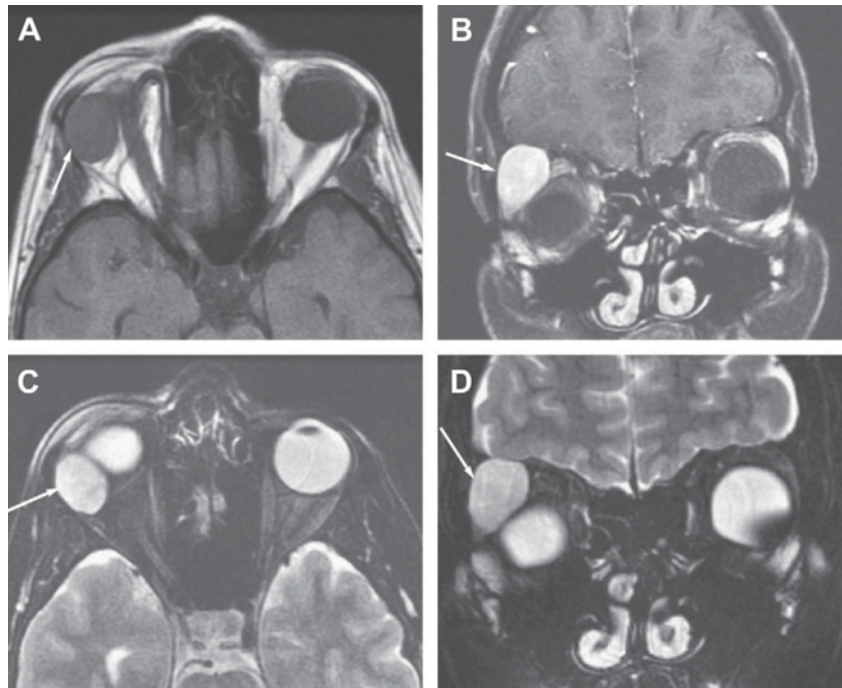
**RYCINA 23.** Żylak przyśrodkowej części prawego oczodołu. **A.** Badanie TK w projekcji czołowej wykazuje obecność owalnej, położonej wewnątrzstożkowo zmiany przylegającej do gałki ocznej. **B.** Hiperintensywność zmiany uwidoczniła w badaniu w czasie T2 zależnym w sekwencji FS.



**RYCINA 24.** Dysplazja włóknista u 15-letniego pacjenta. **A.** Badanie TK z oknem kostnym wykazuje zmianę o charakterze sklerotycznym i o szklistym wyglądzie w prawej zatoce szczękowej oraz obecność torbieni ze ścięciem warstwy korowej kości klinowej (strzałka). **B.** Badanie TK z oknem kostnym na poziomie szczeliny oczodołowej dolnej wykazuje przebudowę o charakterze stwardniającym (kość sitowa) i torbielowatym (kość klinowa) (strzałka).



**RYCINA 25.** Torbiel śluzowa zatoki czołowej wnikająca do prawego oczodołu u 46-letniego mężczyzny z wytrzeszczem i dwojeniem. **A.** Badanie w projekcji poprzecznej w czasie T1 zależnym w sekwencji FS. Wyraźnie odgraniczona, homogenna, hiperintensywna masa w górnoprzyśrodkowej części oczodołu, rozszerzająca się na zatokę czołową (strzałka). **B.** Badanie w czasie T2 zależnym w sekwencji FS. Hiperintensywna zmiana powoduje przesunięcie mięśnia prostego górnego (strzałka). **C.** Badanie w czasie T1 zależnym z podaniem środka cieniującego. Ta sama co poprzednio płatowata zmiana w prawej zatoce czołowej. **D.** Badanie w projekcji czołowej w sekwencji STIR. Hipointensywna zmiana przesunęła mięsień prosty górny (strzałka).



**RYCINA 26.** Gruczolak pleomorficzny gruczołu łzowego u 42-letniej kobiety z wytrzeszczem pozaosiowym spowodowanym obecnością nieprawidłowej masy w górno-bocznej części oczodołu. **A.** Badanie w czasie T1 zależnym wykazuje obecność izointensywniej zmiany położonej pozawyrostkowo (strzałka). **B.** Badanie w czasie T1 zależnym w sekwencji FS. Widoczna jest ta sama zmiana, ulegająca wzmocnieniu kontrastowemu. **C.** Badanie w czasie T2 w sekwencji FS. Zmiana jest umiarkowanie hiperintensywna. **D.** Na obrazie T2 zależnym, w sekwencji FS widoczny jest guz uciskający na gałkę oczną.

