

Przeznosowe dostępy chirurgiczne w endoskopowych operacjach podstawy czaszki

Transnasal endoscopic approaches to the cranial base

Tomasz Łyson¹, Andrzej Sieńkiewicz², Robert Rutkowski¹, Jan Kochanowicz¹, Grzegorz Turek¹, Marek Rogowski², Zenon Mariak¹

¹Klinika Neurochirurgii, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

²Klinika Otolaryngologii, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

Neurologia i Neurochirurgia Polska 2013; 47, 1: 63-73

DOI: 10.5114/ninp.2012.31474

Streszczenie

Postęp techniki endoskopowej, który dokonał się w ostatniej dekadzie, umożliwia dostęp do prawie całej podstawy czaszki przez jamę nosową. Tak zwane dostępy rozszerzone pozwalają dotrzeć do zatok czołowych, blaszki sitowej, *planum sphenoidale*, okolicy nadsiodłowej, stoku, a nawet kręgu szczytowego i obrotnika. Również w płaszczyźnie wieńcowej dojścia rozszerzone prowadzą do zatok jamistych, szczytu piramidy, jamy Meckela, dołu skrzydłowo-podniebiennej, dołu podskroniowego, a nawet do środkowego dołu czaszki czy oczodołu. Większość z tych dostępów wykorzystywana jest w praktyce przez autorów niniejszego doniesienia. Celem pracy jest usystematyzowanie dotychczas opracowanych dostępów i omówienie anatomii chirurgicznej oraz techniki operacyjnej na podstawie materiału ilustracyjnego uzyskanego podczas własnych operacji oraz z preparatów sekcyjnych.

Słowa kluczowe: endoskopia, podstawa czaszki, dostępy chirurgiczne.

Abstract

Recent advances in surgical endoscopy have made it possible to reach nearly the whole cranial base through a transnasal approach. These 'expanded approaches' lead to the frontal sinuses, the cribriform plate and planum sphenoidale, the suprasellar space, the clivus, odontoid and atlas. By pointing the endoscope laterally, the surgeon can explore structures in the coronal plane such as the cavernous sinuses, the pyramid and Meckel cave, the sphenopalatine and subtemporal fossae, and even the middle fossa and the orbit. The authors of this contribution use most of these approaches in their endoscopic skull base surgery. The purpose of this contribution is to review the hitherto established endoscopic approaches to the skull base and to illustrate them with photographs obtained during self-performed procedures and/or cadaver studies.

Key words: endoscopy, cranial base, surgical approaches.

Wprowadzenie

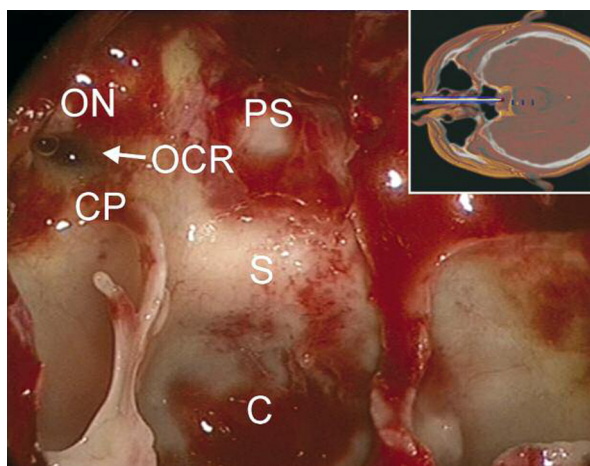
W ostatniej dekadzie byliśmy świadkami opracowania i wdrażania do praktyki klinicznej tzw. rozszerzonych dostępów endoskopowych do podstawy czaszki (*extended endoscopic approaches* – EEA) [1–4]. W tym czasie rozpoznano anatomie chirurgiczną tej okolicy, wytyczono korytarze wiodące do różnych okolic pod-

stawy czaszki oraz opracowano metody wodoszczelnego zamykania ubytków pooperacyjnych. Poprzez praktyczne zastosowanie rezultatów tych badań udowodniono, że z punktu widzenia techniki operacyjnej istnieje możliwość osiągnięcia prawie całej podstawy czaszki za pomocą metod endoskopowych.

Chirurgia endoskopowa podstawy czaszki jest w pewnym sensie kolejnym krokiem endoskopii nosa i zatok

Adres do korespondencji: dr n. med. Tomasz Łyson, Klinika Neurochirurgii, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, ul. M. Skłodowskiej-Curie 24 A, 15-276 Białystok, tel. +48 85 746 82 21, faks +48 85 746 86 26, e-mail: lyson_t@vp.pl

Pracę otrzymano: 18.11.2011; przyjęto do druku: 10.07.2012



Ryc. 1. Widok okolicy siodła tureckiego po zdjęciu przedniej ściany i przegród kostnych zatoki klinowej oraz po usunięciu śluzówki. Endoskop został wprowadzony w sposób przedstawiony we wstawce – obraz uzyskany z fuzji badań za pomocą rezonansu magnetycznego i tomografii komputerowej. Na tylnej ścianie zatoki uwidocznia się dno siodła (S), stok (C), wyciski tętnic szyjnych wewnętrznych (CP), wyciski nerwów wzrokowych (ON) oraz leżące pomiędzy tymi strukturami zachyłki wzrokowo-szyjne (*opto-carotid recess* – OCR). PS – *planum sphenoidale*

Fig. 1. Major landmarks of the sellar region after removal of the anterior wall of the sphenoid sinus and extirpation of the mucosa. The inlet shows the fusion of MR and CT scans with a trajectory of the endoscope. The sella (S), clivus (C), carotid (CP) and optic (ON) prominences with the opto-carotid recesses (OCR) are seen at the posterior wall of the sinus. PS – *planum sphenoidale*

przynosowych, która rozpoczęła się od pionierskich prac Waltera Messerklingera [5], a potem D. Kennedy'ego [6], Waltera Stammbergera [7] i Wolfganga Drafa [8]. Wejście w obszar podstawy czaszki wymagało jednak dalszych opracowań i działania w zespołach interdyscyplinarnych, które korzystały z wcześniejszego doświadczenia chirurgów operujących w okolicy siodła tureckiego.

Hermann Schloffer pierwszy wykonał operację przezklinową guza przysadki w 1907 r. [9], po czym w 1909 r. Hirsch opracował dostęp do siodła, stosując wieloetapową operację przeznosową. Również on, obawiając się zakażenia, zmienił ten dostęp na przezprzegrodowy, podśluzówkowy [10]. Harvey Cushing zarzucił operację z powodu braku możliwości dobrego oświetlenia pola operacyjnego [10]. Norman Dott (uczeń Cushinga), a następnie Gerard Guiot (praktykował u Dotta) i Jules Hardy doskonalili jednak ten dostęp z użyciem mikroskopu operacyjnego. To właśnie Guiot po raz pierwszy w 1963 r. oświetlił pole widzenia za pomocą endoskopu i tak powstała słynna (rozwijana w latach 80. i 90., m.in. przez Michaela Apuzzo) „endoskopowo wspomagana” chirurgia przysadki (termin ten do dzisiaj budzi kontrowersje z powodu swojej wieloznaczności) [10].

Powrót do idei Hirscha (czyli bezpośredniego przez-zatokowego, a nie podśluzówkowego dostępu do okolicy siodła tureckiego) w 1987 r. zawdzięczamy takim chirurgom, jak Griffith oraz Veerapen [11]. Dopiero jednak w 1992 r. Jankowski i wsp. [12] oraz Jho i Carrau w 1996 r. [13] donieśli o pierwszych kilku przypadkach czysto endoskopowej ewakuacji guza przysadki. Także Rodziewicz w 1996 r. opublikował doniesienie opisujące technikę dotarcia do siodła przez oba otwory nosowe [14]. Technika endoskopowa została w drugiej połowie lat 90. twórczo rozwinięta i spopularyzowana przez Enrico Divitisa i Paolo Capabiancę, którzy wprowadzili określenie „funkcjonalna endoskopowa chirurgia przysadki” i – co ważniejsze – zaprojektowali niezbędne do tego celu instrumentarium [15]. W Polsce technikę tę stosuje tylko kilka ośrodków, na czele z katowickim, który opublikował największą dotychczas serię kliniczną [16]. Obecnie jesteśmy świadkami tworzenia, opracowywania i doskonalenia coraz to nowych przeznosowych dostępów endoskopowych do struktur podstawy czaszki, jednak niezbędnym do tego warunkiem i punktem wyjścia jest zawsze opanowanie dostępu do siodła tureckiego.

