

Dostęp przezkłykiowy częściowy – analiza techniki operacyjnej na podstawie symulacji na zwłokach

Partial transcondylar approach – analysis of the surgical technique in cadaver simulation

Piotr Ładziński, Mariusz Maliszewski, Wojciech Kaspera, Krzysztof Majchrzak, Michał Tymowski

Katedra i Oddział Kliniczny Neurochirurgii w Sosnowcu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Neurologia i Neurochirurgia Polska 2012; 46, 3: 245-256

DOI: 10.5114/ninp.2012.29133

Streszczenie

Celem pracy jest przedstawienie poszczególnych etapów dostępu przezkłykiowego częściowego.

Przeprowadzono 6 symulacji dostępu na nieutrwalonych zwłokach ludzkich, u których nie podejrzewano procesów patologicznych w zakresie głowy i szyi. Kolejne fazy symulacji dokumentowano fotograficznie oraz schematami.

Punktem wyjścia dla dostępu przezkłykiowego częściowego jest repozycja tylna odcinka podpotylicznego tętnicy kręgowej. Dostęp uzyskuje się dzięki częściowemu usunięciu kłykcia potylicznego i odpowiadającej mu części bocznej kręgu szczytowego oraz kraniektomii podpotylicznej. Ważnym uzupełnieniem dostępu jest uniesienie półkuli mózdzku.

Dostęp przezkłykiowy częściowy stanowi powtarzalną metodę chirurgicznej penetracji przedniej części pogranicza czaszkowo-szyjnego i obszarów z nim graniczących. Dostęp ten jest szczególnie przydatny w leczeniu operacyjnym guzów nowotworowych położonych wewnątrzoponowo i brzusznie w stosunku do rdzenia przedłużonego i rdzenia kręgowego.

Słowa kluczowe: pogranicze czaszkowo-szyjne, tętnica kręgową, kłykiec potyliczny, mikrochirurgia.

Wstęp

Koncepcja podążania do przednich partii pogranicza czaszkowo-szyjnego od strony bocznej na drodze

Abstract

The aim of the study was to present consecutive stages of the partial transcondylar approach.

Six simulations of the partial transcondylar approach were performed on non-fixed human cadavers without any known pathologies in the head and neck. The consecutive stages of the procedure were documented with photographs and diagrams.

The starting point for the partial transcondylar approach is a posterior repositioning of the suboccipital segment of the vertebral artery. The approach is achieved by partial removal of the occipital condyle and lateral mass of the atlas as well as by suboccipital craniectomy. Elevation of the cerebellar hemisphere presents an important supplement of the approach.

The partial transcondylar approach is a reproducible technique, which provides surgical penetration of the anterior part of the crania-cervical junction and related regions. This approach is particularly useful in the treatment of intradural tumours localized ventrally to the medulla.

Key words: crania-cervical junction, vertebral artery, occipital condyle, microsurgery.

usunięcia kłykcia potylicznego i odpowiadającej mu części bocznej kręgu szczytowego zrodziła się pod koniec lat 70. ubiegłego stulecia, lecz dopiero ok. 20 lat później została rozpropagowana jako powtarzalny do-

Adres do korespondencji: dr hab. n. med. Piotr Ładziński, Katedra i Oddział Kliniczny Neurochirurgii, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny nr 5 im. św. Barbary, pl. Medyków 1, 41-200 Sosnowiec, tel.: +48 32 368 20 24, faks: +48 32 368 25 50, e-mail: sekr_nch@wss5.pl

Pracę otrzymano: 13.04.2011; przyjęto do druku: 4.07.2011

stęp operacyjny, nazywany przezkłykiowym. Wskazaniem do jego stosowania są guzy nowotworowe położone brzusznie w stosunku do rdzenia przedłużonego i kręgowego oraz nerwów czaszkowych i rdzeniowych pogranicza czaszkowo-szyjnego. W leczeniu guzów położonych wewnątrzoponowo znajduje zastosowanie dostęp przezkłykiowy częściowy. Guzy położone zewnątrzoponowo są usuwane z wykorzystaniem dostępu przezkłykiowego całkowitego. W obydwu przypadkach skróceniu ulega dystans dzielący operatora od guza i dzięki wglądowi od boku otwiera się możliwość oceny granicy między guzem a rdzeniem przedłużonym i kręgowym. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie i przedyskutowanie poszczególnych etapów dostępu przezkłykiowego częściowego z wykorzystaniem symulacji na zwłokach.

Materiał i metody

W październiku 1997 r. przy Oddziale Klinicznym Neurochirurgii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego została utworzona Pracownia Neuroanatomii Chirurgicznej. Pracownia ta powstała na bazie prosektorium Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego nr 5 im. św. Barbary w Sosnowcu, w którym mieści się oddział. Przeznaczeniem pracowni jest symulowanie na zwłokach ludzkich różnych typów operacji neurochirurgicznych. Wyposażenie pracowni stanowi podstawowe instrumentarium neurochirurgiczne wykorzystywane w działaniach

laniach makro- i mikroskopowych, jak również ssak elektryczny, trepan elektryczny i wiertarka szybkoobrotowa. Jeden ze stołów prosektoryjnych został zmodyfikowany w celu umożliwienia mocowania do niego czaszokotrzymacza i stolika Mayo. W pracowni znajduje się mikroskop operacyjny zamontowany na przewoźnym statywie, wyposażony w stereoskopowy okular, zmienny zakres powiększenia od 0,5 do 25 razy, źródło światła i sprzężoną z gniazdem do aparatu fotograficznego lampę błyskową. Do mikroskopu dostosowano cyfrowy aparat fotograficzny.

Do symulacji kwalifikowano zmarłych, u których przeprowadzano sekcje lekarskie i nie podejrzewano procesów patologicznych w zakresie głowy i szyi. Symulacje przeprowadzano we współpracy z patomorfologami i prosektorami. Współpraca z patomorfologami dotyczyła dostosowania symulacji do przebiegu sekcji lekarskiej. Przyjęto zasadę, że przeprowadzane symulacje nie naruszają w sposób widoczny zwłok w stopniu większym, niż to wynika z sekcji lekarskiej. Rzucono to na sposoby przeprowadzania cięć skórnych, rozbieżne z założeniami chirurgicznymi, a zgodne z wymogami prosektorów.

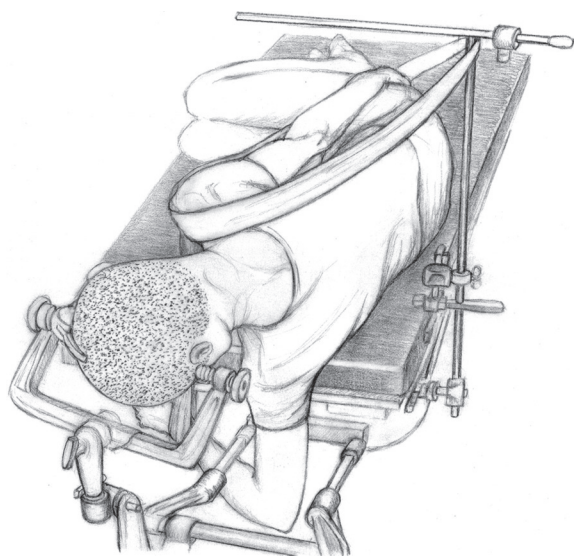
Symulacje były przeprowadzane w 1. dobie po zgonie na zwłokach nieutrwalonych, bez wypełnienia łoża naczyniowego środkami cieniującymi. Ograniczało to czytelność struktur anatomicznych, natomiast uzyskane warunki były zbliżone do panujących w polu operacyjnym.

Przeprowadzono 6 symulacji dostępu przezkłykiowego częściowego. Wykorzystano zwłoki osobników dorosłych płci męskiej. Każdy etap symulacji dokumentowano fotograficznie. Do każdej z fotografii sporządzano schemat, który był poprawiany przez plastyka.

Wyniki

Poniżej opisano przebieg symulacji dostępu przezkłykiowego częściowego.