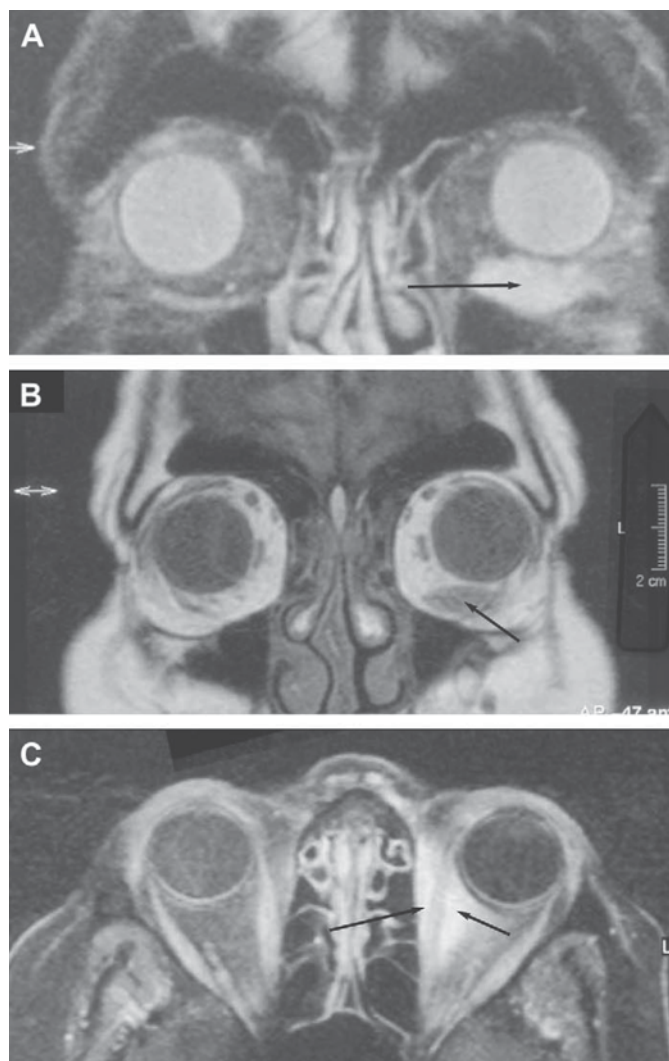
wane w przednim sitowiu torbiele śluzowe (śluzowiaki – mucoccele), wnikając do oczodołu, mogą objawiać się wytrzeszczem, dwojeniem i wzrostem ciśnienia wewnątrzgałkowego.<sup>48</sup> Torbiele śluzowe zbudowane są z błony śluzowej i powstają w wyniku powodowanej przez stan zapalny niedrożności ujść poszczególnych zatok.<sup>26</sup> Ich przyczyną mogą być także urazy, zabiegi chirurgiczne lub nowotwory zatok przynosowych. W badaniu TK widoczna jest zwykle hipodensyjna masa rozpoczynająca się w zatoce przynosowej, której brzegi przylegają do zniekształconej i ściętej ściany kostnej. Obraz torbiele śluzowych w badaniu MR zależy od zawartości wody. Duża zawartość wody czyni zatokę hipointensywną w czasie T1 i hiperintensywną w czasie T2 zależnym. W wypadku małej zawartości wody zatoka jest hiperintensywna na obrazach w obu czasach (ryc. 25). Dalszy spadek zawartości wody czyni zatokę hipointensywną w obrazach T1 i T2 zależnych, w sposób podobny do powietrza, co staje się przyczyną wyników fałszywie ujemnych. Dlatego badanie TK jest metodą z wyboru w diagnostyce torbiele śluzowych. Najczęstszym łagodnym nowotworem gruczołu łzowego jest gruczolak pleomorficzny (ryc. 26). Zmiana ta niekiedy może ulegać złośliwieniu. Na ogół ma ona postać otorebkowanego guza zawierającego nieregularne elementy lite i śluzowe.<sup>49</sup> Może zawierać zwapnienia widoczne w badaniu TK. W badaniu MR

guz ma charakter heterogenny i ulega umiarkowanemu wzmocnieniu kontrastowemu.

Rak gruczolowo-torbielowy (adenoid cystic carcinoma) jest najczęstszym złośliwym nowotworem gruczołu łzowego. W badaniu TK często charakteryzuje się zwapnieniami, uszkodzeniem kości oraz naciekaniem sąsiednich struktur. Niekiedy guz ten zlokalizowany jest poza gruczołem łzowym i nacieka inne struktury oczodołu (ryc. 17).<sup>50,51</sup>

#### ZMIANY O CHARAKTERZE NACIEKAJĄCYM

Choroby rozrostowe układu chłonnego są grupą niezwykle heterogenną. Chłoniak oczodołu może być pierwszym lub jedynym objawem choroby uogólnionej. Chłoniaki stanowią 55% wszystkich złośliwych guzów oczodołu<sup>26</sup> i mogą obejmować praktycznie każdą tkankę w jego obrębie. Najczęściej zajęty jest gruczoł łzowy. Objawem jest wówczas bezbolesny wytrzeszcz pozaosiowy oraz dwojenie z powodu przesunięcia gałki ocznej w dół przez masę zlokalizowaną w górno-bocznej części oczodołu. Niekiedy chłoniak obejmuje mięśnie gałkoruchowe (ryc. 27) lub samą gałkę oczną (ryc. 28).<sup>52</sup> Badaniem w czasie T2 zależnym wykazać można umiarkowany lub znaczny wzrost intensywności sygnału mięśni gałkoruchowych lub tkanki tłuszczowej oczodołu (tab. 4). Na obrazach w czasie T1 zależnym chłoniaki charakteryzują się wzrostem



**RYCINA 27.** Chłoniak z komórek typu B w obrębie lewego oczodołu u 80-letniej kobiety. **A.** Na obrazie w projekcji czołowej, w sekwencji STIR widoczna jest hiperintensywna masa naciekająca mięśnie prosty dolny i skośny dolny (strzałka). **B.** W badaniu w czasie T1 zależnym ta sama zmiana jest izointensywna w stosunku do mięśnia. **C.** Na obrazie w czasie T1 zależnym zmiana ulega wzmocnieniu kontrastowemu (strzałka).