Najbardziej podstawowy jest dostęp do okolicy siodła tureckiego. W przeciwieństwie do „klasycznych”, wykonywanych podśluzówkowo dojść mikrochirurgicznych, operacja endoskopowa rozpoczyna się od otwarcia i poszerzenia ujścia zatoki klinowej, po czym następuje otwarcie jej przedniej ściany i uwidocznienie okolicy siodła. Po usunięciu śluzówki i przegród kostnych zatoki klinowej ukazuje się panorama struktur podstawy czaszki (ryc. 1.). Na dole widoczny jest stok, bocznie umiejscowione są wyniosłości kryjące odcinek jamisty tętnic szyjnych wewnętrznych i zatoki jamiste, a ku górze – wyniosłości nerwów wzrokowych i *planum sphenoidale*. Trepanacja siodła tureckiego odsłania oponę twardą pomiędzy zatokami jamistymi oraz od guzka siodła do stoku. Dostęp ten stosowany jest zwykle w operacjach resekcji gruczolaków przysadki oraz czaszkgardlaków i torbieli kieszonki Rathkego [16].

Dostępy rozszerzone w płaszczyźnie strzałkowej

Dostęp przezklinowy rozszerzony (*extended endonasal approach* – EEA)

Dostęp ten umożliwia wyjście poza siodło tureckie w kierunku *planum sphenoidale* i stoku, a jego szczegóły opracowali m.in. E. Laws, D. Kelly i W. Couldwell –

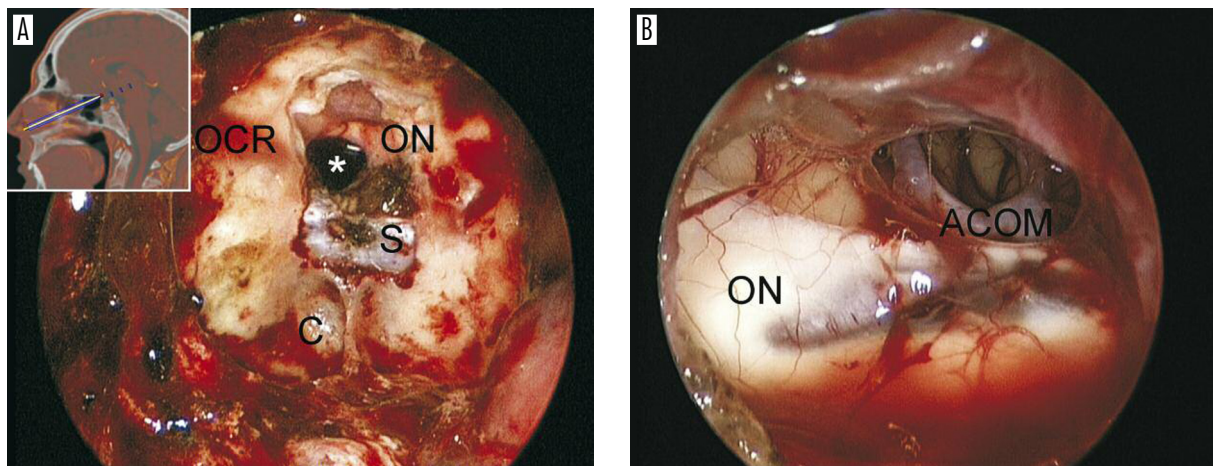
neurochirurdzy pracujący jeszcze techniką mikrochirurgiczną [17,18]. Został zaadaptowany i przystosowany do techniki endoskopowej przez neurochirurgów z Pittsburga (USA) na czele z Hae-Dong Jho, Ricardo Carrau i Aminem Kassamem oraz przez neurochirurgów i laryngologów włoskich na czele z Paolo Capabiancą oraz Enrico Divitisem. Liczba doniesień o usuniętych tą drogą guzów okolicy okołosiodłowej, *planum sphenoidale*, stoku, a nawet okolicy zęba obrotnika rośnie w ostatnich latach od pojedynczych opublikowanych przypadków do kilkudziesięcioposobowych serii klinicznych [3,19,20].

Dostęp przez guzek siodła tureckiego i planum sphenoidale (transsellar/transplanum approach)

W tym dostępie konieczne jest wytworzenie szerokiego korytarza już w obrębie struktur nosa, prowadzącego do podstawy czaszki [3]. Małżowinę środkową usuwa się wraz z małżowiną górną i tylnymi komórkami sitowymi po stronie dojścia, przy czym po drugiej stronie wystarcza najczęściej jedynie jej boczne przesunięcie. Usuwa się także tylną część przegrody nosowej i lemiesz. Boczne granice otwarcia tylnogórnej ściany zatoki klinowej wyznacza wyniosłość tętnic szyjnych i nerwów wzrokowych oraz obręb zatok jami-

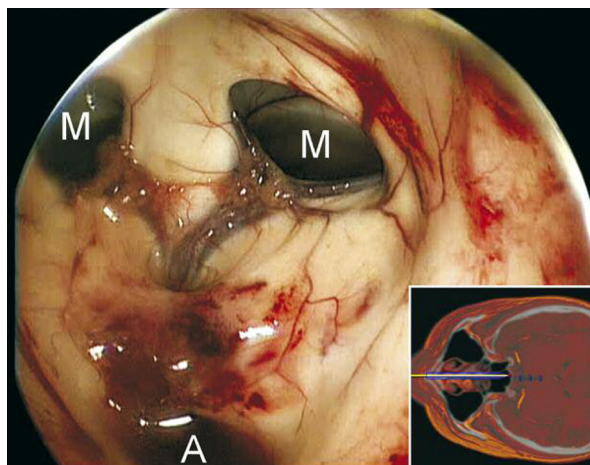
stych [21]. Powyżej i do przodu od zachyłków wzrokowo-szyjnych (*optico-carotid recess* – OCR) otwarcie nie ma już tych anatomicznych ograniczeń, może być szersze i sięgać bocznie aż do więzadeł sierpowatych. *Planum sphenoidale* usuwane jest na długości ok. 1,5–2 cm, a bezpieczną granicę (przekroczenie której grozi uszkodzeniem opuszki węchowej i/lub tętnic sitowych tylnych) wyznacza linia połączenia przedniej ściany zatoki klinowej z podstawą czaszki. Tak uzyskany kształt otwarcia kostnego przypomina bufiastą czapkę kucharza z przewężeniem na poziomie guzka siodła – stąd stosowana nazwa *chief's hat* (ryc. 2A). Oponę nacina się pomiędzy zachyłkami wzrokowo-szyjnymi poniżej i powyżej zatoki międzyjamistej. Następnie zatoka zostaje skoagulowana i przecięta, pozwalając na wgląd w przestrzeń nadsiodłową (ryc. 2.).

