

Metody prowadzenia krążenia pozaustrojowego w operacjach tętniaków aorty – doświadczenia własne

Methods of extracorporeal circulation in aortic aneurysms – our experience



Iwona Dmitruk-Sobiecka, Tomasz Hirnle, Anna Adamczuk, Krzysztof Matlak

Klinika Kardiochirurgii SPSK, Akademia Medyczna, Białystok

Kardiochirurgia i Torakochirurgia Polska 2007; 4 (3): 308–314

Streszczenie

Ostre rozwarstwienie aorty typu A stanowi poważne zagrożenie dla życia i problem terapeutyczny. Postępowaniem z wyboru jest leczenie chirurgiczne z zastosowaniem krążenia pozaustrojowego. Jedną z metod protekcji ośrodkowego układu nerwowego (OUN), zdobywającą coraz więcej zwolenników, jest selektywna perfuzja tętnic mózgowych. Na podstawie wstępnych doświadczeń przedstawiono podstawowe problemy związane z prowadzeniem krążenia pozaustrojowego w grupie 10 chorych, u których zastosowano selektywną perfuzję mózgową. Przedstawiono metody kaniulacji i omówiono parametry krążenia z uwzględnieniem selektywnej perfuzji mózgu. Zwrócono uwagę na to, jaki wpływ na przeprowadzenie wydolnego krążenia pozaustrojowego właściwego mają dobór miejsca kaniulacji tętniczej i trudności techniczne związane z kaniulacją.

Słowa kluczowe: rozwarstwienie aorty, krążenie pozaustrojowe, kaniulacja aortalna, selektywna perfuzja mózgu.

Wstęp

Operacje tętniaków aorty, mimo rozwoju medycyny i techniki, są obarczone wysokim ryzykiem powikłań i zgonów i stanowią jedno z najpoważniejszych wyzwań dla zespołu kardiochirurgicznego. Śmiertelność okołoperacyjna w operacjach tętniaków aorty wstępującej wynosi 6–10% [1], tętniaków obejmujących łuk aorty od 8,3% (operacje planowe) do 38% (operacje w trybie pilnym) [2], rozwarstwień aorty – około 25% [1]. Mimo wysokiej śmiertelności leczenie chirurgiczne jest podstawową metodą leczenia tętniaków aorty wstępującej i łuku aorty, a zwłaszcza ostrych rozwarstwień aorty.

Najważniejszym problemem w tego typu zabiegach jest zabezpieczenie ośrodkowego układu nerwowego przed

Abstract

Aortic dissection type A is a life-threatening condition and serious therapeutic problem. The procedure of choice is surgical treatment with the use of extracorporeal circulation. One method of cerebral protection, gaining more and more popularity, is selective cerebral perfusion. Based on our initial experience we present problems connected with conduction of ECC in a group of 10 patients in whom we applied antegrade selective cerebral perfusion. We present methods of cannulation and discuss parameters of ECC regarding selective cerebral perfusion. We present our remarks concerning the influence of appropriate site of arterial cannulation and technical problems with cannulation on conduction of effective ECC.

Key words: aortic dissection, extracorporeal circulation, aortic cannulation, selective cerebral perfusion.

niedotlenieniem i powikłaniami neurologicznymi. Najczęściej stosowane są następujące metody prewencji niedotlenienia mózgu:

- głęboka hipotermia z zatrzymaniem krążenia [3, 4],
- wsteczna perfuzja mózgu [5–7],
- selektywna perfuzja mózgu z kaniulacją tętnic dogłównych [6, 8–15].

Cel pracy

Celem pracy jest przedstawienie metod prowadzenia krążenia pozaustrojowego w operacjach ostrych rozwarstwień aorty typu A i tętniaków aorty wykonywanych w naszym ośrodku, ze szczególnym uwzględnieniem selektywnej perfuzji mózgowej.

Adres do korespondencji: mgr inż. Iwona Dmitruk-Sobiecka, Klinika Kardiochirurgii SPSK AM, ul. M. Skłodowskiej-Curie 24a, 15-276 Białystok, tel. +48 85 746 83 39, faks +48 85 746 86 30, e-mail: iwonadxx@o2.pl

Material

W okresie od stycznia do grudnia 2006 r. zoperowano dziewięcioro chorych z ostrym rozwarstwieniem aorty typu A i jednego chorego z tętniakiem prawdziwym aorty wstępującej i łuku aorty, z zastosowaniem selektywnej perfuzji mózgowej. Wśród operowanych były cztery kobiety w wieku 60–78 lat, śr. 68,75 ($\pm 7,89$) lat, i sześciu mężczyzn w wieku 46–73 lat, śr. 56,66 ($\pm 10,52$) lat. Wykonano: jeden *elephant trunk* z totalną rekonstrukcją naczyń dogłowych, jedną operację Bentalla, jedną operację Davida, trzy wstawki nadwieńcowe, trzy operacje typu *hemiarch*, jedną wymianę aorty wstępującej i łuku z plastyką zastawki aortalnej.