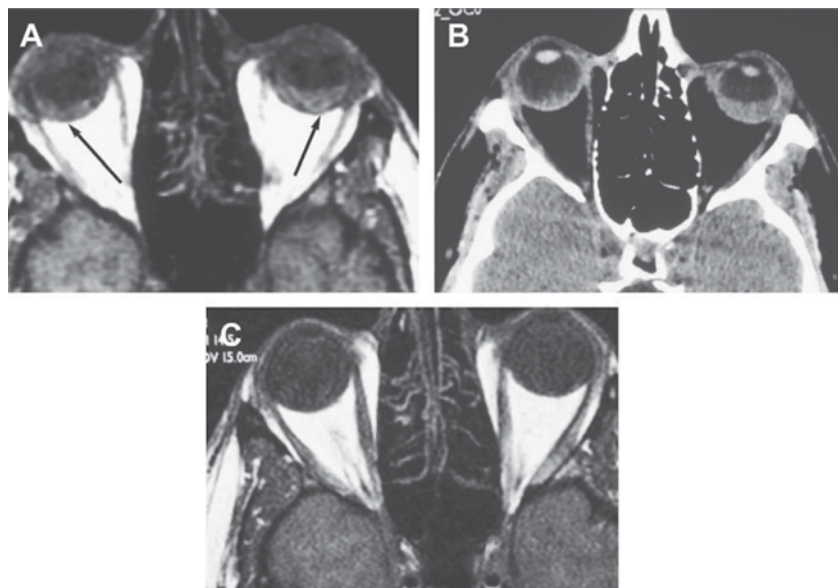
intensywności sygnału w porównaniu z mięśniami gałkoro-chowymi oraz znacznym wzmocnieniem kontrastowym na obrazach w sekwencji FS. W białaczce objęcie oczodołu procesem chorobowym zdarza się rzadko i jak dotąd opisywane było wyłącznie u dzieci.

#### **PATOLOGIE PRZESTRZENI ZEWNĄTRZ- I WEWNĄTRZSTOŻKOWEJ**

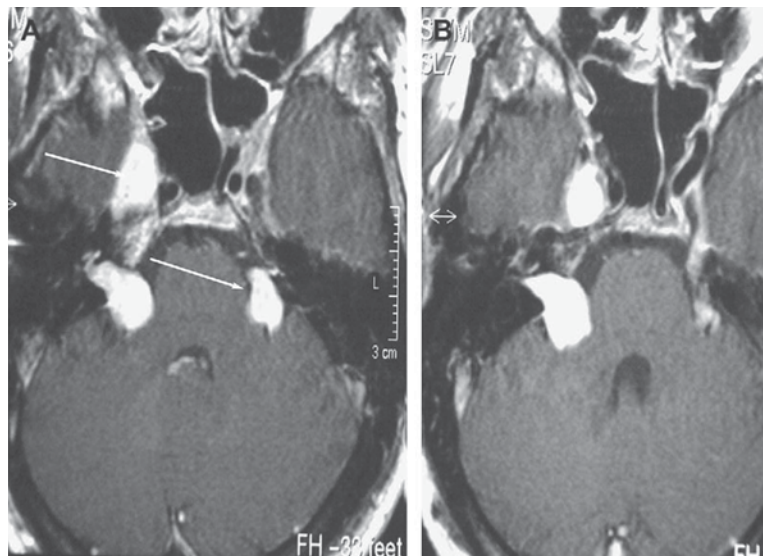
##### **O CHARAKTERZE UCISKOWYM**

Guzy nerwów obwodowych są przyczyną około 4-5% nowotworów wewnątrzoczdolowych. Wywodzą się one z nerwów okoruchowych (nerwy III, IV i VI), współczulnych lub przywspółczulnych.

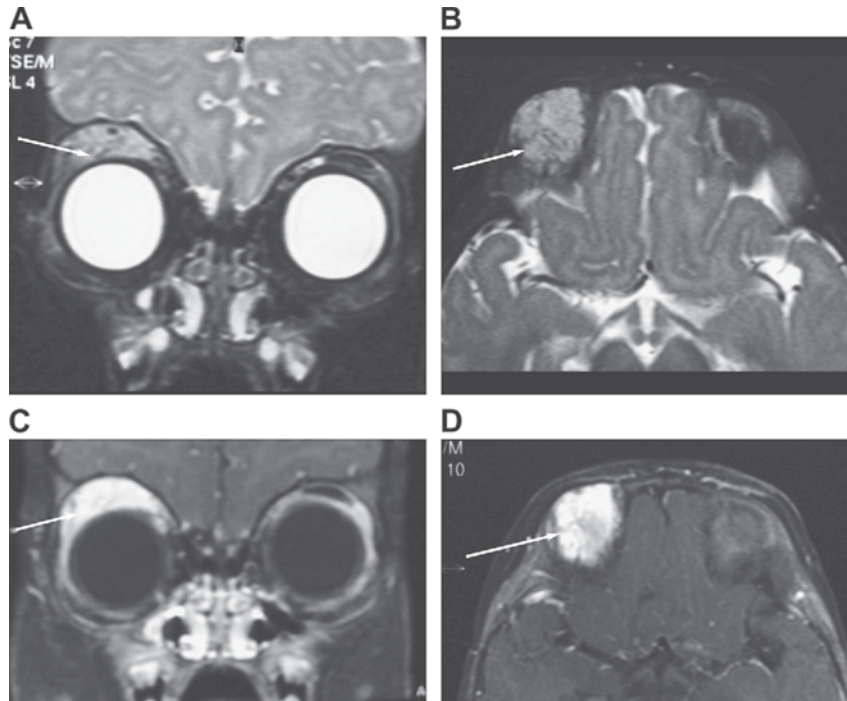
Nerwiaki osłonkowe (schwannoma) są otorebkowanymi łagodnymi guzami wywodzącymi się z wrzecionowatych komórek Schwanna (typ Antoni A) i z luźno zorganizowanych elementów śluzowych (typ Antoni B). Często występują u pacjentów z neurofibromatozą typu 2 (NF-2). W oczodole guzy te biorą początek z gałęzi czuciowych nerwu trójdzielnego, w mózgu natomiast – najczęściej z nerwu przedsionkowego (ryc. 29). Typowym klinicznym objawem jest stopniowo nasilający się bezbolesny wytrzeszcz. W badaniu neuroobrazowym uwidocznić można dobrze odgraniczoną, położoną zewnątrz- lub wewnątrzstożkowo owalną lub wydłużoną litą zmianę.<sup>53</sup> W zależności od budowy histologicznej może ona mieć charakter homo- lub heterogenny.