Po otwarciu opony uwidacznia się zbiornik blaszki krańcowej oraz zbiornik skrzyżowania, w którym widoczne są przedni brzeg skrzyżowania oraz nerwy wzrokowe. Można tu wydzielić cztery przedziały anatomiczne, do których można wejść endoskopowo: nadsiodłowy, podsiodłowy i zasiodłowy oraz wewnątrzkomorowy. Po skierowaniu optyki powyżej brzegu skrzyżowania uwidacznia się odcinek A1 i A2 obu tętnic przednich, tętnica łącząca przednia wraz z tętnicą Heubnera, a także zakręty proste i zbiornik blaszki



Ryc. 2. A) Operacja czaskogardłaka nadsiodłowego. Otwarcie siodła tureckiego i poszerzenie dojścia w kierunku *planum sphenoidale*. Kształt otwarcia jest typowy, w postaci „czapki kucharza”. Widoczne są pozostałości skoagulowanej zatoki międzyjamistej oraz łoża po usuniętym czaskogardłaku położonym poza skrzyżowaniem (*). Oznaczenia struktur jak na ryc. 1. B) Fenestracja nadsiodłowej torbieli pajęczynówki powodującej ucisk na skrzyżowanie nerwów wzrokowych. Dostęp przez guzek siodła tureckiego odsłania poszerzone i uciśnięte przez odcinki A1 skrzyżowanie nerwów wzrokowych. Dojście do kompleksu tętnicy łączącej przedniej (ACOM) jest możliwe ponad skrzyżowaniem wzrokowym

Fig. 2. A) Removal of a suprasellar retrochiasmatic craniopharyngioma. The floor of the sella and *planum sphenoidale* is drilled out, the intercavernous sinus coagulated to produce a typical ‘chief’s hat’ shape of bone defect. With this approach, a craniopharyngioma has been removed from the retrochiasmatic space (*). B) Trans-tuberculum sellae approach for a suprasellar arachnoid cyst compressing the chiasm. The optic nerves/chiasm complex is markedly flattened and compressed by the A1 segments of the anterior cerebral arteries. By a suprachiasmatic route, the anterior communicating cerebral artery complex (ACOM) can be accessed.



Ryc. 3. Otwarcie siodła tureckiego poszerzone o zdjęcie grzbietu siodła w celu usunięcia guza wewnątrzsiodłowego, który „przewieszał się” przez grzbiet siodła i wypełniał III komorę. Po usunięciu masy guza uzyskuje się komfortowy wgląd do wnętrza III komory. M – otwór Monro, A – ujście wodociągu

Fig. 3. *Trans-dorsum sellae expanded approach for an intrasellar tumor extending behind the dorsum into the third ventricle. After evacuation of the mass, the ventricle can be thoroughly inspected by advancing the telescope into its lumen. M – foramen of Monro, A – aqueduct*

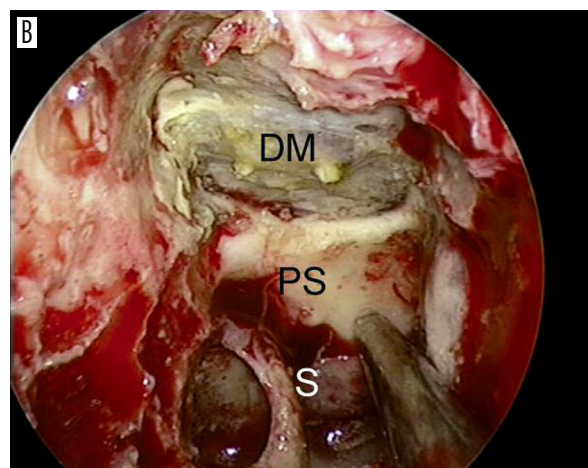
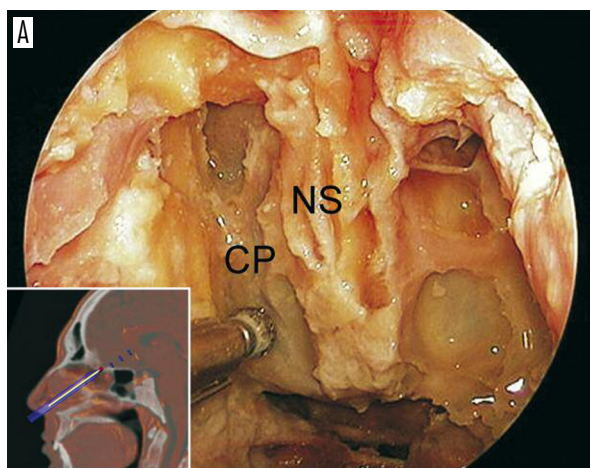
krańcowej. Endoskop może być również wprowadzony poniżej skrzyżowania w kierunku ciał suteczkwatych. Wówczas przedstawia nam się dolna część skrzyżowania wraz z nerwami wzrokowymi, lejek przysadki, tętnice przysadkowe górne oraz pasma wzrokowe. Po zagłębieniu endoskopu i skierowaniu go nieco do boku widoczna się tętnica szyjna wewnętrzna oraz odci-

nek A1 tętnicy przedniej, górną powierzchnię przysadki mózgowej oraz grzbiet siodła. Wprowadzając endoskop pomiędzy lejkiem przysadki a tętnicą szyjną, można się znaleźć w przestrzeni zasiodłowej, w której widoczna się górna 1/3 część tętnicy podstawnej wraz z tętnicami mózgowymi górnymi i tylnymi mózgu, most i nerwy okoruchowe. Widoczne są także ciała suteczkwate oraz ściana III komory mózgu.

Eksploracja komory III jest możliwa po wykonaniu otwarcia jej dna do przodu od ciał suteczkwatych. Widoczne są wówczas oba wzgórza i zrost międzywzgórzowy, otwory Monro, a nawet zachyłek szyszynki, spoidło tylne, spoidło uzdeczek i wodociąg (ryc. 3.) [22].

Dostęp przez blaszkę sitową

Dojście to może występować jako rozszerzenie ku przodowi opisanego powyżej dostępu przez *planum* albo jako dostęp samodzielny, przy którym *planum* jest zaoszczędzone. Anatomiczne ograniczenie otwarcia od przodu stanowi tylna ściana zatoki czołowej, a od tyłu przednia ściana zatoki klinowej. Usunięcie blaszki sitowej i dalej ku przodowi grzebienia koguciego daje szeroki wgląd w podstawę przedniego dołu czaszki (ryc. 4.). Boczną granicą otwarcia stają się przyśrodkowe ściany oczodołów. Dostęp ten jest najczęściej wykorzystywany do wycięcia oponiaków czy nerwiaków węchowych zarodkowych [3], a także do takich zmian, jak śluzowaki czy przepukliny oponowo-mózgowe.



Ryc. 4. A) Odsłonięta blaszka sitowa (CP) przed wykonaniem kraniektomii. NS – miejsce po usuniętej górnej części przegrody nosa. B) Częściowo wykonana kraniektomia w obrębie blaszki sitowej w czasie operacji usuwania potwornika podstawy płatów czołowych. Wstawka w lewym dolnym rogu pokazuje kierunek wprowadzenia endoskopu na obrazie uzyskanym z fuzji badań za pomocą tomografii komputerowej i rezonansu magnetycznego. DM – opona twarda przedniego dołu czaszki, PS – *planum sphenoidale*, S – siodło tureckie

Fig. 4. A) *Cribriform plate (CP) exposed for craniectomy. NS – the attachment of the removed superior edge of the nasal septum. B) Craniectomy within the cribriform plate being performed to approach a teratoma of the anterior cranial fossa. The inset shows the position of the telescope in the image obtained by fusion of the MRI and CT. DM – dura of the floor of the anterior fossa, PS – *planum sphenoidale*, S – sella*

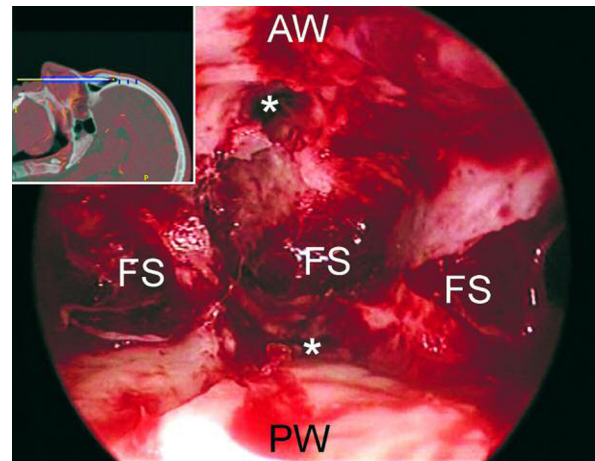
Dostęp do zatok czołowych techniką Draf III

Izolowane, szerokie otwarcie dolnych ścian zatok czołowych wykonywał już pod koniec XIX w. Lothrop z dojścia zewnętrznego [23]. Draf w 1991 r. przystosował je do przeznosowej techniki endoskopowej [24]. Według klasyfikacji tego autora dostęp Draf I oznacza poszerzenie/otwarcie *ostium*, dostęp Draf IIa – poszerzenie otwarcia od oczodołu do małżowiny środkowej, Draf IIb – otwarcie od oczodołu do przegrody nosa, a Draf III (wykonywany zmodyfikowaną endoskopową techniką Lothrop) – od oczodołu do oczodołu (ryc. 5). W fazie wstępnej otwierane są najczęściej komórki sito- we przednie, zachyłek czołowo-sitowy i komórki grobli nosa. Tak uzyskuje się dostęp do *ostium*, które poszerza się do bocznie i przysrodkowo, spiłowując dziób noso- wo-czołowy. Wycięcie przednio-górnego fragmentu przegrody nosa umożliwia szeroki wgląd do zatoki. Usuwana jest także przegroda międzykomorowa. Przy użyciu endoskopii można więc penetrować prawie całą zatokę czołową i usuwać z niej np. śluzowaki oraz zamy- kać wrota płynotoków. Problemów nastręcza skuteczne działanie w obrębie szczytu zatoki i w jej wąskich zachyłkach bocznych, a to ze względu na ograniczenie anatomiczne wynikające z zakrzywienia i zwężenia zato- ki. Z tego powodu doniesienia o skutecznym zamknię- ciu płynotoku z zatoki czołowej wciąż należą do kazu- istyki [25].