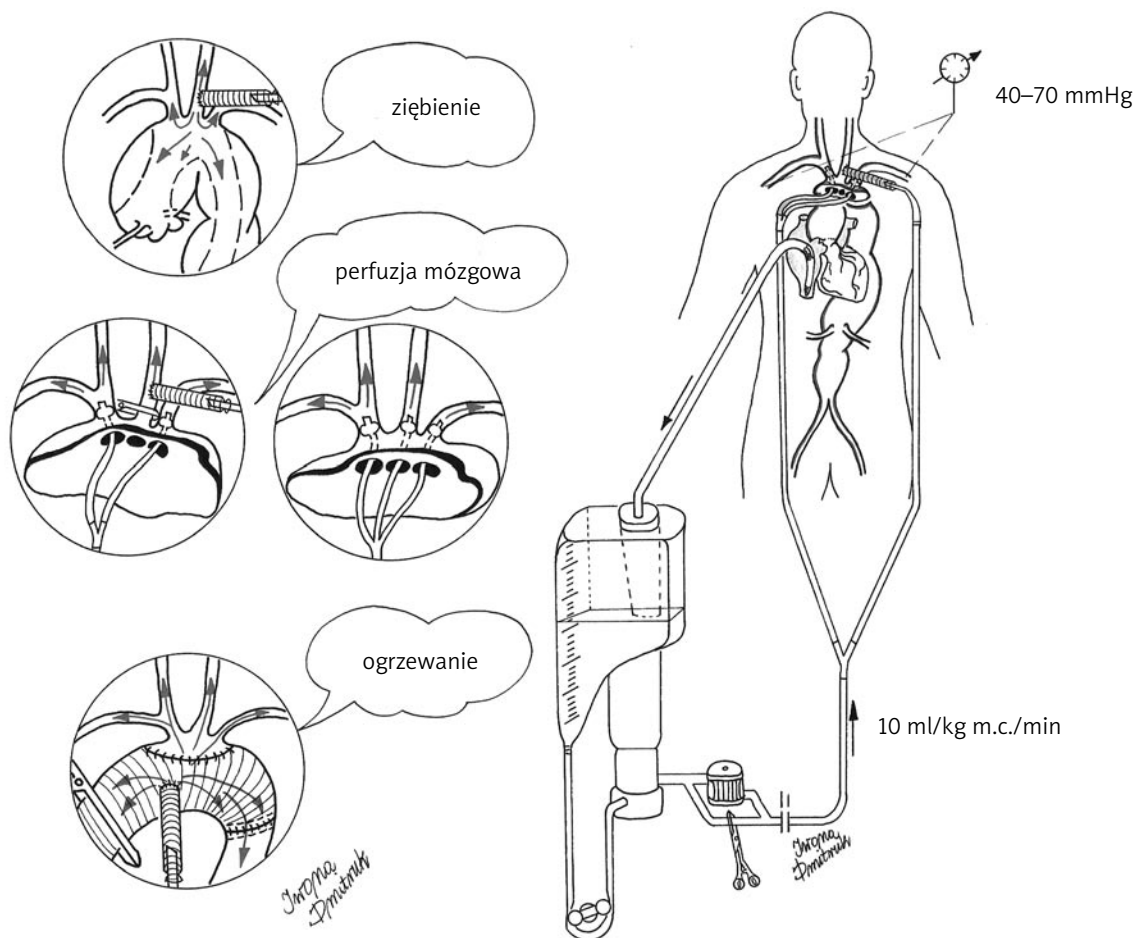
Metoda prowadzenia krążenia pozaustrojowego

Krążenie pozaustrojowe prowadzono z zastosowaniem maszyny płuco-serce trzeciej generacji (System Stöckert S 3) z mieszalnikiem powietrzno-tlenowym typu Sechrist, stosując wyjściowo wskaźnik przepływu $2,4 \text{ l/min/m}^2$, obniżając go w miarę spadku temperatury ciała ($0,1 \text{ l/min/m}^2/1^\circ\text{C}$). W trzech przypadkach użyto oksygenatora typu Capiiox SX 18 (TERUMO), w siedmiu – Trillium Affinity NT 541T (MEDTRONIC). Temperaturę mierzono w odbyciu i przetyku, rzadziej