Pozycja na boku z przechyleniem do przodu. Kończyna górna po stronie przeciwnej do operacji zwieszona poniżej blatu stołu. Dół pachowy zabezpieczony przed uciskiem. Kończyna górna po stronie operacji ułożona wzdłuż ciała, z lekkim pociąganiem, by ograniczyć przesłanianie okolicy operowanej przez bark. Kończyny dolne zgięte w stawach kolanowych. Głowa przygięta do klatki piersiowej, skręcona pod kątem ok. 45° w stronę przeciwną do operowanej i odchylona do boku przeciwnego do operowanego pod kątem ok. 30° (ryc. 1.).

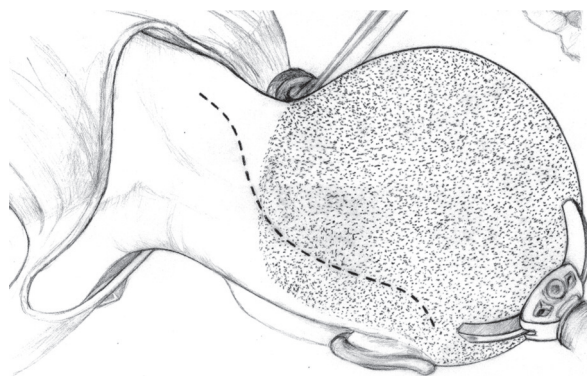


Ryc. 1. Pozycja leżącego na ławce w parku (*park-bench*)
Fig. 1. *Park-bench position*

Pomocne jest też lekkie pociągnięcie głowy wzdłuż długiej osi ciała w celu rozwarcia przestrzeni między obramowaniem otworu potylicznego wielkiego a atlasem. Operator stoi, względnie siedzi, obok głowy operowanego, a nie za jego głową, od strony, w którą zwrócona jest twarz operowanego, a nie od strony jego karku i potylicy.

Cięcie skórne ma kształt delikatnie zarysowanej litery „S”. Rozpoczyna się powyżej małżowiny usznej. Lekkim łukiem podąża ku tyłowi i w dół, przechodząc w cięcie paramedialne. Cięcie to na wysokości kąta zuchwy zaczyna lekkim łukiem podążać w dół i w kierunku linii środkowej, kończąc się na wysokości wyrostka kolczystego czwartego kręgu szyjnego (ryc. 2.). Po odchyleniu skóry ukazują się najwyższe partie mięśnia czworobocznego oraz częściowo mięśnie płatowaty i półkolcowy głowy (ryc. 3.).

Mobilizacja mięśni grzbietu rozpoczyna się odchyleniem ku dołowi uwidocznionej części mięśnia czworobocznego. Kolejno odchylane ku dołowi są mięśnie płatowaty głowy i półkolcowy głowy. Ukazują się mięśnie podpotyliczne (ryc. 4.).



Ryc. 2. Cięcie skórne w celu odsłonięcia pogranicza czaszkowo-szyjnego od strony bocznej

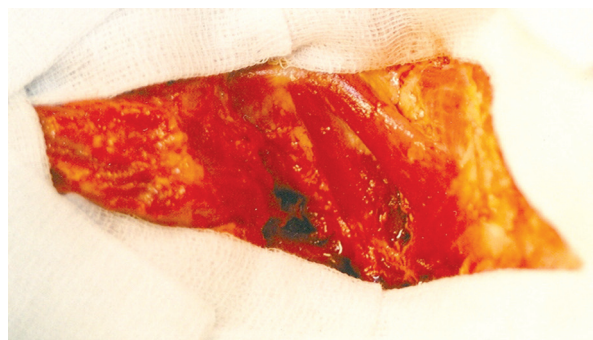
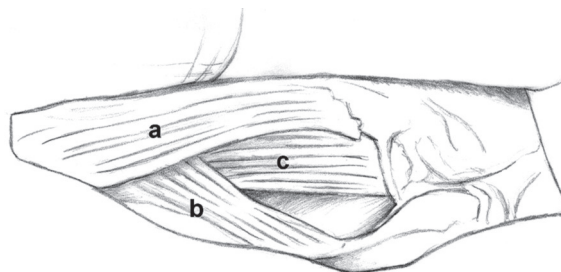
Fig. 2. Skin incision for exposing crano-cervical junction on the lateral side

Usunięcie mięśni podpotylicznych w pierwszej kolejności dotyczy mięśnia prostego tylnego mniejszego głowy i prostego tylnego większego głowy. W dalszej kolejności usunięte zostają mięśnie skośny górny głowy i skośny dolny głowy. Po usunięciu błony szczytowo-



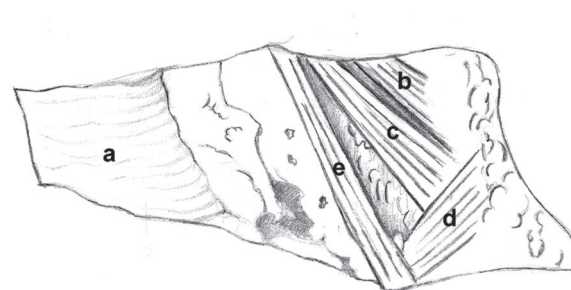
Ryc. 3. Odchylenie skóry; a – mięsień czworoboczny, b – mięsień płatowaty głowy, c – mięsień półkolcowy głowy

Fig. 3. Drawing back of the skin; a – trapezius muscle, b – splenius muscle of head, c – semispinal muscle of head



Ryc. 4. Odchylenie mięśnia półkolcowego głowy; a – mięsień półkolcowy głowy, b – mięsień prosty tylny mniejszy głowy, c – mięsień prosty tylny większy głowy, d – mięsień skośny górny głowy, e – mięsień skośny dolny głowy

Fig. 4. Drawing back of the semispinal muscle of head; a – semispinal muscle of head, b – smaller posterior straight muscle of head, c – greater posterior straight muscle of head, d – superior oblique muscle of head, e – inferior oblique muscle of head



-potylicznej tylnej i spłotu żylnego ukazuje się odcinek podpotyliczny (V3) tętnicy kręgowej oraz gałąź grzbietowa nerwu rdzeniowego C₁ i gałąź brzuszna nerwu rdzeniowego C₂ (ryc. 5.).

Usunięcie fragmentów kręgu szczytowego rozpoczyna się od usunięcia tylnego ograniczenia otworu wyrostka poprzecznego. Następnie usuwany jest prawie w całości tylny łuk i część nasady wyrostka poprzecznego (ryc. 6.).

Repozycję przyśrodkową odcinka podpotylicznego (V3) tętnicy kręgowej poprzedza usunięcie gałęzi grzbietowej nerwu rdzeniowego C₁ oraz identyfikacja tętnicy rdzeniowej tylnej i mózdkowej dolnej tylnej, o ile ta ostatnia występuje zewnątrzoponowo. Pozostałe odgałęzienia odcinka V3 tętnicy kręgowej zostają skoagulowane i odcięte. Po zmobilizowaniu z otaczającego spłotu żylnego tętnicę przemieszcza się w kierunku przyśrodkowym. Anatomiczny przebieg tętnicy zostaje zaburzony na odcin-

ku od miejsca skrzyżowania z gałęzią brzuszną nerwu rdzeniowego C₂ do miejsca przebiegu przez tętnicę opony twardej. Przemieszczona tętnica owija się wokół gałęzi brzusznej nerwu rdzeniowego C₂ (ryc. 7.). Odsłonięciu ulega połączenie stawowe szczytowo-potyliczne.

Kraniektomia podpotyliczna obejmuje dolne fragmenty łuski kości potylicznej wraz z tylnym ograniczeniem otworu potylicznego wielkiego oraz dół kłykciowy, dzięki czemu otwarcie kostne dochodzi do kłykcia potylicznego. Boczne jej ograniczenie stanowi wyrostek sutkowaty.

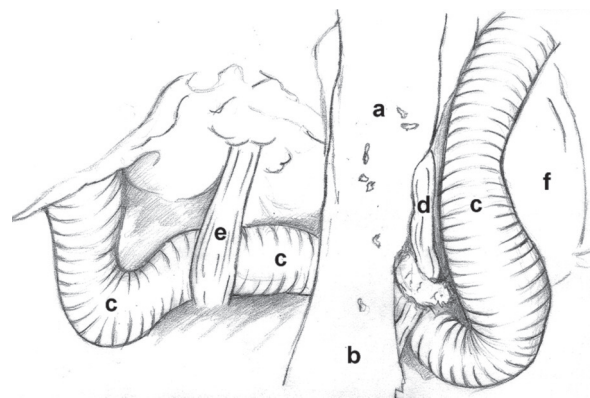
Usunięcie częściowe kłykcia potylicznego i odpowiadającej mu części bocznej kręgu szczytowego obejmuje 1/3 tylnoprzyśrodkową tych struktur (ryc. 8.). W czasie usuwania konieczne bywa opanowanie krwawienia z żyły wypustkowej kłykciowej tylnej.