Dostęp do stoku, przestokowy i do okolicy otworu wielkiego

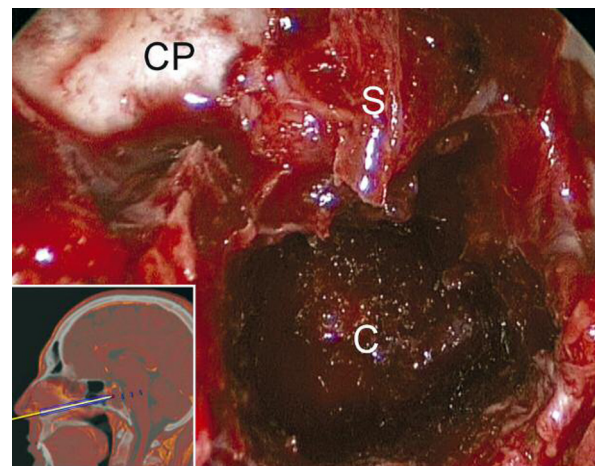
W 2009 r. de Notaris opisał studium anatomiczne na zwłokach [26], a obecnie publikowane są już kolej- ne serie kliniczne guzów usuwanych tą techniką z oko- licy stoku oraz otworu wielkiego – aż do poziomu dru- giego kręgu szyjnego [27]. Najczęściej są to struniaki i chrzęstniakomięsaki, ale zdarzają się również gruczo- laki przysadki niszczące górną część stoku.

Zabieg rozpoczyna się od prawostronnego wycięcia małżowiny środkowej oraz poszerzenia przestrzeni pomiędzy małżowiną środkową a przegrodą nosa po stronie lewej, aby uzyskać szeroki wgląd do zatoki klinowej. Posuwając się w kierunku jej tylnej ściany, należy usunąć tylną część przegrody, lemiesz oraz *rostrum*. Posługując się wiertarką z wiertłem diamentowym, można poszerzać ku tyłowi i dołowi otwarcie siodła albo bezpośrednio otwierać stok w miejscu zmiany (ryc. 6.). Wskazane jest posługiwanie się neuronawigacją i sondą dopplerowską. Usunięcie górnej części stoku do pozio-



Ryc. 5. Dostęp Draf III do zatoki czołowej uzyskany po wykonaniu otwarcia zato- ki zmodyfikowaną techniką Lothrop. FS – wnętrze zatoki czołowej z widocz- nymi trzema jej komorami po zdjęciu przegrod, AW – przednia ściana zatoki, PW – ściana tylna. * – miejsca uszkodzenia nożem perforacji przedniej i tylnej ściany zatoki. Trajektorię endoskopu uwidacznia wstawka w lewym górnym rogu

Fig. 5. Frontal sinus exposed with modified Lothrop technique (Draf III approach). FS – three compartments of the frontal sinus after removal of internal bony laminae, AW – anterior wall of the frontal sinus, PW – posterior wall, aste- risk marks the sites of stabbing of the sinus with a knife



Ryc. 6. Dostęp endoskopowy do stoku uzyskany przez usunięcie przedniej ściany zatoki klinowej, tylnej części przegrody nosa, lemiesza i rostrum. C – łoża po usunię- tym guzie stoku, CP – wycisk kostny tętnicy szyjnej wewnętrznej prawej, S – okolica siodła tureckiego z widoczną pozostałością przegrody kostnej zatoki kli- nowej. Wstawka pokazuje trajektorię endoskopu w kierunku zmiany w obrębie stoku

Fig. 6. Approach to the clivus obtained by removal of the anterior wall of the sphenoid sinus, posterior nasal septum, vomer and rostrum. C – site of the re- moved intracaval tumor, CP – carotid prominence, S – sellar region with a visible remnant of the bony septum. The inlet shows a trajectory of the telescope poin- ting at a pathology within the clivus

mu dna siodła tureckiego uwidacznia tętnicę podstawną oraz daje wgląd do dołu międzykonarowego. Należy jed- nak pamiętać, że na tylnej powierzchni stoku znajdują się liczne śródtwardówkowe lakuny i spłoty żyłne, nie-

raz tak obfite, że krwawienie z nich może wymusić przerwanie zabiegu.

W przypadku umiejscowienia patologii w 1/3 środkowej stoku lub wówczas, gdy guz penetruje daleko do boku, zabieg staje się technicznie znacznie trudniejszy niż w przypadku 1/3 górnej stoku. Dojście do 1/3 środkowej stoku wiąże się z możliwością uszkodzenia nerwu odwodzącego, który na poziomie połączenia tętnic kręgowych podąża z górnej części rdzenia przedłużonego w kierunku kanału Dorella [27].

Możliwe jest również wykonanie pankliwektomii, której zakres sięga od grzbietu siodła i wyrostków pochyłych tylnych do przedniego brzegu otworu wielkiego. Nie należy przy tym przekraczać poziomu przyśrodkowej krawędzi wyrostków skrzydłowych, aby nie uszkodzić tętnic szyjnych w ich odcinku skalistym. W dolnej części stoku boczną granicę otwarcia stanowi dół Rosenmüllera i *torus tubarius*.

Dostęp do zęba obrotnika i transodontoidalny

Kassam i wsp. [28] opisali dojście do tej okolicy, które zaczyna się od obustronnej sfenoidotomii, częściowego wycięcia tylnej części przegrody nosa i wycięcia małżowiny środkowej po stronie prawej. Dostęp do zęba uzyskuje się przy tej technice poprzez nacięcie śluzówki nosogardła w formie płata, którego podstawa znajduje się na poziomie podniebienia miękkiego. Po nacięciu powięzi mięśnie przykręgosłupowe

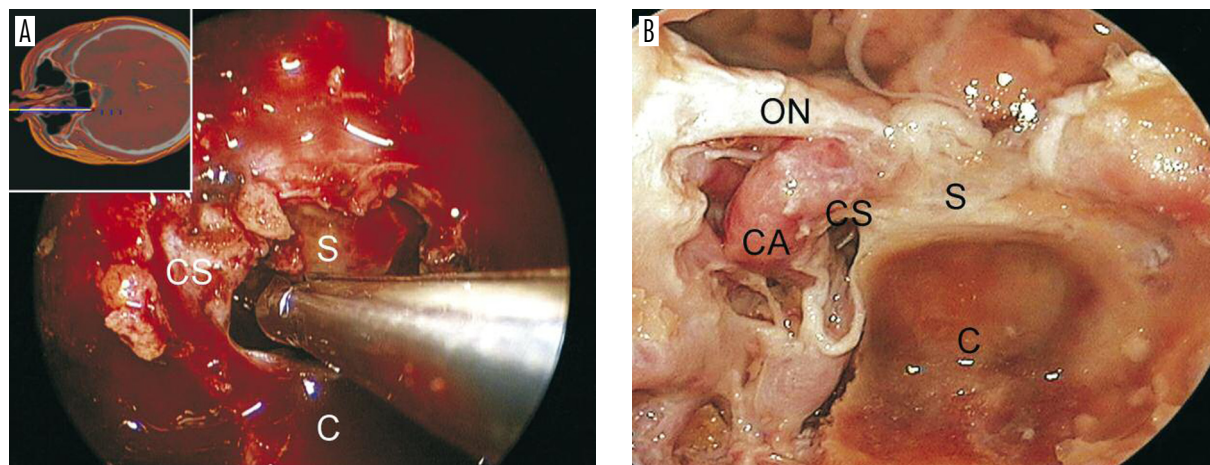
są odsuwane bocznie, co pomaga wyeksponować kręgi C1 i ząb obrotnika. Można go usunąć w przypadku jego patologii lub kiedy istnieje konieczność dostępu do zmian leżących w przedniej części kanału kręgowego na tym poziomie [28]. Technika usuwania zęba jest standardowa, jednak szersze niż przy dostępach „konwencjonalnych” odsłonięcie struktur anatomicznych (zwłaszcza orientacja w przebiegu tętnicy szyjnej) pozwala zachować lepszą kontrolę nad każdym krokiem operacji. Zazwyczaj jednak niezbędne jest również użycie neuronawigacji.