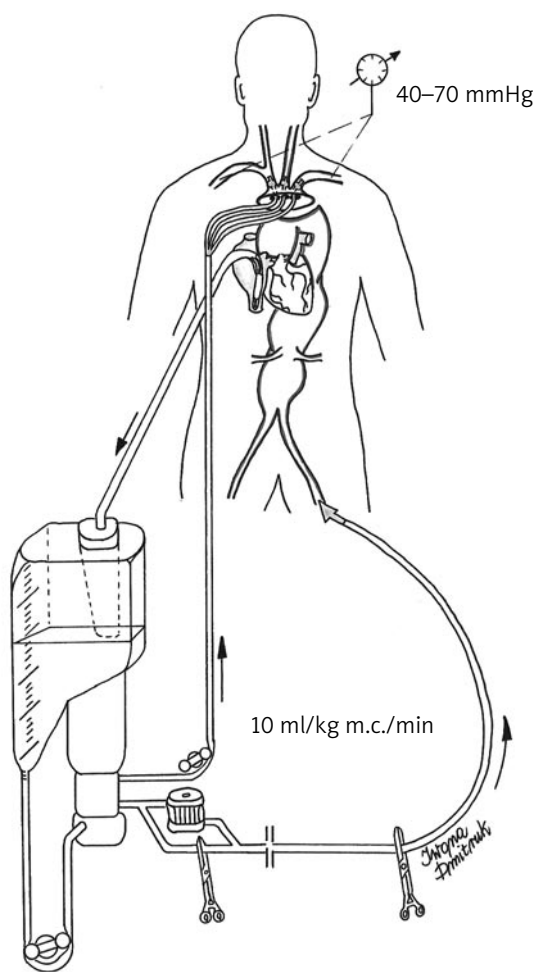
w nosogardzieli. Do oziębiania używano wymienników ciepła, kaszy lodowej (miejscowo do schładzania serca) i worków z lodem (opcjonalnie – do zabezpieczenia głowy). Protekcję serca uzyskiwano, podając zimną krwistą kardioplegię 4:1 do ujść tętnic wieńcowych. Stan równowagi kwasowo-zasadowej utrzymywano według metody pH-stat. Kontrolowano gazometrię, elektrolity, hematokryt, ACT. Do odzysku krwi z pola operacyjnego stosowano separator komórkowy (Dideco Compact Advanced). W przypadku niewydolności nerek stosowano śródoperacyjnie ultrafiltrację.

Selektywna perfuzja mózgowa

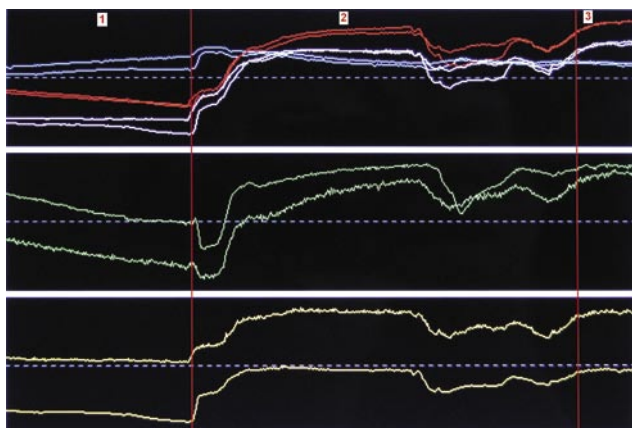
W celu zabezpieczenia ośrodkowego układu nerwowego przed niedotlenieniem prowadzono selektywną perfuzję mózgową z kaniulacją tętnic dogłowych. Do perfundowania OUN używano rozgałęzionej linii tętniczej (ryc. 1.) lub niezależnej okluzyjnej pompy rolkowej (ryc. 2.). Wzoruując się na metodzie opisanej przez Kazui [10, 15], przepływ krwi podawanej do tętnic dogłowych utrzymywano na poziomie 10 ml/kg/min , aby uzyskać ciśnienie mierzone na lewej i prawej tętnicy promieniowej w granicach 40–70 mmHg. Obserwowano symetrię tego pomiaru, gdy perfu-



Ryc. 1. Schemat ECC w operacjach rozwarstwień aorty – rozgałęziona linia tętnicza



Ryc. 2. Schemat ECC w operacjach rozwarstwienia aorty – pojedyn-
cza niezależna pompa rolkowa



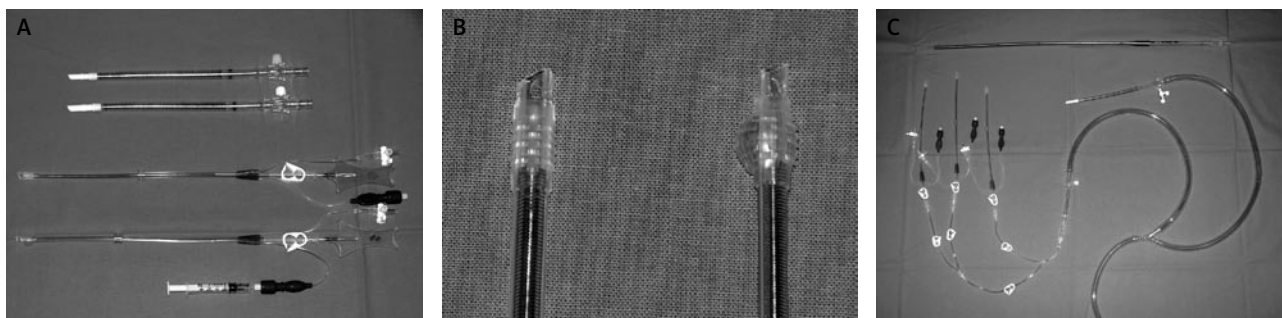
Ryc. 3. Fragment zapisu oksymetrii mózgowej u 53-letniego pacjen-
ta operowanego z powodu ostrego rozwarstwienia aorty typu A.
1 – etap zatrzymania krążenia i kaniulacji tętnic dogłowych;
2 – brak symetrii zapisu po lewej i prawej stronie mózgu; 3 – pra-
widłowa perfuzja mózgowa po poprawieniu ułożenia kaniul dogło-
wowych