**RYCINA 28.** Chłoniak obejmujący obie gałki oczne u 60-letniej kobiety. **A.** Badanie w projekcji poprzecznej w czasie T1 zależnym uwidacznia izointensywne zmiany półksiężycowatego kształtu obustronnie pokrywające naczyniówki (strzałki). **B.** W badaniu TK z podaniem środka cieniującego zmiany w gałkach ocznych ulegają wzmocnieniu kontrastowemu. **C.** Po leczeniu widoczna jest regresja zmian w gałkach ocznych.



**RYCINA 29.** Obustronne nerwiaki ostonkowe nerwów przedsionkowych oraz prawej jamy Meckela u osoby z neurofibromatozą typu 2. **A.** W badaniu w projekcji poprzecznej w czasie T1 zależnym widoczne jest obustronne wzmocnienie kontrastowe w obrębie kanałów słuchowych (strzałka tylna) oraz prawej jamy Meckela (strzałka przednia). **B.** Te same zmiany widoczne są na kolejnej warstwie.



**RYCINA 30.** Jamisty naczyniak żylny prawego oczodołu u 45-letniej kobiety. **A.** Badanie w projekcji czołowej w czasie T2 zależnym w sekwencji FS. W górnej części oczodołu obecna jest heterogenna izo- i hiperintensywna masa z obecnym zależnym od przepływu krwi brakiem sygnału (strzałka). **B.** Ta sama zmiana widoczna jest na obrazie w projekcji poprzecznej, w czasie T2 zależnym (strzałka). **C.** Zmiana ulega wzmocnieniu po podaniu środka cieniującego na obrazie w czasie T1 zależnym. **D.** Obraz naczyniaka na obrazie w czasie T2 zależnym po podaniu środka cieniującego (strzałka).

W badaniu tomografii komputerowej nie stwierdza się zwapnień. Na obrazach w czasie T1 zależnym guzy te charakteryzują się bardzo niską intensywnością sygnału i znacznym wzmocnieniem kontrastowym. Nieco większa jest intensywność sygnału elementów śluzowych (tab. 4).<sup>54</sup> Na obrazach w czasie T2 zależnym obszary śluzowe charakteryzują się także większą intensywnością sygnału niż części guza zbudowane z komórek. Często w obrębie nerwiaków występują mikrokrwotoki, które najlepiej uwidoczniać na obrazach w czasie T2 zależnym, w sekwencji echa gradientowego. W diagnostyce różnicowej uwzględniane są naczyniaki jamiste, zewnętrznie położone oponiaki osłonki nerwu wzrokowego,

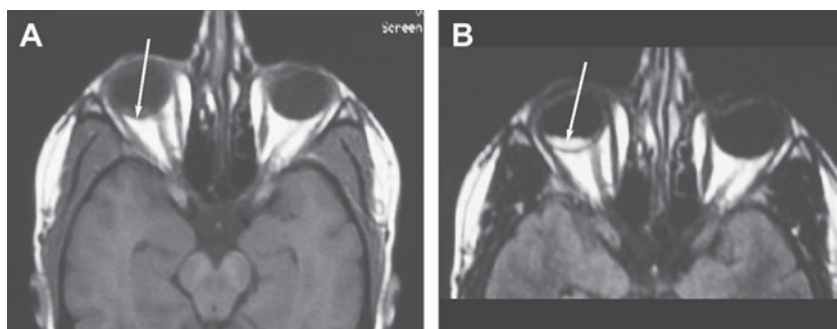
nerwiakowłókniaki, czerniaki, włókniaki histiocytarne, przybłoniaki (hemangiopericytoma) i niekiedy hiperplazja limfoidalna.

Histologicznie nerwiakowłókniaki (neurofibroma) zbudowane są z komórek Schwanna i fibroblastów zatopionych w macierzy utworzonej z włókien kolagenowych i substancji śluzowych. Guzy te nie posiadają torebki, są bardzo dobrze unaczynione i naciekają okoliczne struktury. W oczodole mają często charakter splotowaty lub wieloguzkowy. U chorych w średnim wieku nerwiakowłókniaki występują sporadycznie. W pierwszej dekadzie życia najczęściej są one elementem obrazu klinicznego neurofibromatozy typu 1 (NF1).