Dostępy rozszerzone w płaszczyźnie wieńcowej

O ile dostępy rozszerzone do przodu i ku tyłowi od siodła są w sensie anatomicznym bardziej „intuicyjne”, o tyle otwarcia idące bocznie w stosunku do „korytarza środkowego” napotykać na struktury bardziej skomplikowane przestrzennie i dlatego wciąż uchodzą za raczej awangardowe.

Dostęp do zatoki jamistej

Najbardziej naturalnym dostępem jest ten, w którym decydujemy się podążać za zmianą wnikałą z zatoki klinowej i siodła w obręb zatoki jamistej. Niejednokrotnie oponiaki jedynie uciskają i przemieszczają zatokę i w miejscu jej anatomicznego położenia znajdujemy guz, który udaje się odseparować od jej ścian. Rozszerzenie to nie



Ryc. 7. A) Dostęp rozszerzony w kierunku prawej zatoki jamistej (CS). Szerokie usunięcie przedniej ściany zatoki klinowej i usunięcie wewnątrzsiodłowej części guza pozwala na eksplorację w kierunku bocznym od siodła tureckiego poprzez zdjęcie blaszki kostnej w obrębie wycisku tętnicy szyjnej. W ten sposób okolica zatoki jamistej (CS) jest udostępniona ewentualnym manipulacjom. B) Ta sama perspektywa pokazana na preparacie anatomicznym. S – siodło tureckie, ON – nerw wzrokowy, CA – tętnica szyjna, C – stok

Fig. 7. A) Laterally extended approach to expose the right cavernous sinus (CS), obtained by extensive removal of the anterior wall of the sphenoid sinus, extirpation of the intrasellar part of a tumor and drilling out the carotid prominence. B) The same perspective seen on a cadaver preparation. S – sella, ON – optic nerve, CA – carotid artery, C – clivus

stwarza specjalnych trudności anatomicznych – wystarczy się posuwać w kierunku bocznym, zdejmując obramowanie kostne tętnicy szyjnej, najlepiej rozpoczynając od części przyśrodkowej w siodle tureckim (ryc. 7.). Zarówno Provadello, jak i Kassam nie zalecają jednak manipulacji w tej okolicy, z wyjątkiem sytuacji, gdy inwazja guza doprowadziła już do porażenia nerwów zatoki [1].

Dostępy skaliste: do szczytu piramidy, okolicy połączenia piramidy ze stokiem, jamy Meckela

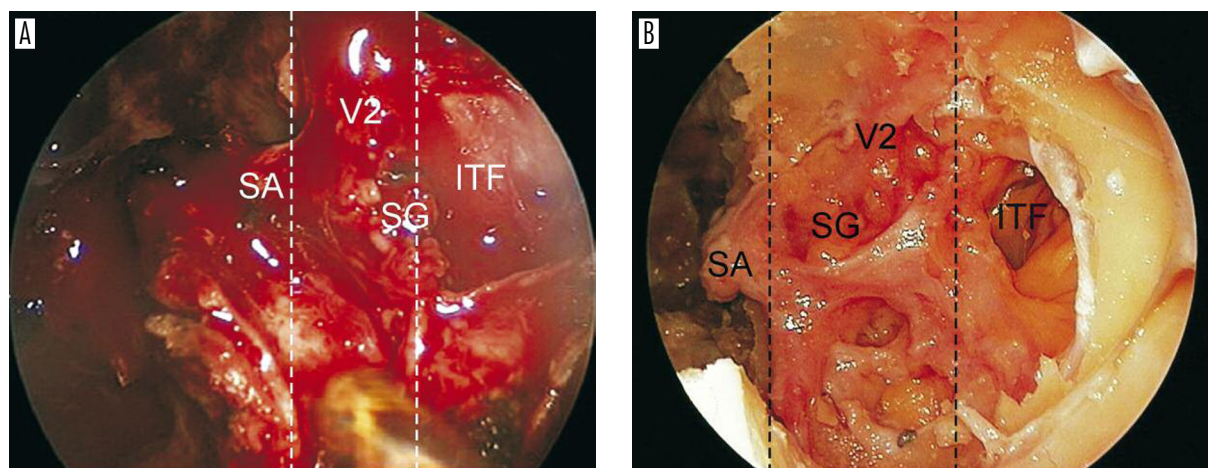
Dojścia te wymagają otwarcia zatoki szczękowej i zdjęcia jej tylnej ściany. Nerve i tętnica Widiusza pomagają w uzyskaniu orientacji, ponieważ kanał Widiusza prowadzi do tętnicy szyjnej w okolicy otworu poszarpanego. Zwiercenie kości poniżej nerwu Widiusza pozwala zidentyfikować tętnicę przed jej wejściem do zatoki jamistej, a zdjęcie bocznego obramowania kostnego pozwala zmobilizować i odsunąć tętnicę na bok. Po wykonaniu tych czynności uzyskuje się bezpośredni wgląd w okolicę szczytu piramidy i można kontynuować otwarcie aż do przedniego brzegu otworu słuchowego wewnętrznego. Jeżeli zależy nam na odsłonięciu okolicy połączenia piramidy ze stokiem, wówczas po odsłonięciu tętnicy szyjnej w miejscu otworu poszarpanego odsłaniamy ją jeszcze szerzej w jej odcinku skalistym oraz jamistym. Poniżej i do boku od części skalistej (poziomej)

tętnicy szyjnej znajdują się kości połączenia piramidy i stoku. Usuwa się je za pomocą wiertarki, aż do uwidocznienia opony twardej oraz splotów żylnych. Po otwarciu opony możemy uzyskać wgląd w przednio-przyśrodkową część zbiornika mostu [1,26].

Szerokie otwarcie zatoki szczękowej pozwala również uzyskać dostęp do przedniej części jamy Meckela. W tym celu należy uwidocznić tylną i górną ścianę zatoki, a następnie odsłonić drugą gałąź nerwu trójdzielnego i podążać za nim aż w okolice otworu okrągłego, gdzie nerw przeszywa oponę twardą. Następnie podąża się za tętnicą szyjną bocznie i ku górze, zdejmując jej kostne obramowanie. Granice otwarcia opony twardej wyznacza od dołu i przyśrodkowo tętnica szyjna, bocznie nerw V2, a od góry nerw odwodzący [1].

Dostęp do dołu skrzydłowo-podniebiennego, dołu podskroniowego i środkowego dołu czaszki

Dół skrzydłowo-podniebienny może być docelowym miejscem interwencji chirurgicznej lub być wykorzystany jako korytarz prowadzący do środkowego dołu czaszki i do dołu podskroniowego. Dostęp do tych struktur wymaga otwarcia zatoki szczękowej i zwiercenia jej tylnej ściany. Na pierwszym etapie wymagane jest usunięcie wyrostka haczykowatego, małżowiny środkowej i dolnej, puszki sitowej oraz wykonanie tzw. antrostomii.