Penetracja przestrzeni wewnątrzwardówkowej rozpoczyna się płatowym cięciem opony twardej, przebie-



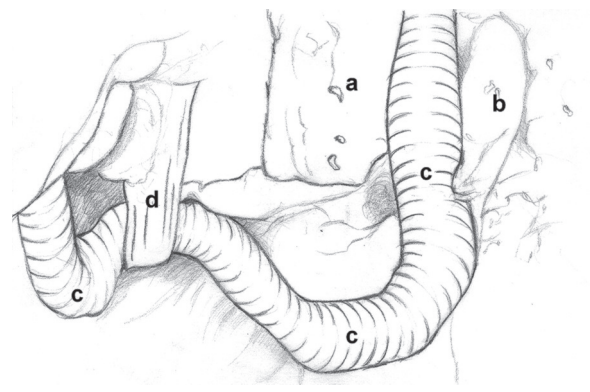
Ryc. 5. Usunięcie mięśni podpotylicznych; a – łuk tylny kręgu szczytowego, b – wyrostek poprzeczny kręgu szczytowego, c – tętnica kręgowa, d – gałąź grzbietowa C₁, e – gałąź brzuszna C₂, f – kłykiec potyliczny

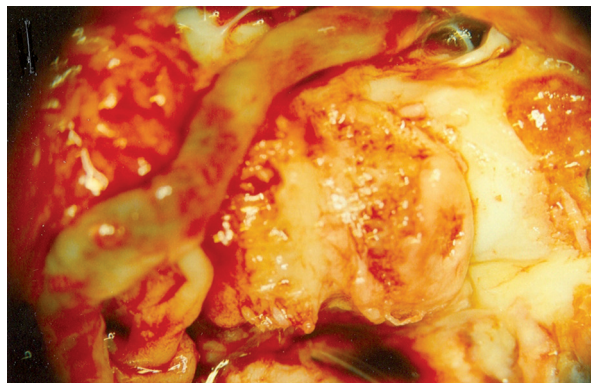
Fig. 5. Resection of the suboccipital muscles; a – posterior arch of atlas, b – transverse process of atlas, c – vertebral artery, d – dorsal branch of C₁, e – ventral branch of C₂, f – occipital condyle



Ryc. 6. Usunięcie fragmentów kręgu szczytowego; a – część boczna kręgu szczytowego, b – kłykiec potyliczny, c – tętnica kręgowa, d – gałąź brzuszna C₂

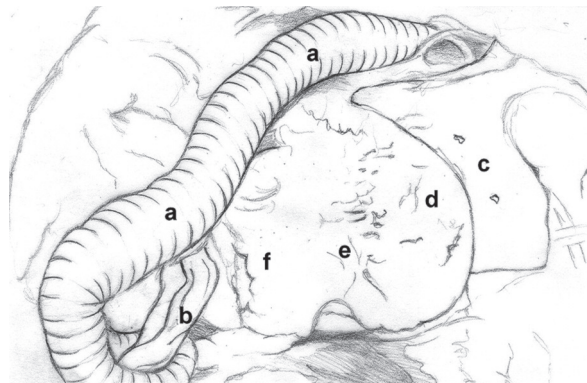
Fig. 6. Resection of fragments of atlas; a – lateral part of atlas, b – occipital condyle, c – vertebral artery, d – ventral branch of C₂





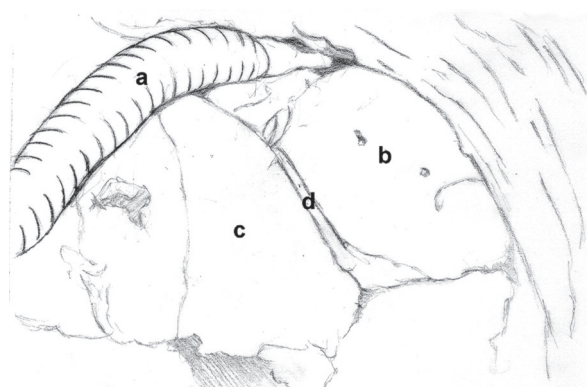
Ryc. 7. Repozycja przyśrodkowa odcinka podpotylicznego tętnicy kręgowej; a – zreponowana tętnica kręgową, b – gałąź brzuszna C₂, c – kłykiec potyliczny, d – część boczna kręgu szczytowego, e – bruzda tętnicy kręgowej, f – pozostałość łuku tylnego kręgu szczytowego

Fig. 7. Medial repositioning of the suboccipital segment of the vertebral artery; a – vertebral artery after repositioning, b – ventral branch of C₂, c – occipital condyle, d – lateral part of atlas, e – sulcus for the vertebral artery, f – remainder of posterior arch of atlas



Ryc. 8. Częściowe usunięcie kłykcia potylicznego i części bocznej kręgu szczytowego; a – zreponowana tętnica kręgową, b – częściowo usunięty kłykiec potyliczny, c – częściowo usunięta część boczna kręgu szczytowego, d – szpara stawu szczytowo-potylicznego

Fig. 8. Partial resection of the occipital condyle and lateral part of atlas; a – vertebral artery after repositioning, b – partially resected occipital condyle, c – partially resected lateral part of atlas, d – space of the atlanto-occipital joint



gającym wzdłuż górnej, przyśrodkowej i dolnej granicy otwarcia kostnego. Podstawa płata oponowego układu się wzdłuż bocznej granicy otwarcia kostnego i zawiera w sobie miejsce przechodzenia przez oponę tętnicy kręgowej. Po odchyleniu opony ukazuje się dolna powierzchnia półkuli mózdzku oraz boczna powierzchnia rdzenia przedłużonego i pierwszych dwóch neuromerów odcinka szyjnego rdzenia kręgowego. Widoczne są korzenie grzbietowe C₂ i C₁, pień części rdzeniowej nerwu dodatkowego i początek odcinka wewnątrzczaszkowego (V4) tętnicy kręgowej (ryc. 9.). Po uniesieniu półkuli mózdzku ukazuje się nerw podjęzykowy, dalsza część odcinka V4 tętnicy kręgowej oraz przeciwstronny odcinek V4 tętnicy kręgowej (ryc. 10.). Dalsze unoszenie półkuli mózdzku uwidacznia część czaszkową nerwu dodatkowego oraz nerwy błędny i językowo-gardłowy. Kres wglądu wyznaczają otwór szyjny i sł-