TABELA 5. ROZWARSTWIENIE ŚCIAN GAŁKI OCZNEJ

Typ	Przestrzeń	Kształt
Tyłne odwarstwienie ciała szklistego	Za ciałkiem szklistym	Dodatkowa przestrzeń płynowa o kształcie półksiężycowym
Odwarstwienie naczyniówki	Podnaczyniówkowa, odwarstwienie o charakterze krwotocznym lub surowiczym	Soczewkowaty lub półksiężycowaty
Odwarstwienie siatkówki	Podsiatkówkowa	W kształcie litery V





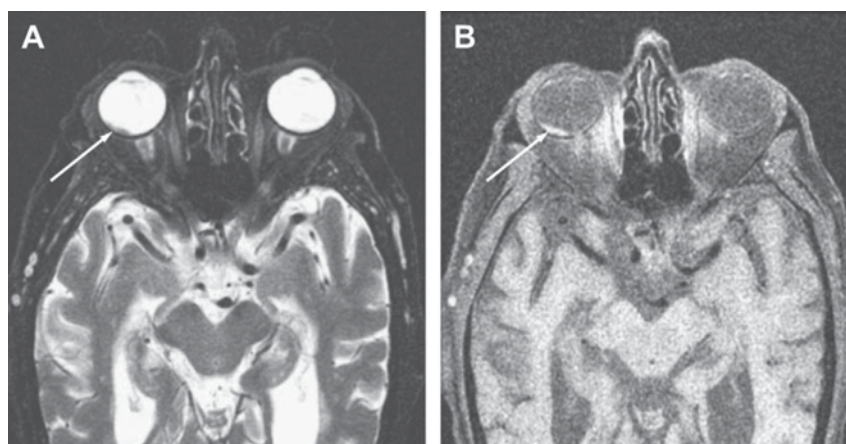
**RYCINA 31.** Przerzut raka sutka do naczyniówki prawej gałki ocznej u 66-letniej kobiety. **A.** Izointensywna masa ułożona skroniowo w stosunku do nerwu wzrokowego na obrazie w czasie T1 zależnym (strzałka). **B.** Guz ten ulega istotnemu wzmocnieniu kontrastowemu na obrazie T1 zależnym (strzałka).

Stanowią także najczęstszą manifestację neurofibromatozy oczodołów. W badaniu TK guzy te uwidaczniają się jako zmiany posiadające otoczkę i ulegające umiarkowanemu wzmocnieniu kontrastowemu. Badanie MR najczęściej wykazuje nieregularną masę naciekającą tkankę tłuszczową oczodołu i ulegającą wzmocnieniu po podaniu gadoliny.<sup>26</sup> W czasie T1 zależnym zmiany te mają charakter homogeny i hipo- lub izointensywny (tab. 4). Na obrazach w czasie T2 mogą mieć charakter heterogeny i często ich obecność wiąże się z powiększeniem się oczodołu.

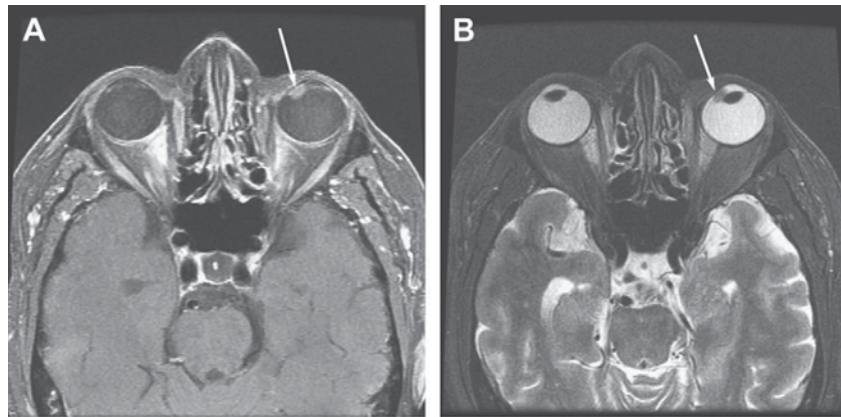
#### O CHARAKTERZE NACZYNIOWYM

W diagnostyce guzów naczyniowych oczodołu, takich jak naczyniaki jamiste, stwierdzono wysoką użyteczność angiografii MR z zastosowaniem dynamicznego obrazowania przepływu środka cieniującego (tzw. metoda TRICKS – time resolved imaging of contrast kinetics) (ryc. 30). Naczyniak żylny (hemangioma) jest zmianą dość przewidywalną, w któ-

rej po okresie rozrostu następuje faza powolnej inwolucji. W badaniu MR obecny jest zależny od przepływu krwi brak sygnału (flow void) w obrębie zmiany i na jej obrzeżach. Guz ten bywa hipo- lub izointensywny w czasie T1 zależnym oraz ulega wzmocnieniu w fazie późnej po podaniu środka cieniującego. W czasie T2 może mieć charakter izo- lub hiperintensywny. Żyłna malformacja limfatyczna lub naczyniak limfatyczny (lymphangioma) (ryc. 9) jest anomalią naczyniową zbudowaną z nieulegających wzmocnieniu kontrastowemu torbielowanych elementów chłonnych oraz wzmacniających się litych elementów naczyniowych.<sup>56</sup> W przeciwieństwie do naczyniaków żylnych naczyniaki limfatyczne nie ulegają samoistnej inwolucji. Badanie TK może wykazać zwapnienia. MR uwidacznia zmianę o charakterze izointensywnym w czasie T1 zależnym nieulegającą wzmocnieniu kontrastowemu. Zmiana ta jest hiperintensywna w czasie T2. Często obecne są krwawienia do guza, których skutkiem są poziomy płynu obserwowane w obrębie torbieli.