Ryc. 8. Wgląd endoskopowy do dołu skrzydłowo-podniebiennego i podskroniowego uzyskany za pomocą optyki 0° wprowadzonej poprzez niewielkie otwarcie przedniej ściany zatoki szczękowej lewej (dostęp Caldwell Luca). Linia przerywana w miejscu usuniętych obu blaszek wyrostka skrzydłowego kości klinowej zaznacza zarys dołu skroniowo-podniebiennego. Bocznie od niego okolica dołu podskroniowego (ITF). A) Widok po usunięciu rozległego guza wypełniającego zatokę szczękową i dół skrzydłowo-podniebienny oraz podskroniowy. B) Te same struktury widoczne na preparacie anatomicznym. SA – tętnica klinowo-podniebienna, SG – zwój skrzydłowo-podniebienny; V2 – druga gałąź nerwu trójdzielnego

Fig. 8. Endoscopic panorama of the pterygopalatine and infratemporal fossae as seen with a 0° telescope introduced through a minute opening of the anterior wall of the maxillary sinus (Caldwell Luc approach). Dotted lines drawn at the site of removed laminae of the pterygoid process mark the outline of the pterygopalatine fossa. The infratemporal fossa (ITF) projects laterally. A) View after removal of a vast tumor of the maxillary sinus, expanding to the pterygopalatine and infratemporal fossae. B) The same structures seen on the cadaver preparation. SA – sphenopalatine artery, SG – sphenopalatine ganglion, V2 – second branch of the trigeminal nerve

Usunięcie tylnej ściany zatoki szczękowej jest równoznaczne z otwarciem dołu skrzydłowo-podniebiennego przyśrodkowo i dołu podskroniowego bocznie (ryc. 8.). Obie te przestrzenie łączą się ze sobą poprzez szczelinę skrzydłowo-podniebienną. Do tyłu od tętnicy skrzydłowo-podniebiennej, już w dole skrzydłowo-podniebiennym, leży zwoj skrzydłowo-podniebienny. Posuwając się wzdłuż niego, przyśrodkowo identyfikujemy nerw Widiusza oraz kanał skrzydłowy. Dalsze poszerzenie dostępu w kierunku kanału skrzydłowego pozwala odsłonić część skalistą tętnicy szyjnej wewnętrznej. Bocznie od zwoju skrzydłowo-podniebiennego znajduje się nerw podoczodołowy (V2), który do przodu i do góry podąża w kierunku dna oczodołu, a do tyłu w kierunku otworu okrągłego [1].

Jeżeli nie chcemy używać optyk kątowych i zakrzywionych narzędzi, można wykonać klasyczne otwarcie Caldwell-Luca poprzez niewielkie nacięcie w przedścionku jamy ustnej i maksilotomię przednią [29]. Można również pozostawić zatokę od przodu nienaruszoną, a zamiast tego nieco poszerzyć bocznie otwór gruszkowaty od strony nosa (dostęp Denkera) [30]. Wówczas również niekonieczne stają się optyki kątowe, a narzędzia i optykę 0° można wprowadzić przez nos. Minusem tej metody jest niewielki pooperacyjny defekt kosmetyczny.

Resekcja bocznej blaszki wyrostka skrzydłowego odsłania otwór owalny i uwidacznia trzecią gałąź nerwu

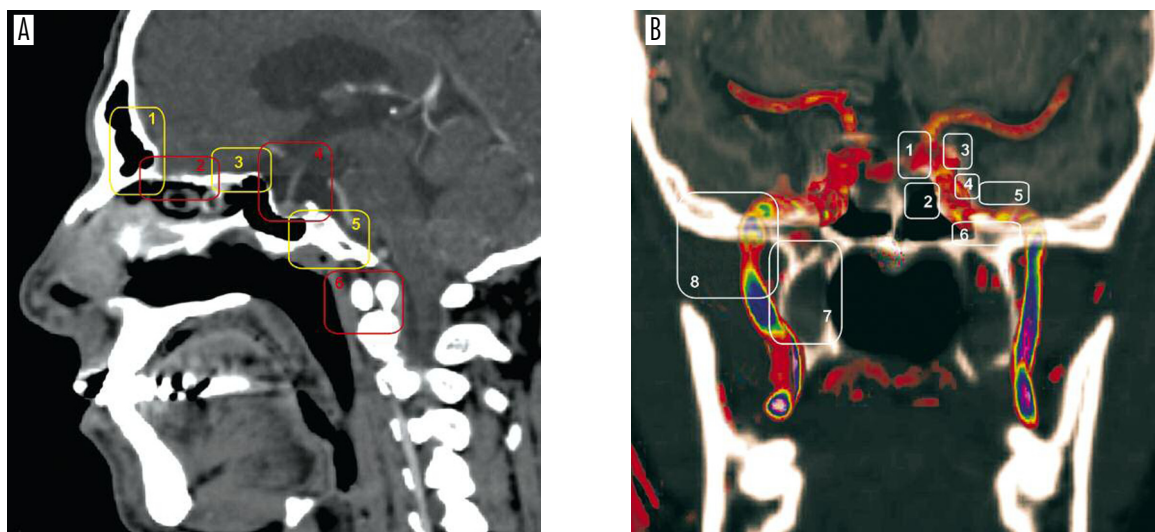
trójdzielnego. Do boku od otworu okrągłego uwidacznia się tętnicę oponową środkową oraz, po usunięciu tkanki tłuszczowej, górny odcinek tętnicy szyjnej wewnętrznej. Po odsłonięciu tej tętnicy i jej zmobilizowaniu można eksplorować przestrzeń znajdującą się poza nią. Usunięcie bocznej i przyśrodkowej blaszki wyrostka skrzydłowego kości klinowej prowadzi do otworu wielkiego, otworu nerwu podjęzykowego i otworu żyły szyjnej [31].

Dostęp do środkowego dołu czaszki na początku przebiega podobnie do opisanego powyżej. Po zlokalizowaniu miejsca połączenia boczego wyrostka podniebiennego ze skrzydłem większym kości klinowej staje się ono punktem wyjścia do wykonania kraniektomii i usunięcia przednio-przyśrodkowej części skrzydła większego [32].

Przeznosowe dostępy endoskopowe do oczodołu

Oczodół jest na tyle specyficznym celem eksploracji endoskopowej, że wymaga osobnego potraktowania. Dlatego dostępy te zostaną przedstawione jedynie hasłowo.

Dostęp do części przyśrodkowej oczodołu uzyskuje się przez usunięcie sitowia i blaszki papierowatej. Niezbędne jest posłużenie się neuronawigacją i/lub ultrasonografią śródoperacyjną w celu usunięcia lub biopsji zmiany patologicznej [33–37].



Ryc. 9. Przeznosowe dostępy endoskopowe naniesione schematycznie na obraz uzyskany poprzez fuzję obrazów tomografii komputerowej i rezonansu magnetycznego z uwidocznieniem przebiegu tętnic szyjnych. A) Przekrój w płaszczyźnie strzałkowej pośrodkowej: 1) dostęp sposobem Drafa, 2) dostęp przez blaszkę sitową, 3) dostęp przez *planum sphenoidale*, 4) dostęp przezsiodłowy, 5) dostęp przezstokowy, 6) dostęp do zęba obrotnika. B) Przekrój w płaszczyźnie wieńcowej przez wyrostki skrzydłowe: 1) dostęp przyśrodkowy do zatoki jamistej, 2) dostęp do szczytu piramidy kości skroniowej, 3) dostęp boczny do zatoki jamistej, 4) dostęp do jamy Meckela, 5) dostęp nadskalisty, 6) dostęp podskalisty, 7) dostęp do dołu skrzydłowo-podniebiennego, 8) dostęp do dołu podskroniowego

Fig. 9. Picture obtained by merging MR and CT images to show locations of extended transnasal endoscopic approaches. A) sagittal plane: 1) approach according to Draf, 2) transcribriform plate approach, 3) transplanum approach, 4) transsellar approach, 5) transclival approach, 6) transodontoid approach. B) Coronal plane – scan through the pterygoid processes: 1) medial cavernous sinus approach, 2) petrous apex approach, 3) lateral cavernous sinus approach, 4) Meckel cave approach, 5) suprapetrous approach, 6) infrapetrous approach, 7) sphenopalatine fossa approach, 8) infratemporal fossa approach