zja mózgowa odbywała się dzięki kaniulacji trzech tętnic łuku aorty lub monitorowano ciśnienie na tętnicy promieniowej prawej (w sytuacji gdy zrezygnowano z kaniulacji tętnicy podobojczykowej lewej). U pięciorga chorych monitorowano symetrię i zmiany w oksygenacji mózgu metodą spektroskopową w bliskiej podczerwieni za pomocą aparatu Hamamatsu Niro 200. Oksymetria mózgowa jest metodą pomiaru ciągłego utlenowania krwi za pomocą optod umieszczonych symetrycznie w okolicy czołowej głowy. Zasada działania wykorzystuje zdolność chromoforów do pochłaniania światła podczerwonego o określonej długości fali. Wiązka światła podczerwonego w określonym natężeniu jest emitowana w głąb tkanki biologicznej, po przejściu przez nią ulega osłabieniu i detekcji na obwodzie. Główne chromofory w mózgu to hemoglobina utlenowana i zredukowana [16, 17]. Obserwacja zapisu – oprócz monitorowania zmian w oksygenacji mózgu – pozwala również na pośrednie wnioskowanie o prawidłowości umiejscowienia kaniul dogłowych w czasie selektywnej perfuzji mózgu (ryc. 3.). Do zabezpieczenia OUN przed niedotlenieniem stosowano również protekcję farmakologiczną i opcjonalnie – zabezpieczenie głowy okładami z lodu.

W celu perfundowania głowy używano kaniul 15 Fr do wstecznej kardioplegii z możliwością ręcznego napętlania balonu (DLP Retrograde Coronary Sinus Perfusion Cannula with manual cuff 94965). Do podłączenia krążenia pozaustrojowego stosowano proste zbrojone bezkończerowe kaniule tętnicze 6,0 lub 7,0 mm (Arterial Femoral Cannula Wire Reinforced A 252-60E) (ryc. 4A.–C.). Ogrzewanie pacjentów prowadzono odgłowo przez kaniulę włożoną do „kominka” doszytego do protezy aorty. Gradient temperatury krwi i wody w wymienniku nie przekraczał 10°C.

Kaniulacja

W zależności od wyników TK, o ile tętnice dogłowe-
we były nierozwarstwione, kaniulę tętniczą zakładano przed otwarciem klatki piersiowej. Jako miejsce kaniulacji wybierano najczęściej lewą tętnicę szyjną za pośrednictwem protezy naczyniowej 8-milimetrowej przyszytej do boku tętnicy [18]. Kolejnym, rzadszym miejscem kaniulacji, był pień ramienno-głowy preparowany po przecięciu mostka, przed otwarciem worka osierdziowego. W zależności od średnicy pnia, kaniulacji dokonywano za pośrednictwem protezy naczyniowej lub bezpośrednio. Sporadycznie stosowano kaniulację tętnicy ramieniowej lub podobojczykowej prawej. W przypadku stwierdzenia w przedoperacyjnej tomografii rozwarstwienia lub zwężenia w tętnicach dogłowych próbowano rozpocząć krążenie z dostępu przez tętnice udowe. Po włączeniu krążenia pozaustrojowego w czasie ziębienia do 25°C klemowano aortę na pograniczu łuku aorty i dokonywano inspekcji aorty wstępującej. Po wykonaniu operacji dotyczącej aorty wstępującej i zastawki aortalnej zatrzymywano krążenie pozaustrojowe i dokonywano inspekcji łuku. W razie potrzeby rozszerzenia zakresu operacji na łuk aorty zakładano klem na tętnicę szyjną lewą proksymalnie od strony



Ryc. 4. Rodzaje używanych kaniul: A – tętnicze, do perfuzji mózgowej; B – kaniule do perfuzji mózgowej przed napętnieniem i po napętnieniu balonu; C – zestaw z rozgałęzioną linią tętniczą, kaniula użyta do kaniulacji koniuszka serca

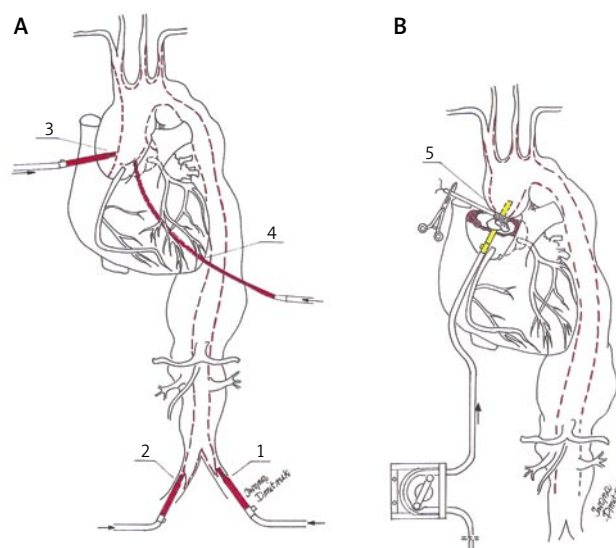
aorty i kaniulowano prawą tętnicę szyjną od strony światła aorty. Lewą tętnicę podobojczykową kaniulowano, gdy stwierdzano duży powrót krwi tętniczej przez nią.