**RYCINA 32.** Przerzut raka płuc do naczyniówki prawej gałki ocznej u 79-letniego mężczyzny. **A.** Badanie w czasie T2 zależnym w sekwencji FS. Widoczna jest hipointensywna, nieregularna masa o kształcie półksiężyca pokrywająca plamkę żółtą (strzałka). **B.** Zmiana jest hiperintensywna na obrazie w czasie T1 zależnym w sekwencji FS. Zmiana ulega wzmocnieniu po podaniu gadoliny (nie pokazano).



**RYCINA 33.** Przerzut raka nerki do lewego ciała rzęskowego u 70-letniego mężczyzny. **A.** Badanie w projekcji poprzecznej, w czasie T1 zależnym, w sekwencji FS wykazuje obecność częściowo hiperintensywnej zmiany. **B.** Ta sama zmiana jest hipointensywna na obrazie w czasie T2 zależnym (strzałka).

#### O CHARAKTERZE ZAPALNYM

Sarkoidoza jest przewlekłą chorobą ziarniniakową, która może objąć praktycznie każdy narząd w organizmie oraz każdy element oczodołu. W oczodole schorzenie to może być przyczyną zapalenia błony naczyniowej (ściężenie błony naczyniowej i wzmocnienie ziarniniaków), zapalenia nerwu wzrokowego lub osłonki nerwu wzrokowego. Sarkoidoza może ponadto objąć gruczoł łzowy. Objawy kliniczne sarkoidozy oczodołu są bardzo heterogenne i mogą być podobne do wielu chorób.

#### GAŁKA OCZNA

##### ODWARSTWIENIE

W każdej chorobie gałki ocznej może dojść do powstania patologicznych przestrzeni płynowych pomiędzy trzema głównymi warstwami ściany (twardówka, błona naczyniowa i siatkówka). W zależności od rodzaju odwarstwienia można wyróżnić trzy typy zmian w badaniu obrazowym (tab. 5).<sup>26</sup> W tylnym odwarstwieniu ciała szklistego (posterior hyaloid detachment), powodowanym przez częściowe upłynnienie ciała szklistego, widoczna jest warstwa płynu półksiężycowatego kształtu (fluid-fluid level). Odwarstwienie błony naczyniowej z wytworzeniem przestrzeni podnaczyniówkowej może przybierać dwie formy: krwotoczną – soczewkowatego kształtu, oraz surowiczą – o kształcie półksiężycowatym. W odwarstwieniu siatkówki (przestrzeń podsiatkówkowa) odklejony fragment siatkówki przybiera kształt litery V, której wierzchołek znajduje się w tarczy nerwu wzrokowego. Odwarstwienie siatkówki w przeciwieństwie do odwarstwienia naczyniówki ograniczone jest na obwodzie przez rąbek zębaty (ora serrata) i w badaniu obrazowym charakteryzuje się sygnałem płynowym hiperintensywnym w czasie T1 i T2 zależnym.

#### CHOROBY O CHARAKTERZE UCISKOWYM

Najczęstszym pierwotnym złośliwym nowotworem gałki ocznej u dzieci jest siatkówczak (retinoblastoma) (ryc. 5). U dorosłych najczęstsze są czerniaki ciała rzęskowego i błony naczyniowej.<sup>26</sup> Melanina posiada zdolność wiązania jonów metali paramagnetycznych, takich jak żelazo i miedź. Skutkiem tego jest skrócenie czasów relaksacji T1 i T2 odpowiedzialne za charakterystyczny obraz czerniaka w badaniu MR (tab. 4). Naczyniówka jest ponadto najczęstszym miejscem przerzutów, które w jednej trzeciej przypadków lokują się obustronnie. Najczęstszymi zmianami pierwotnymi przerzutów do naczyniówki są rak piersi (ryc. 31) i rak płuc (ryc. 32).<sup>57</sup> Opiswane są również przerzuty takich nowotworów, jak rak nerki (renal cell carcinoma) (ryc. 33),<sup>58</sup> jajnika, prostaty, tarczycy i żołądka.

## Podsumowanie

Badania obrazowe oczodołu, a szczególnie nerwu wzrokowego, są stale udoskonalane. Obecnie najdokładniejszym narzędziem jest badanie MR, które na obrazach w czasie T1 zależnym pozwala uwidocznić szczegóły anatomiczne z bardzo dużą dokładnością. Badanie w czasie T2 jest także dokładniejsze od innych metod obrazowania. Neurologi powinni znać zastosowanie również innych technik badania oczodołu, które często stanowią ważne uzupełnienie. Należą do nich tomografia komputerowa, koherentna tomografia optyczna, obrazowanie MR w sekwencji FA, badanie ultrasonograficzne i inne techniki. Umiejętny dobór badań obrazowych pozwala przeprowadzić skuteczną diagnostykę różnicową chorób oczodołu.

This article from *Neurologic Clinics of North America* (Volume 27, Number 1, February 2009: 251-284, Gabriella Szatmáry, MD, PhD) is published by arrangement with Elsevier Inc., New York, New York, USA.