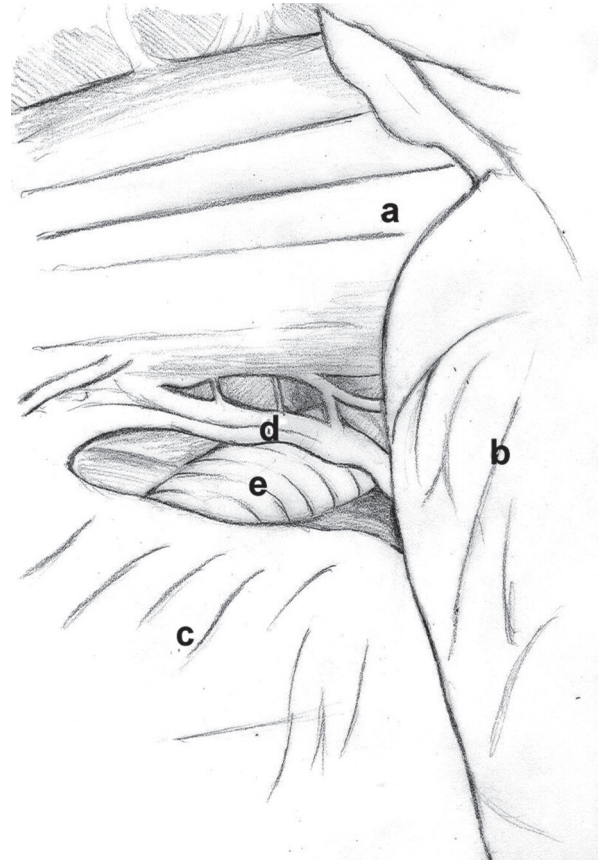
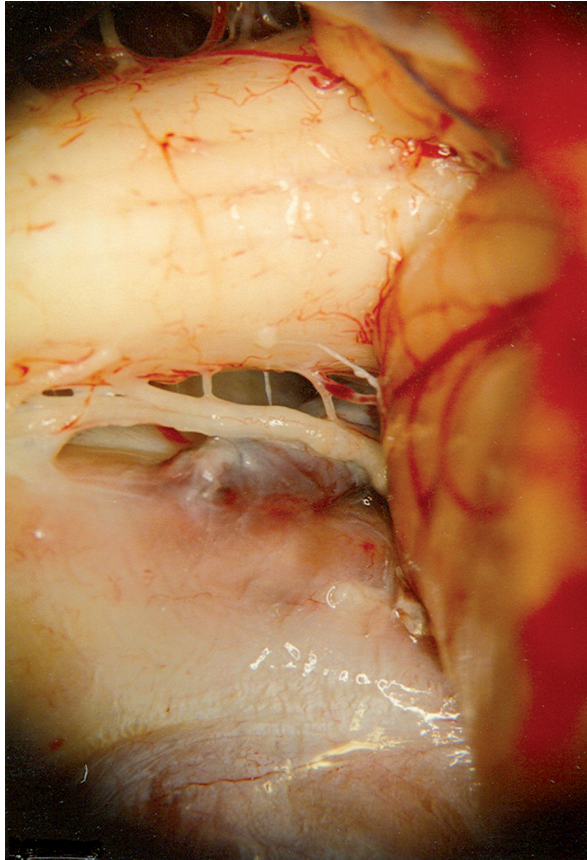
chowy wewnętrzny oraz nerwy przedsionkowo-śluzkowy i twarzowy (ryc. 11.).

Zamknięcie rozpoczyna się odtworzeniem ciągłości opony twardej. Następnie tętnica kręgową zostaje przywrócona w swoje anatomiczne położenie. Kolejną czynnością jest zeszywanie mięśni grzbietu z wykorzystaniem otworków w kości na granicy kraniektomii. Zamknięcie kończą szwy powłok.

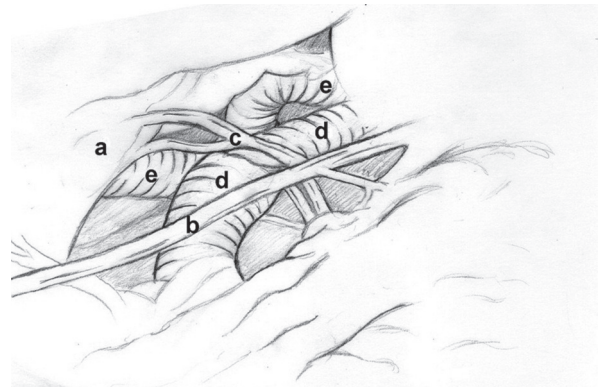
Omówienie

Koncepcja dostępu operacyjnego do dolnej części stoku i pogranicza czaszkowo-szyjnego od strony bocznej powstała dwuetapowo.

Etap pierwszy obejmował rozszerzenie paramedialnej kraniektomii podpotylicznej w kierunku obramowania otworu potylicznego wielkiego i nasady kłykcia poty-



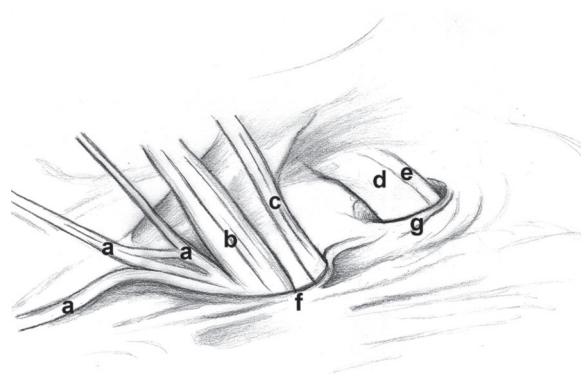
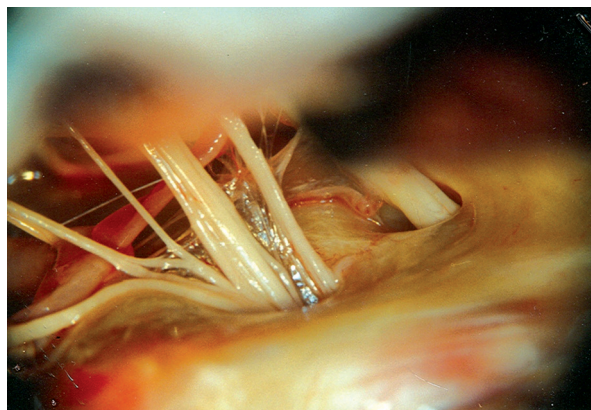
Ryc. 9. Otwarcie opony twardej; a – rdzeń przedłużony, b – półkula mózdzku, c – odchylony płat opony twardej, d – nerw dodatkowy, e – tętnica kręgową
Fig. 9. Opening of the dura; a – medulla oblongata, b – cerebellar hemisphere, c – deflected dural flap, d – accessory nerve, e – vertebral artery



Ryc. 10. Uniesienie półkuli mózdzku (zakres I); a – rdzeń przedłużony, b – część rdzeniowa nerwu dodatkowego, c – nerw podjęzykowy, d – tętnica kręgową, e – tętnica kręgową strony przeciwnej
Fig. 10. Elevation of the cerebellar hemisphere (range I); a – medulla oblongata, b – spinal part of accessory nerve, c – hypoglossal nerve, d – vertebral artery, e – contralateral vertebral artery

licznego, połączone z uwidocznieniem tętnicy kręgowej powyżej tylnego łuku atlasu [1–3]. Powyżej opisane działania mogą być realizowane z dwóch różnych kie-

runków w stosunku do mięśnia mostkowo-obojędkowo-sutkowego – albo od jego strony przysrodkowej, kiedy mięsień pozostaje w swoim anatomicznym położeniu lub



Ryc. 11. Uniesienie półkuli mózdzku (zakres II); a – nerw dodatkowy (części rdzeniowa i część czaszkowa), b – nerw błędny, c – nerw językowo-gardłowy, d – nerw przedsionkowo-ślimakowy, e – nerw twarzowy, f – otwór szyjny, g – otwór słuchowy wewnętrzny

Fig. 11. Elevation of the cerebellar hemisphere (range II); a – accessory nerve (spinal and cranial parts), b – vagus nerve, c – glossopharyngeal nerve, d – medulla oblongata, e – facial nerve, f – jugular foramen, g – internal acoustic meatus

jest przemieszczany w kierunku bocznym, albo od jego strony bocznej, kiedy mięsień jest przemieszczany w kierunku przyśrodkowym. W każdym przypadku następuje mobilizacja i częściowe usunięcie mięśni podpotylicznych. Przy tym samym zakresie otwarcia kostnego zmiana kierunku dostępu w stosunku do mięśnia mostkowo-obończykowo-sutkowego wpływa na odmienny kąt i zakres widzenia struktur pogranicza czaszkowo-szyjnego. Rozszerzenie paramedialnej kraniotomii podpotylicznej ku dołowi, realizowane przyśrodkowo od mięśnia mostkowo-obończykowego to dostęp dalece boczny (*far lateral approach*), natomiast realizowane bocznie od tego mięśnia to dostęp skrajnie boczny (*extreme lateral approach*) [4]. Day, komentując powyższy podział, zwraca uwagę, że dotyczy on w rzeczywistości jednej procedury, która jest tylko nieco odmiennie wykonywana i nie zasługuje na dwie odrębne nazwy [5].