Jako przykład trudności w kaniulacji i prowadzenia krążenia pozaustrojowego przedstawimy szczegółowo jeden z przypadków, który sprawił wyjątkowo dużo trudności technicznych.

53-letni pacjent z rozpoznaniem tętniaka rozwarstwiającego aorty piersiowej i brzusznej został przyjęty na blok operacyjny w trybie pilnym w celu leczenia chirurgicznego. Badanie echokardiograficzne i angio-CT wykazało obecność tętniaka rozwarstwiającego, rozciągającego się od zastawki aortalnej, obejmującego wszystkie naczynia odchodzące od łuku aorty, tętnice nerkowe (z obszarami zawałowymi w nerce lewej) oraz prawdopodobnie obie tętnice udowe. Istniejący stan wykluczał możliwość kaniulacji tętnic odchodzących od łuku aorty z powodu ich rozwarstwienia. Klatkę piersiową otworzono przez sternotomię pośrodkową oraz podano heparynę. Kaniulację żylną uzyskano, umieszczając kaniulę prostą dwustopniową 34/39 Fr w prawym przedsiionku. Kaniulę tętniczą prostą bezkołnierzową 7,0-milimetrową założono do lewej tętnicy udowej. Przy próbie podaży *primingu* nastąpił gwałtowny wzrost oporu mierzonego w układzie tętniczym, co sugerowało zamknięcie wylotu kaniuli błoną rozwarstwienia (ryc. 5A.). Podobnie zakończyła się kaniulacja prawej tętnicy udowej. Podjęto próbę kaniulacji aorty wstępującej i podłączono krążenie pozaustrojowe. Niskie ciśnienie mierzone na lewej i prawej tętnicy promieniowej (ok. 20 mmHg) sugerowało lokalizację kaniuli w świetle rzekomym i brak adekwatnego przepływu. Zatrzymano krążenie; długą, zbrojoną elastyczną kaniulę 19 Fr wprowadzono przez koniuszek lewej komory serca do aorty wstępującej. Podobnie jak w poprzednim przypadku, nie uzyskano właściwego ciśnienia perfuzyjnego. Z uwagi na brak możliwości kaniulacji światła prawdziwego przez tętnice obwodowe, nieadekwatną perfuzję narządową i upływający czas działający na niekorzyść pacjenta, zdecydowano się przeciąć aortę. Po odessaniu krwi zidentyfikowano prawdziwe światło aorty i umiejscowiono w nim kaniulę aortalną, uszczelniając ją na *tomiquecie* (ryc. 5B.).

W trakcie problemów z kaniulacją obłożono głowę chorego lodem. Podłączono krążenie pozaustrojowe z początk-

owym wskaźnikiem przepływu 2,4 l/min/m², obniżając go w miarę spadku temperatury ciała i prowadząc dalej krążenie zgodnie z wcześniejszym opisem. Po oziębieniu pacjenta do temperatury 20°C (mierzonej w przełyku i odbycie) zatrzymano krążenie. Po inspekcji aorty stwierdzono konieczność wykonania wstawki nadwieńcowej. Na czas wykonania zespolenia dalszego, w celu prewencji ośrodkowego układu nerwowego przed niedokrwieniem, zastosowano selektywną perfuzję mózgową z kaniulacją pnia ramienno-głowego, tętnicy szyjnej wspólnej lewej i tętnicy podobojczykowej lewej. W tym celu użyto trzech kaniul do wstecznej kardioplegii 15 Fr z możliwością ręcznej inflacji balonu. Po wykonaniu zespolenia dalszego protezy aorty zatrzymano krążenie dogłowe i używając rozwidlonej linii tętniczej, rozpoczęto perfuzję systemową i ogrzewanie chorego przez kaniulę 7,0-milimetrową włożoną do „kominka” doszytego do protezy aorty. Wykonano zespolenie bliższe, odpowietrzono i odkleszczono aortę. Całkowity czas krążenia pozaustrojowego



Ryc. 5. Miejsca kaniulacji tętniczej 53-letniego chorego operowanego z powodu rozwarstwienia aorty typu A. A – zakończone niepowodzeniem: 1 – lewa tętnica udowa; 2 – prawa tętnica udowa; 3 – aorta wstępująca; 4 – koniuszek lewej komory serca. B – zakończone powodzeniem: 5 – centralna kaniulacja aorty

wyniósł 269 minut, zaklepowania aorty 171 minnt, selektywnej perfuzji mózgowej 45 minut. W trakcie operacji monitorowano symetrię i zmiany w oksigenacji mózgu metodą pomiaru ciągłego Hamamatsu NIRO 200.

Wyniki

U jednego chorego, który zmarł, wystąpiły powikłania neurologiczne w postaci porażenia połowiczego i udaru niedokrwiennego OUN.

U pozostałych chorych nie wystąpiły powikłania, które można by wiązać z zastosowanym sposobem prowadzenia krążenia pozaustrojowego.

Średni czas krążenia pozaustrojowego wyniósł 336,8 ($\pm 125,07$) minut (zakres od 192 do 626 minut), zaklepowania aorty 187, 7 ($\pm 83,19$) minut (94–346 minut), selektywnej perfuzji mózgowej 47 ($\pm 19,54$) minut (15–81 minut).