## PIŚMIENNICTWO

1. In: Miller NR, Newman NJ editor. Walsh and Hoyt's clinical neuro-ophthalmology. 6th edition. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins; 2005;.
2. In: Müller-Forell WS editors. Imaging of orbital and visual pathway pathology (Medical radiology. Diagnostic imaging). New York, London: Springer-Verlag; 2006;.
3. Wichmann W, Müller-Forell WS. Anatomy. In: Müller-Forell WS editors. Imaging of orbital and visual pathway pathology (Medical radiology. Diagnostic imaging). New York, London: Springer-Verlag; 2006; p. 25–51.
4. Hounsfield G. Computerized transverse axial scanning (tomography), part 1. Description of the system. Br J Radiol. 1973; 46: 1016–1022.
5. Lieb WE, Müller-Forell WS, Wichmann W. Ophthalmologic imaging methods. In: Müller-Forell WS editors. Imaging of orbital and visual pathway pathology (Medical radiology. Diagnostic imaging). New York, London: Springer-Verlag; 2006; p. 18–23.
6. Conneely MF, Haccin-Bey L, Jay WM. Magnetic resonance imaging of the orbit. Semin Ophthalmol. 2008; 23 (3): 179–189.
7. Tamraz J. Neuroradiologic evaluation of the visual system using magnetic resonance imaging. J Clin Neurophysiol. 1994; 11: 500–518.
8. Henkelman RM, Hardy PA, Bishop JE, et al. Why fat is bright in RARE and fast spin-echo imaging. J Magn Reson Imaging. 1992; 2: 533–540.
9. Jackson A, Sheppard S, Johnson AC, et al. Combined fat- and water-suppressed MR imaging of orbital tumors. AJNR Am J Neuroradiol. 1999; 20 (10): 1963–1969.
10. Guy J, Mao J, Bidgood WD, et al. Enhancement and demyelination of the intra-orbital optic nerve. Fat suppression magnetic resonance imaging. Ophthalmology. 1992; 99: 713–719.
11. Jackson A, Sheppard S, Laitt RD, et al. Optic neuritis: MR imaging with combined fat- and water-suppression techniques. Radiology. 1998; 206 (1): 57–63.
12. Wu Q, Butzkueven H, Gresle M, et al. MR diffusion changes correlate with ultra-structurally defined axonal degeneration in murine optic nerve. Neuroimage. 2007; 37 (4): 1138–1147.
13. Schaefer PW. Application of DWI in clinical neurology. J Neuro Sci. 2001; (Suppl 1): S25–S35.
14. Breslau J, Dalley RW, TSuruda JS, et al. Phased-array surface coil MR of the orbits and optic nerves. Am J Neuroradiol. 1995; 16: 1247–1251.
15. Piccirelli M, Luechinger R, Rutz AK. Extraocular muscle deformation assessed by motion-encoded MRI during eye movement in healthy subjects. J Vis. 2007; 7 (14): 5.1–10.
16. Jaffe GJ, Caprioli J. Optical coherence tomography to detect and manage retinal disease and glaucoma. Am J Ophthalmol. 2004; 137: 156–169.
17. Fisher JB, Balcer LJ. Relation of visual function to retinal nerve fiber layer thickness in multiple sclerosis. Ophthalmology. 2006; 113 (2): 324–332.
18. Dick Ad, Nangia V, Atta H. Standardized echography in the differential diagnosis of extraocular muscle enlargement. Eye. 1992; 6: 610–617.
19. Kotval PS, Weitzner IJ, Tenner MS. Diagnosis of carotid-cavernous fistula by periorbital color Doppler imaging and pulsed Doppler volume flow analysis. J Ultrasound Med. 1990; 9: 101–106.
20. Nagy ZZ, Nemeth J, Suveges I, et al. A case of paradoxical worsening of dural-sinus arteriovenous malformation syndrome after neurosurgery. Eur J Ophthalmol. 1995; 5: 265–270.
21. Lieb WE, Shields JA, Cohen SM, et al. Color Doppler imaging in the management of intraocular tumors. Ophthalmology. 1990; 97: 1660–1664.
22. Knapp ME, Flaharty PM, Sergott RC, et al. Gaze-induced amaurosis from central retinal artery compression. Ophthalmology. 1992; 99: 238–240.
23. Daudin JB, Bluwol E, Chaîne G, et al. Cotton-wool spots as first ocular manifestation of giant cell arteritis. J Fr Ophtalmol. 2006; 29 (10): e28.
24. Newman NJ. Topical diagnosis of tumors. In: Miller NR, Newman NJ editor. Walsh and Hoyt's clinical neuro-ophthalmology. 6th edition. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins; 2005; p. 1337–1348.
25. Pane A, Burdon MA, Miller NR. Swollen disc/s, normal vision. In: Pane A, Burdon MA, Miller NR editor. The neuro-ophthalmology survival guide.. Edinburgh: Mosby Elsevier; 2006; p. 113–157.
26. Müller-Forell WS, Pitz S. Orbital pathology. In: Müller-Forell WS editors. Imaging of orbital and visual pathway pathology (Medical radiology. Diagnostic imaging). Springer-Verlag; 2006; p. 147–329.
27. Friedman DI. Pseudotumor cerebri. Neurosurg Clin N Am. 1999; 10: 609–621.
28. Kimberly HH, Shah S, Marill K, et al. Correlation of optic nerve sheath diameter with direct measurement of intracranial pressure. Acad Emerg Med. 2008; 15 (2): 201–204.
29. Newman SA, Jane JA. Meningiomas of the optic nerve, orbit and anterior visual pathways. In: Al Mefty O editors. Meningiomas. New York: Raven; 1991; p. 461–494.