Etap drugi powstawania koncepcji penetrowania dolnej części stoku i pogranicza czaszkowo-szyjnego od strony bocznej to dalsza radykalizacja kostnej części dostępu polegająca na częściowym lub całkowitym usunięciu kłykcia potylicznego i górnej powierzchni stawowej atlasu z możliwością usunięcia guzka szyjnego i wyrostka sutkowego [6]. Autorem pomysłu usunięcia kłykcia potylicznego jako drogi dostępu operacyjnego jest Seeger (1978 r.). Rozwiązanie to rozwinęli jego współpracownicy Gilsbach [7] i Bertalanffy [8].

W latach 90. XX w. i w pierwszych latach obecnego stulecia ukazało się ponad 20 prac omawiających różne warianty dostępu obejmującego usunięcie kłykcia potylicznego. Różnorodność koncepcji szła w parze z różnorodnością nadawanych im nazw. Część autorów pozostała przy nazwie „dostęp dalece boczny” [9–13].

Pojawiły się też nazwy: „dostęp dalece boczny przezkłykiowy” [14] i „dostęp dalece boczny przezkłykiowy, przeguzkowy” [6]. Autorzy podążający bocznie od mięśnia mostkowo-obończykowo-sutkowego nadawali dostępowi nazwę: „dostęp skrajnie boczny przezkłykiowy” [15–18] czy „dostęp skrajnie boczny czaszkowo-szyjny” [19]. Pojawiła się też nazwa: „dostęp podpotyliczny dolny boczny” [7]. W opinii autorów niniejszej pracy najbardziej adekwatne jest określenie „dostęp przezkłykiowy” [20–22] z przymiotnikiem „częściowy” lub „całkowity”, w zależności od zakresu usunięcia kłykcia.

Najczęściej wykorzystywanym ułożeniem do przeprowadzenia dostępu przezkłykiowego jest pozycja leżącego na ławce w parku (*park-bench position*) [10,12,19,21,23–25]. To ułożenie zostało omówione w niniejszej pracy. Rzadziej znajduje zastosowanie pozycja boczna [7,15,16,18,26] lub na wznak z rotacją głowy w stronę przeciwną do operowanej [7,27]. Sporadycznie stosuje się pozycję siedzącą [17].

Pozycja leżącego na ławce w parku obejmuje ułożenie na boku z kończynami dolnymi zgiętymi w stawach kolanowych, zwieszenie kończyny górnej, przeciwnej do strony operacji, poniżej blatu stołu operacyjnego i ściągnięcie barku po stronie operacji wzdłuż tułowia. Ułatwieniem jest przygięcie głowy do klatki piersiowej, skrócenie jej o 45° w stronę przeciwną do operowanej i odchylenie jej do boku przeciwnego do strony operacji. Opisywana pozycja jest bezpieczna i pozwala na przeprowadzenie długotrwałej operacji bez obawy o uszkodzenie spłotu barkowego, powstanie zatoru powietrznego czy upośledzenie odpływu żylnego z jamy czaszki.

Dostęp przez kłykiowy jest rozwinięciem kraniektomii podpotylicznej, więc i cięcie skórne nawiązuje do typowego dostępu do tylnego dołu czaszki.

Najczęściej wykorzystuje się cięcie medialne, rozpoczynające się na wysokości wyrostka kołczystego trzeciego kręgu szyjnego i zakrecające łukiem w pobliżu guzowatości potylicznej zewnętrznej w bok i w kierunku wyrostka sutkowatego [7,9,10,12,23,24]. Rzadziej stosowane jest cięcie paramedialne [8,17,18,25,26], które powyżej wyrostka sutkowatego może się zaginać łukiem w kierunku przyśrodkowym, względnie cięcie w kształcie litery „C” rozpoczynające się powyżej małżowiny usznej, otaczające ją od tyłu i kończące się na szyi, przy mięśniu mostkowo-obojęzyczkowo-sutkowym [15,20,27,28]. Autorzy niniejszej pracy opowiadają się za dość rzadko opisywanym [16,21] cięciem w kształcie lekko zarysowanej litery „S”, które jest w praktyce cięciem paramedialnym, odchylonym w górnej części ku bokowi i w dolnej części ku środkowi. Cięcie to wydaje się najlepszym rozwiązaniem – stanowi kompromis między prawidłowym unaczynieniem skóry a dostatecznym wglądem chirurgicznym.

W dostępie przez kłykiowym okolicę stanowiącą cel operacji przesłania siedem mięśni. Trzy mięśnie powierzchowne: czworoboczny, płatowaty głowy i półkolcowy głowy, zostają odchylone, a następnie przywrócone w anatomiczne położenie. Odchylenie mięśnia płatowatego głowy wymaga częściowego zmobilizowania przyczepu mięśnia mostkowo-obojęzyczkowo-sutkowego. Sekhar w komentarzu do pracy Hosody’ego i wsp. [21] podkreśla, że oddzielne odchylanie, a następnie zeszywanie poszczególnych mięśni powierzchownych ogranicza pooperacyjne bóle karku i poprawia sprawność operowanych. Mięśnie mogą zostać odchylone w kierunku bocznym [7,9,10,12,24], względnie w kierunku przyśrodkowym [15,18,26] lub ku dołowi [20,28]. Odchylenie ku dołowi daje dobry wgląd i stwarza dogodne warunki do późniejszej rekonstrukcji.

Cztery mięśnie głębokie: prosty tylny mniejszy głowy, prosty tylny większy głowy, skośny górny głowy i skośny dolny głowy, zostają usunięte. Usunięcie mięśni głębokich i tylnego obramowania otworu wyrostka poprzecznego atlasu otwiera możliwość mobilizacji tętnicy kręgowej. Jest to tyleż ważna, co trudna część dostępu przez kłykiowego.

Tętnica kręgowa ma cztery odcinki. Pierwszy odcinek – proksymalny (V1) – zawiera się między odejściem tętnicy kręgowej od tętnicy podobojczykowej a otworem wyrostka poprzecznego szóstego kręgu szyjnego, drugi odcinek – poprzeczny (V2) – ograniczają otwory

wyrostków poprzecznych kręgów szyjnych szóstego i drugiego, trzeci odcinek – podpotyliczny (V3) – rozpoczyna się na wysokości otworu wyrostka poprzecznego drugiego kręgu szyjnego, a kończy się w miejscu przechodzenia tętnicy kręgowej przez oponę twardą, czwarty odcinek – wewnątrzczaszkowy (V4) – przebiega wewnątrz opony twardej i kończy się przejściem tętnic kręgowych w tętnicę podstawną [29].

Mobilizacji podlega odcinek V3. Topografię tego odcinka narzuca położenie otworu wyrostka poprzecznego atlasu. Wyrostek ten, a więc i zawarty w nim otwór, jest wysunięty do boku w stosunku do osi, jaką tworzą wyrostki poprzeczne od C₃ do C₆. Szczyt wyrostka poprzecznego atlasu jest wyczuwalny przez powłoki w połowie odcinka zawartego między kątem żuchwy a szczytem wyrostka sutkowatego [30]. Wyrostek poprzeczny obrotnika wraz z zawartym w nim otworem jest albo równie wysunięty do boku, albo zajmuje położenie pośrednie między wyrostkiem poprzecznym C₃ i poniższymi a wyrostkiem poprzecznym atlasu. W zależności od tego część odcinka V3 zawarta między otworami wyrostków poprzecznych obrotnika i atlasu ma przebieg lekko ukośny lub pionowy [29]. Na wysokości otworu wyrostka poprzecznego atlasu przebieg tętnicy kręgowej jest zawsze pionowy. Po wyjściu z otworu kieruje się ona ku tyłowi i przyśrodkowo, przechodząc w odcinek poziomy, odpowiadający bruździe tętnicy kręgowej tylnego łuku atlasu. Odcinek poziomy przechodzi w odcinek skierowany do góry i przyśrodkowo, w miejscu, gdzie tętnica kręgowa spoczywa na tylnoprzyśrodkowej powierzchni kłykcia potylicznego i przebiega oponę twardą [30,31].