Przepływ krwi podawanej do tętnic dogłowych wynosił ok. 800 ml/minutę (od 450 do 1000 ml/minutę, w zależności od masy ciała pacjentów). Ciśnienia mierzone na lewej tętnicy promieniowej zmieniły się w granicach 44–67 mmHg, na prawej tętnicy promieniowej 60–82 mmHg. Opór przepływu krwi podawanej do tętnic dogłowych, mierzony na linii tętniczej za wylotem z oksygenatora, zmienił się w zakresie około 100–120 mmHg.

W tabeli I przedstawiono wyniki wybranych parametrów badań gazometrycznych i hematokrytu w poszczególnych etapach krążenia pozaustrojowego w określonych przedziałach temperaturowych. Z zestawienia wynika, że dochodziło do nadmiernego wyptukiwania CO₂ podczas selektywnej perfuzji mózgu. Ciśnienie parcjalne CO₂ przy perfuzji dogłowej w temperaturze 25°C wynosiło średnio 25,78 ($\pm 2,648$) mmHg, a w grupie chorych, u których prowadzono perfuzję mózgową przy 18–20°C: 19,92 ($\pm 6,707$) mmHg.

Omówienie

Prowadzenie krążenia pozaustrojowego w operacjach tętniaków aorty uzależnione jest ściśle od strategii postępowania chirurgicznego. Najbardziej skomplikowaną i wymagającą grupę stanowią pacjenci z ostrym rozwarstwieniem aorty typu A.

W naszym ośrodku krążenie pozaustrojowe w przypadku tętniaków nierozwarstwionych nie odbiega od ogólnie przyjętych zasad. Miejscem kaniulacji tętniczej najczęściej jest aorta wstępująca lub tętnica udowa, żylna – prawy przedsionek lub żyła główna górna i żyła główna dolna. Pacjenci operowani są – w zależności od rozległości wymiany aorty – w płytkiej lub umiarkowanej hipotermii. Osobną grupę stanowią chorzy z rozwarstwieniem aorty. Przeprowadzenie wydolnej perfuzji narządowej wiąże się z właściwym wyborem miejsca kaniulacji tętniczej, zależnym od rozległości rozwarstwienia [18]. W naszym ośrodku działaniem z wyboru jest kaniulacja lewej tętnicy szyjnej, jeszcze przed otwarciem klatki piersiowej. W przypadku gdy nie jest to możliwe, stosowane są inne dojścia tętnicze: pień ramiennie-głowy (przez

protezę), tętnica szyjna wspólna lewa (przez protezę), koniuszek lewej komory serca, tętnica pachowa. W rzadkich przypadkach zastosowano podwójną kaniulację tętniczą z rozgałęzioną linią tętniczą. Przedstawiony szczególnie przypadek centralnej kaniulacji aorty z pewnością nie może być strategią rutynową, jednak w tej odosobnionej sytuacji stał się jedyną możliwością podłączenia krążenia pozaustrojowego. W każdej operacji rozwarstwienia aorty przepływ wznawiany był odgłowo, przez kaniulę założoną do „kominka” doszytego do protezy aorty.

Najważniejszym zagadnieniem w operacjach w obrębie łuku aorty jest zabezpieczenie ośrodkowego układu nerwowego przed niedotlenieniem. Z danych z piśmiennictwa wynika, że istnieje kilka metod prowadzenia selektywnej perfuzji mózgowej, różniących się od siebie zakresem stosowanych przepływów, kaniulacją dwóch lub trzech tętnic łuku aorty, użyciem rozgałęzienia na linii tętniczej [19] lub pojedynczej pompy [10, 15], a czasem trzech niezależnych pomp [20]. W prezentowanym materiale stosowaliśmy selektywną perfuzję mózgową z rozgałęzieniem na linii tętniczej.

Poważnym problemem jest natomiast określenie głębokości hipotermii, w którą należy wprowadzić chorego. Umiarkowana hipotermia jest potencjalnie bardziej fizjologiczna niż głęboka, tym niemniej należy pamiętać o odmiennej tolerancji poszczególnych narządów na niedotlenienie. O ile selektywna perfuzja dogłowa z umiarkowaną hipotermią zabezpiecza OUN, to nie należy zapominać o prewencji niedotlenienia pozostałych narządów. W przypadku trudnych warunków operacji naprawczej i przedłużającego się czasu jej trwania jedyną metodą ochrony organów wewnętrznych jest spowolnienie metabolizmu i redukcja zapotrzebowania tlenowego wywołana hipotermią. Dlatego też, mimo przyjętej w naszym ośrodku zasady obniżenia temperatury do 25°C, w pewnych indywidualnych sytuacjach schładzano pacjenta do 18°C.

Istnieją różne poglądy dotyczące sposobów korekcji pH (metoda pH-stat i α -stat) i żadna z nich nie została zarzucona. W naszym ośrodku stan równowagi kwasowo-zasadowej utrzymywano zgodnie z teorią pH-stat.