30. Brodsky MC. The „pseudo-CSF” signal of orbital optic glioma on magnetic resonance imaging: a signature of neurofibromatosis. *Surv Ophthalmol.* 1993; 38: 213–218.
31. Seiff SR, Brodsky MC, MacDonald G, et al. Orbital optic glioma in neurofibromatosis. Magnetic resonance diagnosis of perineural arachnoidal gliomatosis. *Arch Ophthalmol.* 1987; 105: 1689–1692.
32. Barboni P, Carelli V. Retinal nerve fiber layer evaluation by optical coherence tomography in Leber's hereditary optic neuropathy. *Ophthalmology.* 2005; 112 (1): 120–126.
33. Dunker S, Wiegand W. Prognostic value of magnetic resonance imaging in monosymptomatic optic neuritis. *Ophthalmology.* 1996; 103: 1768–1773.
34. Pendse S, Bilyk JR, Lee MS. The ticking time bomb. *Surv Ophthalmol.* 2006; 51 (3): 274–279.
35. Wingerchuk DM, Hogancamp WF, O'Brien PC, et al. The clinical course of neuromyelitis optica (Devic's syndrome). *Neurology.* 1999; 53: 1107–1114.
36. Bley TA, Uhl M, Markl M, et al. MRI in giant cell (temporal) arteritis. *Rofo.* 2007; 179: 703–711.
37. Pfadenhauer K, Weber H. Giant cell arteritis of the occipital arteries—a prospective color coded duplex sonography study in 78 patients. *J Neurol.* 2003; 250 (7): 844–849.
38. DeLeón-Ortega J, Carroll KE, Stella NA. Correlation between retinal nerve fiber layer and visual field in eyes with nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy. *Am J Ophthalmol.* 2007; 143: 288–294.
39. Mehta JS, Abou-Rayyah Y, Rose GE. Orbital carcinoid metastases. *Ophthalmology.* 2006; 113 (3): 466–472.
40. Borota OC, Kloster R, Lindal S. Carcinoid tumour metastatic to the orbit with infiltration to the extraocular orbital muscle. *APMIS.* 2005; 113 (2): 135–139.
41. Pless M, Lessell S. Spontaneous visual improvement in orbital apex tumors. *Arch Ophthalmol.* 1996; 114: 704–706.
42. Volpe NJ, Sbarbaro JA, Gendron Livingston K, et al. Occult thyroid eye disease in patients with unexplained ocular misalignment identified by standardized orbital echography. *Am J Ophthalmol.* 2006; 142 (1): 75–81.
43. Carvounis PE, Mehta AP, Geist CE. Orbital myositis associated with *Borrelia burgdorferi* (Lyme disease) infection. *Ophthalmology.* 2004; 111 (5): 1023–1028.
44. Ortube MC, Bholra R, Demer JL. Orbital magnetic resonance imaging of extraocular muscles in chronic progressive external ophthalmoplegia: specific diagnostic findings. *J AAPOS.* 2006; 10 (5): 414–418.
45. Demer JL, Ortube MC, Engle EC, et al. High resolution magnetic resonance imaging demonstrates abnormalities of motor nerves and extraocular muscles in patients with neuropathic strabismus. *J AAPOS.* 2006; 10 (2): 135–142.
46. Chen JS, Mukherjee P, Dillon WP, et al. Restricted diffusion in bilateral optic nerves and retinas as an indicator of venous ischemia caused by cavernous sinus thrombophlebitis. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2006; 27 (9): 1815–1816.
47. Dumont AS, Boulos PT, Jane JA, et al. Craniocorbital fibrous dysplasia: with emphasis on visual impairment and current surgical management. *Neurosurg Focus.* 2001; 10 (5): E6.
48. Chandra A, Lim M, Scott E, et al. Frontoethmoidal mucocele associated with bilateral increased intraocular pressure and proptosis. *Can J Ophthalmol.* 2007; 42 (1): 143–144.
49. Vagefi MR, Hong JE, Zwick OM, et al. Atypical presentations of pleomorphic adenoma of the lacrimal gland. *Ophthalm Plast Reconstr Surg.* 2007; 23 (4): 272–274.
50. Lin SC, Kau HC, Yang CF, et al. Adenoid cystic carcinoma arising in the inferior orbit without evidence of lacrimal gland involvement. *Ophthalm Plast Reconstr Surg.* 2008; 24 (1): 74–76.
51. Chong VF. The orbits in cancer imaging. *Cancer Imaging.* 2006; 6: S27–S31.
52. Grimm SA, Pulido JS, Jahnke K, et al. Primary intraocular lymphoma: an International Primary Central Nervous System Lymphoma Collaborative Group Report. *Ann Oncol.* 2007; 18 (11): 1851–1855.
53. Kiratli H, Erkan K, Söylemezoglu F. Solitary orbital schwannomas: clinical, imaging, and surgical features. *J Fr Ophthalmol.* 2007; 30: 986–991.
54. Abe T, Kawamura N, Homma H, et al. MRI of orbital schwannomas. *Neuroradiology.* 2000; 42 (6): 466–468.
55. Kahana A, Lucarelli MJ, Grayev AM, et al. Noninvasive dynamic magnetic resonance angiography with Time-Resolved Imaging of Contrast Kinetics (TRICKS) in the evaluation of orbital vascular lesions. *Arch Ophthalmol.* 2007; 125 (12): 1635–1642. CrossRef
56. Chung EM, Smirniotopoulos JG, Specht CS, et al. From the archives of the AFIP: pediatric orbit tumors and tumorlike lesions: nonosseous lesions of the extraocular orbit. *Radiographics.* 2007; 27 (6): 1777–1799.
57. Soysal HG. Metastatic tumors of the uvea in 38 eyes. *Can J Ophthalmol.* 2007; 42 (6): 832–835.
58. Ware GT, Haik BG, Morris WR. Renal cell carcinoma with involvement of iris and conjunctiva. *Am J Ophthalmol.* 1999; 127 (4): 460–461.