Tabela 1. Systematyka przynosowych rozszerzonych dostępów endoskopowych do podstawy czaszki

Nazwa dostępu		Zastosowanie
Płaszczyzna strzałkowa	Draf IIB Draf III (zmodyfikowana technika Lothrop)	dostęp do zatoki czołowej, w szczególności do zmian w okolicy tylnej ściany tej zatoki
	<i>trans-cribriform plate</i> (przez blaszkę sitową)	dostęp do podstawy płatów czołowych, z usunięciem grzebienia koguciego i blaszki sitowej
	<i>trans-planum sphenoidale</i> (przez płaszczyznę klinową)	dostęp do tylnej części podstawy płatów czołowych oraz okolicy nadsiodłowej
	<i>trans-tuberculum sellae</i> (przez guzek siodła)	wykorzystywany najczęściej do operacji oponiaków okolicy guzka siodła
	<i>trans-sellar</i> (przezsiodłowy)	dostęp do przestrzeni nad- i zasiodłowej oraz do III komory mózgu; wariant tego otwarcia to dostęp przez grzbiet siodła tureckiego (<i>trans-dorsum sellae</i>)
	<i>transclival</i> (do- lub przezstokowy)	<i>superior</i> górny – wymaga transpozycji przysadki mózgowej
		<i>middle</i> środkowy – środkowa część stoku
		<i>inferior</i> dolny – do okolicy otworu wielkiego
	<i>transodontoid</i> (do okolicy zęba obrotnika)	stosowany w przypadku odbarczenia okolicy otworu wielkiego
Płaszczyzna wcięcowa	przednie	
	<i>trans-lamina papyracea</i> (przyśrodkowy dostęp do oczodołu)	eksploracja oczodołu poprzez blaszkę papierową, po wykonaniu etmoidektomii
	<i>maxillary antrostomy</i> (przezszczękowy)	do dolnej ściany oczodołu
	do kanału nerwu wzrokowego	otwarcie kanału nerwu wzrokowego w celu odbarczenia nerwu
	<i>middle cavernous sinus</i> (do zatoki jamistej)	wykorzystywany do eksploracji przyśrodkowej części zatoki jamistej
	środkowe	
	<i>suprapetrous</i> (nadskalisty)	przezklinowy; drenaż ziarniniaka cholesterolowego możliwy bez transpozycji tętnicy, natomiast transpozycja tętnicy pozwala dotrzeć do szczytu piramidy i do jamy Meckela
	<i>trans-pterygopalatine</i> (przez lub do dołu skrzydłowo-podniebiennego)	interwencje w obrębie dołu skrzydłowo-podniebiennego, ponadto poszerzenie tego dostępu w kierunku tylnym pozwala odsłonić odcinek skalisty tętnicy szyjnej wewnętrznej
	<i>trans-infratemporal</i> (przez lub do dołu podskroniowego)	zmiany w obrębie tej struktury, ponadto kontynuacja otwarcia prowadzi do środkowego dołu czaszki
tylne	<i>transcondylar</i> (przezskłykciowy)	dostęp do przednio-bocznej części otworu wielkiego
	<i>trans-jugular tubercle</i> (przez guzek szyjny)	dostęp do okolicy opuszki żyły szyjnej
	<i>infrapetrous</i> (podskalisty)	dostęp do dolnej części szczytu piramidy

Dostęp do dolnej ściany oczodołu uzyskuje się, wchodząc do zatoki szczękowej od strony nosa i wykonując szeroką antrostomię lub stosując wspomniany powyżej dostęp Denkera. Można w ten sposób zrekonstruować złamania dolnej ściany oczodołu (tzw. złamania *blow out*), usuwać ciała obce lub wykonywać biopsje guzów dolnej części oczodołu [35].

Podsumowanie

Endoskopowe dostępy rozszerzone do podstawy czaszki stanowią alternatywę dla wielu klasycznych do-

stępów zewnętrznych, takich jak dostęp pterionalny, podczołowy, dostęp czołowo-skroniowo-oczodołowo-jarz-mowy, dostęp podpotyliczny boczny czy dostępy skaliste, z ich licznymi modyfikacjami (ryc. 9., tab. 1.). Jest jednak ważne, aby zdawać sobie sprawę, że dostępy endoskopowe, choć „przekształcają guz podstawy czaszki w guz położony powierzchownie”, nie są dostęпами *stricto* minimalnie inwazyjnymi. Zawsze dąży się do wytworzenia szerokiego otwarcia podstawy czaszki, co wymaga usunięcia wielu struktur anatomicznych, a następnie zaangażowania następnych podczas wykonywania zamknięcia. Co do zasady, „nowoczesność” techniki endosko-

pożej nie oznacza jej wyższości w każdej sytuacji. Tylko znajomość specyficznej „anatomii endoskopowej” (którą można uzyskać jedynie poprzez ćwiczenia w laboratorium) pozwala zdecydować, czy wariant endoskopowy rzeczywiście ma sens i czy technika klasyczna nie stanowi w danym przypadku lepszej opcji. Decyzja w każdym przypadku powinna być indywidualna, a kryterium wyboru nie powinien stanowić sam fakt dysponowania techniką endoskopową.

Należy też zdawać sobie sprawę, że przejście do dostępów rozszerzonych jest możliwe dopiero po opanowaniu najpierw operacji nosa i zatok przynosowych, potem interwencji w obrębie siodła i zaopatrywania płynotoków [38]. Następnym krokiem jest poszerzanie dostępów w płaszczyźnie strzałkowej i wejście do trzeciej komory. Rozszerzenie interwencji w płaszczyźnie wieńcowej jest możliwe dla tych, którzy bezbłędnie opanowali technikę czterech rąk (operatora i asysty) z wykorzystaniem obydwu otworów nosowych, a także dysponują szerokim zestawem optyk, narzędzi do wiercenia, preparowania i koagulowania. Na koniec, choć to również bardzo ważne, należy zdawać sobie sprawę, że nie możliwe jest stosowanie dostępów rozszerzonych bez dobrego opanowania techniki zamykania szeroko otwartej przestrzeni podtwardówkowej. Zdecydowanie niewystarczające jest zwykłe aplikowanie wolnego tłuszczu, kleju tkankowego, opony liofilizowanej, sztucznych substytutów opony twardej, matryc kolagenowych czy wolnych przeszczepów z powięzi szerokiej uda oraz śluzówki nosa [39]. Skuteczna okazała się jedynie plastyka za pomocą uszypułowanych przeszczepów śluzówkowych, które pozwoliły zmniejszyć częstość płynotoków pooperacyjnych z 20% do 5,7% [1,40]. Podstawową techniką jest wytworzenie płata przegrodowego, uszypułowanego na tętnicy klinowo-podniebiennej (tzw. *Hadad-Bassagasteguy flap* – HBF), chociaż wykorzystuje się również inne płaty uszypułowane, np. płat policzkowy czy z małżowin nosowych [41].

Doniesienia kliniczne z ostatnich lat prowadzą do wniosku, że opracowano już technikę i zademonstrowano wykonalność eksploracji całej w zasadzie podstawy czaszki za pomocą metod endoskopowych. Samo zademonstrowanie technicznej możliwości wykonania operacji w najlepiej wyposażonym ośrodku światowym nie wystarczy jednak do rozpowszechnienia tej metody, a tym bardziej do jej akceptacji przez szerokie kręgi neurochirurgów. Należy więc na dalszym etapie również udowodnić, że metoda endoskopowa jest co najmniej tak bezpieczna i tak skuteczna jak metody klasyczne, a co więcej, że nadaje się do adaptacji przez „zwykłe”,

dobrze wyposażone ośrodki neurochirurgiczne. Niemniej jednak wydaje się, że w niedalekiej przyszłości endoskop będzie na równi z mikroskopem naturalnym narzędziem pracy neurochirurga.