Na tylnodolnej powierzchni odcinka poziomego tętnicy kręgowej, powyżej tylnego łuku atlasu, przebiega nerw rdzeniowy C₁, zwany nerwem podpotylicznym. Dominująca jest gałąź grzbietowa tego nerwu, która kieruje włókna ruchowe do wymienionych wyżej mięśni głębokich okolicy podpotylicznej. Gałąź ta jest przecinana wraz z usunięciem powyższych mięśni. Odcinek pionowy lub ukośny tętnicy kręgowej, zawarty między atlasem a obrotnikiem, krzyżuje od tyłu gałąź brzuszna nerwu rdzeniowego C₂. Ku tyłowi i powierzchownie od tętnicy układu się gałąź grzbietowa tego nerwu, czyli nerw potyliczny większy [32]. Autorzy niniejszej pracy dążą do zachowania gałęzi brzusznej nerwu C₂ i traktują ją jako oś, wokół której zostaje odchylona w kierunku przyśrodkowym tętnica kręgowa, po jej uprzednim zmobilizowaniu. Gałąź ta za pośrednictwem spłotu szyjnego współtworzy nerw potyliczny mniejszy, który czuciowo zaopatruje skórę ku tyłowi od małżowiny

usznej. George i wsp. [33] uważają, że zachowanie tej gałęzi jest niecelowe, gdyż nerw potyliczny mniejszy jest zazwyczaj przecinany w czasie wykonywania cięcia skórniego, a zdolności kompensacyjne innych nerwów czuciowych są bardzo duże.

Wielu autorów [15,29–32,34,35] zwraca uwagę, że błona szczytowo-potyliczna tylna, pokrywająca od tyłu i góry odcinek poziomy tętnicy kręgowej, może ulegać skostnieniu, skutkiem czego tętnica kręgowa zamiast przebiegać w bruzdzie tylnego łuku atlasu, przebiega w kanale kostnym. Autorzy niniejszej pracy, mimo znajomości powyższego wariantu anatomicznego, doprowadzili raz pośrednio do uszkodzenia tętnicy kręgowej w czasie operacji nerwiaka otworu szyjnego. U operowanego chorego skostnieniu uległa tylko niewielka, boczna część błony szczytowo-potylicznej tylnej. Skostnienie imitowało otwór wyrostka poprzecznego atlasu. W czasie odsłaniania tego wyrostka, kiedy część pozioma odcinka V3 była już zidentyfikowana, nieoczekiwanie natrafiono na tętnicę zawartą między skostnieniem a faktycznym otworem wyrostka poprzecznego. Ściana tętnicy pozostała zachowana, musiało jednak dojść do jej osłabienia. W 4. dobie po operacji, w osłabionym miejscu tętnica pękła, co spowodowało krwotok wymagający ponownej operacji.

Podpotyliczny odcinek tętnicy kręgowej jest otoczony splotem żylnym. Arnautović i wsp. [31] splot ten przyrównali do zatoki jamistej. Splot otacza od zewnątrz łącznotkankowa błona, która przechodzi w okostną atlasu i błonę szczytowo-potyliczną tylną. Adb El-Bary i wsp. [30] postulują mobilizację tętnicy kręgowej z zachowaniem ciągłości otaczającego ją splotu. Pozwala to na uniknięcie krwawienia żylnego i zmniejsza ryzyko uszkodzenia tętnicy. Babu i wsp. [15] podają, że na 22 przeprowadzone operacje w 4 doszło do uszkodzenia tętnicy kręgowej.

W odcinku między obrotnikiem a atlasem tętnica kręgowa oddaje zazwyczaj dwa naczynia: gałąź mięśniową i gałąź korzeniowo-mięśniową [29–31,36]. Obydwie gałęzie zaopatrują okoliczne mięśnie, a druga uczestniczy również w zaopatrzeniu korzenia i zwoju C₂ oraz, w niewielkim stopniu, wieńca naczyniowego rdzenia kręgowego.

W odcinku poziomym tętnica kręgowa oddaje trzy naczynia: gałąź mięśniową, tętnicę oponową tylną i tętnicę rdzeniową tylną [29,31,32]. Gałąź mięśniowa zaopatruje otaczające mięśnie, gałąź oponowa współuczestniczy w unaczynieniu opony tylnego dołu czaszki, natomiast tętnica rdzeniowa tylna zaopatruje splot naczyniasty w pobliżu otworu Magendiego, konar dol-

ny mózdzku, guzki jąder smukłego i klinowatego oraz współuczestniczy w tworzeniu wieńca naczyniowego rdzenia kręgowego. W 5–20% przypadków od odcinka poziomego tętnicy kręgowej odchodzi tętnica mózdkowa dolna tylna [29,30,34,35,37,38].

Zarówno tętnica rdzeniowa tylna, jak i tętnica mózdkowa dolna tylna są ważnymi naczyniami, które nie mogą zostać zamknięte. Pozostałe wymienione odgałęzienia mogą i muszą zostać zamknięte, jeżeli planuje się repozycję tętnicy kręgowej w kierunku przyśrodkowym. Tętnica rdzeniowa tylna odchodzi bezpośrednio przed przebiegiem opony twardej przez tętnicę kręgową. Nie jest więc przeszkodą w repozycji. Również tętnica mózdkowa dolna tylna, o ile występuje zewnątrzoponowo, może być odchylona wraz z tętnicą kręgową, gdyż przebija oponę twardą w jej pobliżu [32]. Istotne jest uniknięcie pomylenia gałęzi mięśniowej odcinka poziomego z tętnicą mózdkową dolną tylną [30].

W ok. 40% przypadków tętnice kręgowe są asymetryczne, przy czym nie stwierdzono znamienności co do strony dominującej [29,30]. Jeżeli cieńsza tętnica kręgowa łączy się z drugą tętnicą kręgową, przechodząc w tętnicę podstawną, mówi się o tętnicy kręgowej asymetrycznej. Jeżeli połączenia nie ma, rozpoznajemy atrezię jednej z tętnic kręgowych. Jeżeli jedna z tętnic kręgowych jest nieobecna, to należy się doszukiwać jednego z przetrwałych rozwojowych połączeń tętniczych między tętnicami szyjnymi a układem tętnic kręgowo-podstawnych [30].

Zdarzają się przypadki, w których odcinek V3 ulega podwojeniu. Jedno z naczyń przebiega typowo dla tętnicy kręgowej, a drugie wnika przez oponę twardą w przestrzeni między obrotnikiem i atlasem. Wewnątrzoponowo oba naczynia łączą się ponownie.

Przed przystąpieniem do wykonywania dostępu przez kłykiowy należy skrupulatnie przeanalizować angiografię kręgową lub inne badanie neuroobrazowe pod kątem ewentualnych odmian anatomicznych.

Repozycja przyśrodkowa odcinka V3 tętnicy kręgowej ma na celu umożliwienie usunięcia kłykcia potylicznego i powierzchni stawowej atlasu, czyli struktur kostnych, które stanowią boczne ograniczenie otworu potylicznego wielkiego, przesłaniają jego ograniczenie przednie. Usunięcie może być całkowite lub częściowe.

Usunięcie całkowite opisali pojedynczy autorzy [6,15,19,20]. Usunięcie częściowe jest wykonywane zdecydowanie częściej [8,9,12,19,23–26,28]. Różni autorzy wykonują je w odmienny sposób. Najczęściej usuwa się 1/3 kłykcia i odpowiadającą mu część powierzchni stawowej atlasu, rzadziej 1/2, a sporadycz-

nie 2/3 kłykcia. W przypadku usuwania 1/3 kłykcia resekcja może dotyczyć części tylnej, przyśrodkowej lub tylno-przyśrodkowej.

Planując zakres usunięcia kłykcia potylicznego, powinno się brać pod uwagę długość kłykcia, wymiary otworu potylicznego wielkiego, odległość między brzusznią powierzchnią odepchniętego przez guz pnia a przednim ograniczeniem otworu potylicznego wielkiego, położenie guza w stosunku do stoku i kanału kręgowego oraz stosunek do układu kręgowo-podstawnego [22].

Śródoperacyjna ocena zakresu dokonanego usunięcia kłykcia potylicznego nie jest łatwa. Przyjmuje się, że kanał nerwu podjęzykowego wyznacza granicę między 1/3 tylną i środkową kłykcia w jego części tylnoprzyśrodkowej oraz że wyznacza granicę między 1/3 środkową i 1/3 przednią kłykcia w jego części przednio-bocznej [39]. Jak z tego wynika, kanał ten ma przebieg ukośny i kierowanie się nim jako wyznacznikiem zakresu usunięcia kłykcia może być mylące. Dużo pewniejsze jest wykorzystanie neuronawigacji. W trakcie usuwania kłykcia potylicznego należy się liczyć z wystąpieniem krwawienia żylnego z wypustu kłykciowego.

