

### 7.3. Wpływ środków stosowanych w znieczuleniu ogólnym na metabolizm mózgowia i mózgowy przepływ krwi

Większość stosowanych w znieczuleniu środków farmakologicznych zmniejsza aktywność układu nerwowego, a tym samym metabolizm, i w następstwie tego wyrównawczo zmniejsza przepływ krwi. Wyjątek stanowią tu ketamina i podtlenek azotu, które powodują pobudzenie komórek nerwowych w korze mózgowej płatów czołowych, nasilenie metabolizmu i zwiększenie przepływu krwi w tej okolicy. Anestetyki wziewne, takie jak halotan, izofluran, sewofluran i desfluran, powodują rozprzężenie zależności czynność–metabolizm–przepływ. Pod wpływem wymienionych środków wziewnych wygasa czynność elektryczna komórek nerwowych i ich metabolizm, ale zwiększa się przepływ krwi w wyniku porażenia mięśni gładkich i osłabienia regulacji nerwowej CBF.

Dodatkowym niebezpieczeństwem związanym ze stosowaniem anestetyków wziewnych jest osłabienie, a przy większym stężeniu stosowanych środków anestetycznych zniesienie, mechanizmu autoregulacji ciśnieniowej przepływu krwi. Powoduje to, że zazwyczaj dobrze tolerowane przez organizm chorego wahania ciśnienia tętniczego krwi prowadzą do niedokrwienia lub przekrwienia nasilającego obrzęk mózgu.

Często zapomina się o różnym, zależnym od stężenia środka, wpływie anestetyków działających miejscowo lub ogólnie na ośrodkowy układ nerwowy. W małych stężeniach dochodzi do wyciszenia aktywności większości neuronów, a następnie do uspokojenia i snu. W stężeniu pośrednim dochodzi do głębszego wyciszenia komórek nerwowych hamujących (GABA-ergiczne, purynergiczne, glicynergiczne itp.) i „wyrwania” się spod ich wpływu neuronów pobudzających (glutaminergiczne, cholinergiczne, dopaminergiczne itp.). Kliniknym następstwem tego stanu jest niepokój, pobudzenie chorego, a nawet drgawki. Zwiększa się wtedy metabolizm mózgowia, CBF i ICP. Taka sytuacja może być niebezpieczna w wypadku chorych z krwawieniami wewnątrzczaszkowymi, tętniakiem naczyń mózgowia i obrzękiem mózgu.

Wpływ środków stosowanych w znieczuleniu na metabolizm mózgowia, mózgowy przepływ krwi i ciśnienie wewnątrzczaszkowe przedstawiono w tab. I-9, w której zestawiono leki stosowane w znieczuleniu, od najsilniej zwiększających CBF i ICP do najbardziej obniżających. W tabeli jednak nie uwzględniono fazowości działania wszystkich anestetyków i hipnotyków (środków nasennych). Nie zostały uwzględnione środki zwiotczające mięśnie poprzecznie prążkowane, których wpływ jest nieznaczny. Istotny natomiast jest wpływ neostygminy (Prostigmin), stosowanej w odwracaniu bloku nerwowo-mięśniowego po zabiegu. Powoduje ona zwiększenie przepływu mózgowego krwi i ciśnienia wewnątrzczaszkowego.

**Tabela I-9.** Wpływ środków stosowanych w znieczuleniu na metabolizm mózgowia, przepływ mózgowy krwi (CBF) i ciśnienie wewnątrzczaszkowe (ICP)

Środek farmakologiczny lub połączenie środków	Metabolizm	CBF	ICP	Drgawki
Halotan + N <sub>2</sub> O	↓	↑↑↑↑	↑↑↑	–
Halotan	↓↓	↑↑↑	↑↑↑	–
Ketamina	↑↑	↑↑	↑–	–
Izofluran + N <sub>2</sub> O	↓	↑↑	↑↑	–
Sewofluran	–	↑↑	↑↑	+
Izofluran	↓↓	↑	↑	–
N <sub>2</sub> O	↑	↑	↑	–
Alfentanyl	↓	↑	↑	+
Sufentanyl	↓	↑	↑	+
Fentanyl	↓	↑	↑	+
Opioid + benzodiazepina + N <sub>2</sub> O	↓↓	↑	↑	+
Benzodiazepiny	↓↓	↓	↓	–
Lidokaina	↓↓	↓↓	↓↓	–
Propofol	↓↓	↓↓	↓↓	–
Etomidat	↓↓↓	↓↓	↓↓↓	–
Tiopental	↓↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓	–

Środki uszeregowano w kolejności: od najbardziej zwiększających przepływ mózgowy krwi i ciśnienie wewnątrzczaszkowe do najbardziej je obniżających. Oznaczenia: ↑ — zwiększenie; ↑↑↑ — duże zwiększenie; ↓ — zmniejszenie; ↓↓↓ — duże zmniejszenie; +, – — występowanie drgawek.

Duża wrażliwość mózgowia na zmiany ciśnienia krwi i jej składu, zwłaszcza u chorych z pierwotnym zaburzeniem czynności lub uszkodzeniem struktur OUN, wymaga dokładnego monitorowania śródoperacyjnego i pooperacyjnego czynności układu oddechowego i układu krążenia.