Analizując wyniki badań gazometrycznych, zwrócono uwagę na duże wyptukiwanie CO₂ w trakcie selektywnej perfuzji mózgowej. Trudności w utrzymaniu odpowiedniego parcjalnego ciśnienia dwutlenku węgla (mimo korekty przepływu mieszaniny gazów podawanych do oksygenatora wg charakterystyki jego pracy podanej przez producenta) mogą być uzależnione od: konieczności stosowania niskich przepływów krwi w stosunku do rekomendowanych dla danego typu utleniacza (w 30% przypadków stosowano oksygenatory z zalecanym przepływem krwi 0,5–7,0 l/min; w 70% – z przepływem 1,0–7,0 l/min), temperatury i lepkości krwi, własności membrany oddzielającej fazę powietrzną od krwi, złożoności zjawisk chemicznych, w których bierze udział CO₂ we krwi.

Podane wartości oporów przepływu krwi podawanej do tętnic dogłowych mają charakter orientacyjny; wyrażają jedynie trend w kształtowaniu się ciśnienia poda-

Tab. I. Wyniki wybranych parametrów gazometrycznych i hematokrytu w poszczególnych etapach krążenia i przedziałach temperatur

Rodzaj badania	Etap krążenia pozaustrojowego	Liczba chorych	Wartości średnie; mediana	Minimum – maksimum	
pH	Z	>34°C	10	7,404 (±0,106); 7,415	7,23–7,57
		34–30°C	10	7,465 (±0,083); 7,455	7,36–7,59
	PM	~25°C	5	7,42 (±0,062); 7,43	7,3–7,5
		18–20°C	5	7,522 (±0,055); 7,51	7,4–7,61
	O	30–34°C	10	7,346 (±0,116); 7,384	7,19–7,51
		>34°C	10	7,354 (±0,087); 7,355	7,19–7,49
pCO ₂ [mmHg]	Z	>34°C	10	36,58 (±6,856); 35,45	28,7–53,3
		34–30°C	10	28,57 (±4,078); 27,65	21,5–34,7
	PM	~25°C	5	25,78 (±2,648); 24,9	22,7–29,5
		18–20°C	5	19,92 (±6,707); 19,2	13,9–31,0
	O	30–34°C	10	34,16 (±4,042); 33,6	29,2–41,4
		>34°C	10	35,13 (±4,217); 33,9	30,1–43,1
pO ₂ [mmHg]	Z	>34°C	10	384,04 (±103,98); 364	178,9–573
		34–30°C	10	391,17 (±73,138); 398,7	266–487
	PM	~25°C	5	306,96 (±81,019); 253	251–399
		18–20°C	5	297,86 (±56,77); 286,4	253–383
	O	30–34°C	10	284,83 (±74,193); 266	185,1–417
		>34°C	10	226,12 (±96,429); 210,55	100,8–411,2
BE [mmol/l]	Z	>34°C	10	-1,97 (±4,58); -1,9	-11,6÷5,6
		34–30°C	10	-3,33 (±4,236); -2,9	-11,1÷ -1,3
	PM	~25°C	5	-5,916 (±2,11); -6,2	-7,8÷ -3,2
		18–20°C	5	-6,62 (±5,719); -9,4	-11,6÷1,1
	O	30–34°C	10	-6,57 (±5,266); -7,85	-11,8÷1,6
		>34°C	10	-5,833 (±4,574); -7,2	-11,0÷2,3
sO ₂ [%]	Z	>34°C	10	99,58 (±0,308); 99,7	99,1–99,9
		34–30°C	10	99,65 (±0,4); 99,8	98,6–100
	PM	~25°C	5	99,56 (±0,304); 99,7	99,1–99,8
		18–20°C	5	99,62 (±0,471); 99,8	99,7–100
	O	30–34°C	10	99,38 (±0,461); 99,5	98,5–99,9
		>34°C	10	99,34 (±0,474); 99,45	98,3–99,9
Hct. [%]	Z	>34°C	10	25,9 (±5,13); 26	18–33
		34–30°C	10	24,6 (±5,14); 23	19–34
	PM	~25°C	5	27,8 (±4,76); 27	22–35
		18–20°C	5	23 (±2,75); 23,5	19–26
	O	30–34°C	10	24,77 (±4,4); 24	20–32
		>34°C	10	25,6 (±4,06); 24,5	20–33

Z – ziębienie; PM – perfuzja mózgowa; O – ogrzewanie

wania. Są one zmienne w czasie, zależą m.in. od: przepływu pompy, oporów miejscowych (zmiana przekroju przewodu, łączniki itp.) i liniowych (długości drenów w układzie), własności reologicznych tłoczonej krwi, temperatury i lepkości przepływającego medium, wreszcie oporów stawianych przez łożysko naczyniowe pacjenta.

Słabością pracy jest jej retrospektywny charakter i wynikające z tego trudności w ocenie parametrów biochemicznych w aspekcie ich standaryzacji; w celach badawczych parametry powinny być porównywane w warunkach

ustalonych (m.in.: medium o identycznych własnościach fizykochemicznych, temperaturze, przy określonym ciśnieniu, przepływie).

Z uwagi na niewielką liczebność i niejednorodną klinicznie grupę (duża zmienność stosowanych przepływów krwi, zmiany temperatur, obecność środków anestetycznych, różny czas trwania zabiegów) nie pogłębiano analizy statystycznej, ograniczono się jedynie do przedstawienia wartości średnich, odchylenia standardowego, mediany (EXCEL 2000®).