Resekcji kłykcia potylicznego i odpowiadającej mu powierzchni stawowej atlasu towarzyszy kraniektomia podpotyliczna i resekcja łuku tylnego atlasu. Możliwe jest też usunięcie guzka szyjnego, zwłaszcza gdy cel stanowi tętniak tętnicy kręgowej przy odejściu tętnicy mózdkowej dolnej tylnej [40]. Część autorów dokonuje również resekcji wyrostka sutkowatego [15,25-28]. W opinii autorów niniejszej pracy nie jest to konieczne.

Otwierając oponę twardą, większość autorów [8,15,18,21,26] wykonuje cięcie okalające miejsce przechodzenia tętnicy kręgowej przez oponę twardą i dalej prowadzi linijne lub łukowate cięcie nad dolnym piętnem kąta mostowo-mózdkowego z ewentualnymi kontrnacięciami.

Autorzy niniejszej pracy poszli za przykładem Baldwina i wsp. [9], którzy przecinają oponę wzdłuż górnej, przyśrodkowej i dolnej granicy otwarcia kostnego. Tak prowadzone cięcie pozwala na uformowanie płata oponowego, którego podstawa przebiega wzdłuż bocznej granicy otwarcia kostnego. W podstawie płata zawiera się miejsce przechodzenia przez oponę tętnicy kręgowej. Otwarcie płatowe pozwala uniknąć ingerowania w to miejsce. Wraz z tętnicą kręgową przez oponę przechodzi pierwszy korzeń szyjny oraz tętnica rdzeniowa tylna [34]. Tętnica kręgowa i towarzyszące jej struktury przebijają oponę stycznie. Opona jest w tym miejscu grubsza. Z uwagi na powyższe uwarunkowania anatomiczne, cięcie okalające w tej okolicy jest trudne technicznie i nie-

się ze sobą ryzyko pooperacyjnego płynotoku. Otwarcie płatowe opony należy uznać za bezpieczniejsze. Odchylony płat oponowy nie może jednak być odciągnięty zbyt silnie do boku, gdyż może to spowodować kątowe zagięcie tętnicy kręgowej. Należy jednak podkreślić, że wykonanie okalającego cięcia opony wokół miejsca przechodzenia przez oponę tętnicy kręgowej pozwala na przemieszczenie tej ostatniej ku tyłowi, również w odcinku wewnątrzoponowym, wraz z tętnicą mózdkową dolną tylną, tętnicą rdzeniową przednią i perforatorami zdążającymi do pnia. Przemieszczeniu do tyłu ulega też wówczas część rdzeniowa nerwu dodatkowego. Działania te otwierają niczym nieprzesłoniętą drogę do przedniego ograniczenia otworu potylicznego wielkiego.

Po otwarciu opony twardej, gdy panują prawidłowe warunki anatomiczne, ukazuje się dolna powierzchnia półkuli mózdkowej oraz boczna powierzchnia rdzenia przedłużonego i pierwszych dwóch neuromerów odcinka szyjnego rdzenia kręgowego [1]. Na pierwszym planie widoczny jest korzeń grzbietowy C₂. Do przodu od niego przebiega pień części rdzeniowej nerwu dodatkowego. Ma on zespolenia z korzeniem grzbietowym C₁. Do przodu od korzeni C₁ i C₂ rozciąga się pierwsze więzadło ząbkowane. Kierując się do góry, widzimy początek odcinka V4 tętnicy kręgowej, która od tyłu krzyżuje włókna nerwu podjęzykowego. Wraz z tętnicą kręgową w tej części przebiega tętnica rdzeniowa tylna. Uniesienie półkuli mózdkowej uwidacznia dalszy przebieg tętnicy kręgowej, przeciwstronną tętnicę kręgową oraz nerwy językowo-gardłowe, błędny i część czaszkową nerwu dodatkowego. Obszar, w który uzyskuje się wgląd, jest ograniczony dolną częścią stoku, przednim ograniczeniem otworu potylicznego wielkiego i przednią powierzchnią górnej części odcinka szyjnego kanału kręgowego [34,39]. Powyższe ograniczenia sprawiają, że uzyskany wgląd jest wąski, a zachowanie ciągłości nerwów w czasie usuwania guza wymaga dużej ostrożności [41].

Wskazaniem do stosowania dostępów przezkłykciowych są guzy przedniej części pogranicza czaszkowo-szyjnego [15,23]. Dostęp przezkłykciowy częściowy znajduje zastosowanie w guzach położonych wewnątrzoponowo, a dostęp przezkłykciowy całkowity – w guzach położonych zewnątrzoponowo [6,19]. Najistotniejszą zaletą dostępu przezkłykciowego jest skrócenie dystansu, który dzieli operatora od guza [18]. Uzyskanie wglądu od strony bocznej umożliwia kontrolowanie granicy między guzem a pniem, przy znikomym przemieszczaniu pnia. Możliwa jest też, w czasie usuwania guza, ocena tętnicy kręgowej i jej odgałęzień oraz nerwów czaszkowych i rdzeniowych [23,18]. Dostęp przezkłykciowy

stwarza dogodne warunki usuwania guzów, które jednocześnie penetrują do tylnego dołu czaszki i kanału kręgowego, jak również tych, które klepsydrowato rozrastają się wewnątrz- i zewnątrzoponowo [18]. Dostęp przezkłykiowy, zarówno częściowy, jak i całkowity, może stanowić uzupełnienie dostępów skalistych: tylnego, dolnego i całkowitego [10].

Dostępy przezkłykiowe przez usuwanie kłykcia potylicznego znacznie poszerzają kąt widzenia przedniego ograniczenia otworu potylicznego wielkiego [22,42]. Każdemu milimetrowi usuwania kłykcia potylicznego odpowiada zmiana kąta widzenia o $2,4^\circ$ [14].

Dostępy przezkłykiowe mają też swoje wady. Należy do nich zaliczyć ryzyko uszkodzenia tętnicy kręgowej i jej ważnych odgałęzień, opuszki żyły szyjnej oraz nerwów czaszkowych [42]. Powikłaniem dostępu przezkłykiowego częściowego może być płynotok [15,23,24]. Dostępy przezkłykiowe są czasochłonne. W części przypadków wymagają wykonania stabilizacji szyjno-potylicznej [6,23,43].

Stabilność złącza szczytowo-potylicznego jest uwarunkowana anatomiczną integralnością kłykcia potylicznego, części bocznej atlasu oraz przyczepów więzadeł krzyżowego i poprzecznego. W sytuacji uszkodzenia tych struktur przez wykonanie dostępu przezkłykiowego całkowitego lub w wyniku toczącego się procesu nowotworowego konieczne jest wykonanie stabilizacji szyjno-potylicznej [19]. Dostęp przezkłykiowy częściowy bez zaburzeń złącza szczytowo-potylicznego strony przeciwnej nie prowadzi do niestabilności. Nie ma zgodności co do rozmiarów jednostronnego usuwania kłykcia, które prowadzi do tego zaburzenia. Przeważa pogląd, że niestabilność powoduje usunięcie ponad 1/2 kłykcia i części bocznej atlasu [14,19,23,44]. Została jednak wyrażona opinia, że już usunięcie więcej niż 1/3 kłykcia skutkuje niestabilnością [11]. Zdarzają się przypadki, że chorzy ze śladową niestabilnością odczuwają na tyle silne bóle pogranicza czaszkowo-szyjnego i tendencję do opadania głowy, że decydują się na poddanie odroczonej stabilizacji szyjno-potylicznej (D. Wright – informacja ustna).