Oświadczenie

Praca finansowana z grantu NCBiR Nr 17-59097.
Autorzy zgłaszają brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo

1. Prevedello D.M., Kassam A.B., Snyderman C. i wsp. Endoscopic cranial base surgery: ready for prime time? *Clin Neurosurg* 2007; 54: 48-57.
2. Dehdashti A.R., Ganna A., Witterick I. i wsp. Expanded endoscopic endonasal approach for anterior cranial base and suprasellar lesions: indications and limitations. *Neurosurgery* 2009; 64: 677-687.
3. De Divitiis E., Cavallo L.M., Cappabianca P. i wsp. Extended endoscopic endonasal transsphenoidal approach for the removal of suprasellar tumors: part 2. *Neurosurgery* 2007; 60: 46-58.
4. Wang J., Bidari S., Inoue K. i wsp. Extensions of the sphenoid sinus: a new classification. *Neurosurgery* 2010; 66: 797-816.
5. Messerklinger W. Nasal endoscopy: demonstration, localization and differential diagnosis of nasal liquororrhea. *HNO* 1972; 20: 268-270.
6. Kennedy D.W., Zinreich S.J., Rosenbaum A.E. i wsp. Functional endoscopic sinus surgery. Theory and diagnostic evaluation. *Arch Otolaryngol* 1985; 111: 576-582.
7. Stammberger H. Nasal and paranasal sinus endoscopy. A diagnostic and surgical approach to recurrent sinusitis. *Endoscopy* 1986; 18: 213-218.
8. Draf W. Endoscopy of the paranasal sinuses. *Deutsches Arzteblatt* 1983; 80: 21-28.
9. Fatović-Ferencić S., Gnjidić Z. Centenary of the first trans-sphenoidal surgery of the hypophysis (Hermann Schloffer 1907) and its echoes within Croatian neurosurgical practice. *Wien Med Wochenschr* 2007; 157: 618-624.
10. Lee S.C., Senior B.A. Endoscopic skull base surgery. *Clin Exp Otorhinolaryngol* 2008; 1: 53-62.
11. Griffith H.B., Veerapen R. A direct transnasal approach to the sphenoid sinus. Technical note. *J Neurosurg* 1987; 66: 140-142.
12. Jankowski R., Auque J., Simon C. i wsp. Endoscopic pituitary tumor surgery. *Laryngoscope* 1992; 102: 198-202.
13. Carrau R.L., Jho H.D., Ko Y. Transnasal-transsphenoidal endoscopic surgery of the pituitary gland. *Laryngoscope* 1996; 106: 914-918.
14. Rodziewicz G.S., Kelley R.T., Kellman R.M. i wsp. Transnasal endoscopic surgery of the pituitary gland: technical note. *Neurosurgery* 1996; 39: 189-192.
15. Cappabianca P., Alfieri A., Thernes S. i wsp. Instruments for endoscopic endonasal transsphenoidal surgery. *Neurosurgery* 1999; 45: 392-395.

16. Rudnik A., Zawadzki T., Wojtacha M. i wsp. Endoscopic transnasal transsphenoidal treatment of pathology of the sellar region. *Minim Invasive Neurosurg* 2005; 48: 101-107.
17. Couldwell W.T., Weiss M.H., Rabb C. i wsp. Variations on the standard transsphenoidal approach to the sellar region, with emphasis on the extended approaches and parasellar approaches: Surgical experience in 105 cases. *Neurosurgery* 2004; 55: 539-547.
18. Laws E.R. Jr. Transsphenoidal microsurgery in the management of craniopharyngioma. *J Neurosurg* 1980; 52: 661-666.
19. Gardner P.A., Kassam A.B., Snyderman C.H. i wsp. Outcomes following endoscopic, expanded endonasal resection of suprasellar craniopharyngiomas: A case series. *J Neurosurg* 2008; 109: 6-16.
20. De Divitis E., Esposito F., Cappabianca P. i wsp. Tuberculum sellae meningiomas: high route or low route? A series of 51 consecutive cases. *Neurosurgery* 2008; 62: 556-562.
21. Gardner P.A., Kassam A.B., Thomas A. i wsp. Endoscopic endonasal resection of anterior cranial base meningiomas. *Neurosurgery* 2008; 63: 36-52.
22. Wang Q., Lan Q., Lu X.-J. Extended endoscopic endonasal transsphenoidal approach to the suprasellar region: anatomic study and clinical considerations. *J Clin Neurosci* 2010; 17: 342-346.
23. Anderson P., Sindwani R. Safety and efficacy of the endoscopic modified Lothrop procedure: a systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope* 2009; 119: 1828-1833.
24. Draf W. Endonasal micro-endoscopic frontal sinus surgery: the Fulda concept. *Operative Techniques in Otolaryngology – Head and Neck Surgery* 1991; 4: 234-240.
25. Sieskiewicz A., Łyson T., Rogowski M. i wsp. Endoscopic repair of CSF leaks in the postero-superior wall of the frontal sinus – report of 2 cases. *Minim Invasive Neurosurg* 2011; 54: 260-263.
26. De Notaris M., Cavallo L.M., Prats-Galino A. i wsp. Endoscopic endonasal transclival approach and retrosigmoid approach to the clival and petroclival regions. *Neurosurgery* 2009; 65 (6 suppl. 1): 42-50.
27. Stippeler M., Gardner P.A., Snyderman C.H. i wsp. Endoscopic endonasal approach for clival chordomas. *Neurosurgery* 2009; 64: 268-277.
28. Kassam A.B., Snyderman C., Gardner P. i wsp. The expanded endonasal approach: a fully endoscopic transnasal approach and resection of the odontoid process: technical case report. *Neurosurgery* 2005; 57 (1 Suppl): 213-214.
29. Theodosopoulos P.V., Guthikonda B., Brescia A. i wsp. Endoscopic approach to the infratemporal fossa: anatomic study. *Neurosurgery* 2010; 66: 196-202.
30. Prosser J.D., Figueroa R., Carrau R.L. i wsp. Quantitative analysis of endoscopic endonasal approaches to the infratemporal fossa. *Laryngoscope* 2011; 121: 1601-1605.
31. Kassam A., Gardner P., Snyderman C. i wsp. Endoscopic, expanded endonasal approach to the jugular foramen. *Oper Techn Neurosurg* 2005; 8: 35-41.
32. Ong B.C., Gore P.A., Donnellan M.B. i wsp. Endoscopic sublabial transmaxillary approach to the rostral middle fossa. *Neurosurgery* 2008; 62 (3 suppl. 1): 30-36.
33. Sieskiewicz A., Łyson T., Rogowski M. i wsp. Endoscopic transnasal approach for optic nerve decompression. *Otolaryngol Pol* 2008; 62: 295-299.
34. Sieskiewicz A., Łyson T., Mariak Z. i wsp. Endoscopic decompression of the optic nerve in patients with post-traumatic vision impairment. *Klinika Oczna* 2008; 110: 155-158.
35. Sieskiewicz A., Łyson T., Mariak Z. i wsp. Endoscopic transnasal approach for biopsy of orbital tumours using image-guided neuro-navigation system. *Acta Neurochir* 2008; 150: 441-444.
36. Sieskiewicz A., Łyson T., Obuchowska I. i wsp. Endoscopic surgery of the orbit. *Klinika Oczna* 2010; 112: 350-355.
37. Napora K.J., Obuchowska I., Łyson T. i wsp. Modern neurosurgical techniques to remove intraorbital foreign bodies – report of two cases. *Klinika Oczna* 2009; 111: 240-245.
38. Sieskiewicz A., Łyson T., Rogowski M. i wsp. Endoscopic management of cerebrospinal fluid rhinorrhea. *Otolaryngol Pol* 2009; 63: 343-347.
39. Locatelli D., Rampa F., Acchiardi I. i wsp. Endoscopic endonasal approaches for repair of cerebrospinal fluid leaks: nine-year experience. *Neurosurgery* 2006; 58: 246-256.
40. Kassam A.B., Prevedello D.M., Carrau R.L. i wsp. Endoscopic endonasal skull base surgery: analysis of complications in the authors' initial 800 patients. *J Neurosurg* 2011; 114: 1544-1568.
41. Kassam A.B., Thomas A., Carrau R.L. i wsp. Endoscopic reconstruction of the cranial base using a pedicled nasoseptal flap. *Neurosurgery* 2008; 63 (1 Suppl 1): 44-52.