Wnioski

Podsumowując powyższe rozważania, można stwierdzić, że dobór odpowiedniej kaniulacji decyduje o adekwatnej perfuzji pacjenta z tętniakiem aorty. Selektywna perfuzja mózgowa z hipotermią jest skuteczną i powtarzalną metodą zabezpieczenia OUN przed niedotlenieniem. Z uwagi na nieinwazyjność i możliwość obserwacji w czasie rzeczywistym pomiar oksymetrii mózgowej może być istotnym uzupełnieniem monitorowania pacjentów w czasie operacji tętniaków aorty.

Piśmiennictwo

1. Religa Z, Pastuszek M. Tętniaki aorty piersiowej. Chirurgia tętnic i żył obwodowych. T. 2. Red. W. Noszczyk. PZWL, Warszawa 2007; 681-691.
2. Zembala M. Tętniaki aorty. Zarys kardiologii. Red. Z Religa. PZWL, Warszawa 1993; 94-118.
3. Chong SY, Chow MY, Kang DS, Sin YK, Sim EK, Ti LK. Deep hypothermic circulatory arrest in adults undergoing aortic surgery: local experience. *Ann Acad Med Singapore* 2004; 33: 289-293.
4. Augoustides JG, Pochettino A, McGarvey ML, Cowle D, Weiner J, Gambone AJ, Pinchasik D, Bavaria JE. Clinical predictors for mortality in adults undergoing thoracic aortic surgery requiring deep hypothermic circulatory arrest. *Ann Cardiac Anesth* 2006; 9: 114-119.
5. Müller D, Fieguth HG, Wimmer-Greinecker G, Wöhleke T, Kleine P, Moritz A. Neurologic outcome after surgery of the aortic arch: comparison of deep hypothermic arrest, antegrade and retrograde cerebral perfusion. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 20: 72-76.
6. Griep RB. Cerebral protection during aortic arch surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 121: 425-427.
7. Cheung AT, Bavaria JE, Pochettino A, Weiss SJ, Barclay DK, Stecker MM. Oxygen delivery during retrograde cerebral perfusion in humans. *Anesth Analg* 1999; 88: 8-15.
8. Inamura S, Furuya H, Yagi K, Ikeya E, Yamaguchi M, Fujimura T, Kanabuchi K. Recent surgical outcomes of acute type-A aortic dissection. *Tokai J Exp Clin Med* 2006; 31: 109-112.
9. Svensson LG. Antegrade perfusion during suspended animation? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 124: 1068-1070.
10. Kazui T. Simple and safe cannulation technique for antegrade selective cerebral perfusion. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 7: 186-188.
11. Pierangeli A, Di Bartolomeo R, Di Eusanio M. Aortic arch aneurysm. Protection of the brain with antegrade selective cerebral perfusion. *Ital Heart J* 2000; 1 (Suppl 3): S117-S119.
12. Di Eusanio M, Schepens MA, Morshuis WJ, Di Bartolomeo R, Pierangeli A, Dossche KM. Antegrade selective cerebral perfusion during operations on the thoracic aorta: factors influencing survival and neurologic outcome in 413 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 124: 1080-1086.
13. Bachet J, Guilmet D, Goudot B, Dreyfus GD, Delentdecker P, Brodaty D, Dubois C. Antegrade cerebral perfusion with cold blood: a 13-year experience. *Ann Thorac Surg* 1999; 67: 1874-1878.
14. Kazui T, Inoue N, Yamada O, Komatsu S. Selective cerebral perfusion during operation for aneurysms of the aortic arch: a reassessment. *Ann Thorac Surg* 1992; 53: 109-114.
15. Kazui T, Yamashita K, Washiyama N, Terada H, Bashar AH, Suzuki T, Ohkura K. Usefulness of antegrade selective cerebral perfusion during aortic arch operations. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: S1806-S1809.
16. Dobrogowska-Kunicka J, Liebert A, Wilczyński J, Maniewski R. Zastosowanie spektroskopii w bliskiej podczerwieni dla monitorowania oksygenacji mózgu u chorych operowanych w krążeniu pozaustrojowym. *Blok Operacyjny* 2000; 3: 43-45.
17. Staszkiwicz W, Gawlikowska D, Maniewski R, Zbieć A, Gabrusiewicz A. Zastosowanie przezczaszkowej oksymetrii mózgu w chirurgii tętnic szyjnych. *Pol Przegl Chir* 2001; 73: 186-199.
18. Urbanski PP. Zasady postępowania chirurgicznego w ostrym rozwarstwieniu aorty typu A. *Kardiochir Torakochir Pol* 2004; 1: 28-35.
19. Apaydin AZ, Posacioglu H, Calkavur T, Islamoglu F, Uc H, Buket S. Cerebral perfusion through separate grafts for repair of acute aortic dissection with torn arch. *Tex Heart Inst J* 2001; 28: 288-291.
20. Igari T, Hoshino S, Iwaya F, Ando S. Cerebral blood flow and oxygen metabolism during cardiopulmonary bypass with moderate hypothermic selective cerebral perfusion. *Cardiovasc Surg* 1999; 7: 106-111.