Oświadczenie

Autorzy zgłaszają brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo

- George B., Dematons C., Cophignon J. Lateral approach to the anterior portion of the foramen magnum. *Surg Neurol* 1988; 29: 484-490.
- Hammon W., Col M., Kempe L. The posterior fossa approach to aneurysms of the vertebral and basilar arteries. *J Neurosurg* 1972; 37: 339-347.
- Heros R. Lateral suboccipital approach for vertebral and vertebrobasilar artery lesions. *J Neurosurg* 1986; 64: 559-562.
- Kawashima M., Tanriover N., Rhoton A. i wsp. Comparison of the far lateral and extreme lateral variants of the atlanto-occipital transarticular approach to anterior extradural lesions of the craniovertebral junction. *Neurosurgery* 2003; 53: 662-675.
- Day D.J. Komentarz do pracy: Kawashima M., Tanriover N., Rhoton A. i wsp. Comparison of the far lateral and extreme lateral variants of the atlanto-occipital transarticular approach to anterior extradural lesions of the craniovertebral junction. *Neurosurgery* 2003; 53: 675.
- Spektor S., Anderson G., McMenomey S. i wsp. Quantitative description of the far-lateral transcondylar transtuberular approach to the foramen magnum and clivus. *J Neurosurg* 2000; 92: 824-831.
- Giltsbach J., Eggert H., Seeger W. The dorsolateral approach in ventrolateral craniocervical lesions. W: Voth D., Gles P. Disease in the cranio-cervical junction: anatomical and pathological aspects and detailed clinical accounts. *de Gruyter*, Berlin 1987, ss. 359-364.
- Bertalanffy H., Seeger W. The dorsolateral, suboccipital, transcondylar approach to the lower clivus and anterior portion of the craniocervical junction. *Neurosurgery* 1991; 29: 815-821.
- Baldwin H., Miller Ch., van Loveren H. i wsp. The far lateral/combined supra- and infratentorial approach. *J Neurosurg* 1994; 81: 60-68.
- Baldwin H., Spetzler R., Wascher T. i wsp. The far lateral-combined supra- and infratentorial approach: clinical experience. *Acta Neurochir (Wien)* 1995; 134: 155-158.
- Kratimenos G., Crockard A. The far lateral approach for ventrally placed foramen magnum and upper cervical spine tumours. *Br J Neurosurg* 1993; 7: 129-140.
- Spetzler R., Grahm T. The far-lateral approach to the inferior clivus and the upper cervical region: technical note. *Barrow Neurol Inst Q* 1990; 6: 35-38.
- Tuite G., Crockard A. Far lateral approach to the foramen magnum. W: Torrens M., Al-Mefty O., Kobayashi S. Operative skull base surgery. *Churchill Livingstone*, New York 1997, 333-346.
- Dowd G., Zeiller S., Awasthi D. Far lateral transcondylar approach: dimensional anatomy. *Neurosurgery* 1999; 45: 95-100.
- Babu R., Sekhar L., Wright D. Extreme lateral transcondylar approach: technical improvements and lessons learned. *J Neurosurg* 1994; 81: 49-59.
- Day D., Fukushima T., Giannotta S. Cranial base approaches to posterior circulation aneurysms. *J Neurosurg* 1997; 87: 544-554.
- Rhode V., Schaller C., Hassler W. The extreme lateral transcondylar approach to aneurysms of the vertebrobasilar junction, the vertebral artery, and the posterior inferior cerebellar artery. *Skull Base Surg* 1994; 4: 177-180.
- Sen Ch., Sekhar L. An extreme lateral approach to intradural lesions of the cervical spine and foramen magnum. *Neurosurgery* 1990; 27: 197-204.

19. Salas E., Sekhar L., Ziyal I. i wsp. Variations of the extreme-lateral craniocervical approach: anatomical study and clinical analysis of 69 patients. *J Neurosurg* 1999; 90: 206-219.
20. Al-Mefty O., Borba L., Aoki N. i wsp. The transcondylar approach to extradural nonneoplastic lesions of the craniovertebral junction. *J Neurosurg* 1996; 84: 1-6.
21. Hosoda K., Fujita S., Kawaguchi T. i wsp. A transcondylar approach to the arteriovenous malformation at the ventral cervicomedullary junction: report of three case. *Neurosurgery* 1994; 34: 748-753.
22. Wanebo J., Chicoine M. Quantitative analysis of the transcondylar approach to the foramen magnum. *Neurosurgery* 2001; 49: 934-943.
23. Alleyne C., Spetzler R. The transcondylar approach. *Oper Tech Neurosurg* 1999; 2: 74-86.
24. Lang D., Neil-Dwyer G., Iannotti F. The suboccipital transcondylar approach to the clivus and cranio-cervical junction for ventrally placed pathology at and above the foramen magnum. *Acta Neurochir (Wien)* 1993; 125: 132-137.
25. Słoniewski P., Zieliński P., Karwacki Z. i wsp. Zastosowanie dojścia przezskłękowego bocznego do guzów okolicy otworu wielkiego – opis dwóch przypadków. W: Imieliński B., Słoniewski P. Chirurgia podstawy czaszki i zastosowanie minimalnie inwazyjnych technik w neurochirurgii. *Zakłady Graficzne ATEXT S.A.*, Gdańsk 1998, ss. 118-121.
26. Sen Ch., Sekhar L. Surgical management of anteriorly placed lesions at the craniocervical junction – an alternative approach. *Acta Neurochir (Wien)* 1991; 108: 70-77.
27. Canalis R., Martin N., Black K. i wsp. Lateral approach to tumors of the craniovertebral junction. *Laryngoscope* 1993; 103: 343-349.
28. Ammirati M., Ma J., Canalis R. A combined intradural presigmoid-transversarium-transcondylar approach to the whole clivus and anterior craniospinal region: anatomic study. *Skull Base Surg* 1993; 3: 193-200.
29. George B., Cornelius J. Vertebral artery: surgical anatomy. *Oper Tech Neurosurg* 2001; 4: 168-181.
30. Adb El-Bary T., Dujovny M., Ausman J. Microsurgical anatomy of the atlantal part of the vertebral artery. *Surg Neurol* 1995; 44: 392-401.
31. Arnautović K., Al-Mefty O., Pait G. i wsp. The suboccipital cavernous sinus. *J Neurosurg* 1997; 86: 252-262.
32. Rhoton A. The foramen magnum. *Neurosurgery* 2000; 47 (supl.): 155-193.
33. George B., Blanquet A., Alves O. The V3 segment of the vertebral artery: surgery around the craniocervical junction. *Oper Tech Neurosurg* 2002; 5: 50-74.
34. de Oliveira E., Rhoton A., Peace D. Microsurgical anatomy of the region of the foramen magnum. *Surg Neurol* 1985; 24: 293-352.
35. George B., Blanquet A., Alves O. Surgical exposure of the vertebral artery. *Oper Tech Neurosurg* 2001; 4: 182-194.
36. Bruneau M., Cornelius J.F., George B. Antero-lateral approach to the V3 segment of the vertebral artery. *Neurosurgery* 2006; 58 (ONS suppl. 1): ONS29-ONS35.
37. Fine A., Cardoso A., Rhoton A. Microsurgical anatomy of the extracranial-extradural origin of the posterior inferior cerebellar artery. *J Neurosurg* 1999; 91: 645-652.
38. Person H., Vallée B., Lefèvre Ch. i wsp. Arterial and neural relations at the posterior and lateral aspects of the medullo-spinal junction. *Surg Radiol Anat* 1998; 20: 177-184.
39. Rhoton A. The far-lateral approach and its transcondylar, supracondylar and paracondylar extensions. *Neurosurgery* 2000; 47 (supl.): 195-209.
40. Day D.J. Intradural jugular tubercle reduction to enhance exposure via the transcondylar approach: technical note. *Neurosurgery* 2004; 55: 247-251.
41. Pritz M. Evaluation and treatment of intradural tumours located anterior to the cervicomedullary junction by a lateral suboccipital approach. *Acta Neurochir (Wien)* 1991; 113: 74-81.
42. Safavi-Abbasi S., de Oliveira J.G., Deshmukh P. i wsp. The craniocaudal extension of posterolateral approach and their combination: a quantitative anatomic and clinical analysis. *Neurosurgery* 2010; 66 (ONS suppl. 1): ONS54-ONS64.
43. Karam Y., Menezes A., Traynelis V. Posterolateral approaches to the craniovertebral junction. *Neurosurgery* 2010; 66: A135-A140.
44. Vishtech A., Crawford N., Melton M. i wsp. Stability of the craniocervical junction after unilateral occipital condyle resection: a biomechanical study. *J Neurosurg (Spine)* 1999; 90: 91-94.