## 7.4. Monitorowanie chorych znieczulanych do zabiegów neurochirurgicznych

W zabiegach neurochirurgicznych o umiarkowanym dla chorego ryzyku okołoperacyjnym, wynikającym ze stosunkowo dobrego stanu jego zdrowia i niezbyt rozległej operacji, nieobciążonej możliwością wy-

stąpienia znacznego krwawienia i zatorów powietrznych (np. w wypadku usunięcia przepukliny jądra miażdżystego płytki międzykręgowej), monitorowanie nie odbiega od przyjętych standardów.

W znieczuleniach do zabiegów neurochirurgicznych, przeprowadzanych z otwarciem jamy czaszki, do operacji zmian naczyniowych i nowotworowych, monitorowanie powinno obejmować:

- ciągły zapis EKG;
- pomiar ciśnienia krwi metodą bezpośrednią, przez kaniulę wprowadzoną do jednej z tętnic promieniowych, po uprzednim sprawdzeniu ukrwienia ręki z tętnicy odłokciowej, oraz równoległe prowadzony automatyczny pomiar nieinwazyjny;
- stały pomiar ośrodkowego ciśnienia żylnego;
- pulsoksymetrię;
- kapnometrię;
- określenie zawartości tlenu w mieszaninie gazów podawanych choremu podczas śródoperacyjnie stosowanego oddechu zastępczego;
- pomiar stężenia anestetyków w powietrzu wydychanym;
- pomiar objętości oddechów;
- pomiar ciśnienia w drogach oddechowych;
- określenie diurezy godzinowej;
- w czasie kilkugodzinnego zabiegu, okresowo: gazometrię, pomiar stężenia glukozy, Hb oraz Hct we krwi tętniczej.

U chorych operowanych w pozycji siedzącej dodatkowo należy monitorować szmer w okolicy przedsercowej w punkcie Erba, za pomocą czujnika Dopplera. W czasie zabiegu chirurg może podczas manipulacji w polu operacyjnym powodować podrażnienie lub przejściowe niedokrwienie ważnych z punktu widzenia regulacji struktur mózgowia, co może wywołać gwałtowne zmiany ciśnienia krwi i tętna. W przypadku stwierdzenia takich zmian, jeżeli nie wynikają one z samej techniki znieczulenia, należy o nich natychmiast informować anestezjologa i operatora.

## **7.5. Znieczulenie do zabiegów naczyniowych mózgu z otwarciem jamy czaszki**

Podczas prowadzenia przedoperacyjnego chorych i indukcji znieczulenia zwraca się szczególną uwagę na utrzymanie stabilnych warunków krążenia krwi, przez właściwe zniesienie bólu, sedację psychologiczną i farmakologiczną chorych. Pozwala to uniknąć rozerwania naczyń iakowato lub tętniakowato zmienionych ścian naczyń tętniczych mózgowia podczas gwałtownego wzrostu ciśnienia albo dalszego niedokrwienia mózgu, zmienionego obrzękiem lub skurczem naczyń, w wyniku gwałtownie

obniżonego ciśnienia tętniczego. Monitorowanie chorych stosuje się wg zasad opisanych powyżej. Dobór środków do znieczulenia powinien uwzględniać ich wpływ na CBF i ICP oraz metabolizm mózgowia. U chorych, u których zmianom naczyniowym towarzyszy obrzęk i zmiany niedokrwienne stosuje się zazwyczaj **znieczulenie ogólne całkowicie dożylnie** (TIVA), w przypadkach zmian naczyniowych niepowikłanych. W znieczuleniu stosuje się anestetyki wziewne w mieszaninie powietrza z tlenem i opioidy. Wybudzanie chorego ze zmianami niedokrwiennymi i obrzękiem mózgu powinno być wydłużone, najlepiej po upływie czasu maksymalnego wzrostu obrzęku (36 h po zabiegu). W przypadkach zmian niepowikłanych chory może być wyprowadzany ze znieczulenia tuż po operacji, pod warunkiem utrzymania lub odzyskania wcześniej prawidłowej temperatury ciała.

## 7.6. Znieczulenie do zabiegów w dole tylnym czaszki

Tego typu zabiegi wiążą się z rękoczynami w ciasnej przestrzeni sąsiadującej z pniem mózgu i rdzeniem przedłużonym. Możliwe są więc w tych przypadkach dramatyczne zaburzenia wegetatywne. Pozycja chorego w czasie tych operacji, często siedząca, zwiększa ryzyko pojawienia się zatorów powietrznych do 30%. Chorych operowanych w pozycji siedzącej chroni się przed wahaniami ciśnienia krwi przez:

- zakładanie przed znieczuleniem elastycznych pończoch lub rajstop lub owijaniem kończyn dolnych bandażem elastycznym;
- szybkie wypełnianie łożyska naczyniowego płynami krystalicznymi i koloidowymi przed wprowadzeniem do znieczulenia;
- unikanie w znieczuleniu środków o działaniu naczyniorozszerzającym;
- powolną zmianę ułożenia ciała z pozycji leżącej do siedzącej.

Ryzyko zatorów powietrznych i ich następstwa można zmniejszyć przez:

- zakładanie sondy Dopplera w okolicę przedsercową oraz cewnika o dużym przekroju do prawego przedsionka serca, w celu ewentualnego odsysania zatoru powietrznego;
- niestosowanie w znieczuleniu podtlenu azotu;
- stosowanie wysokiego ciśnienia dodatniego podczas wydechu w układzie oddechowym, w celu zmniejszenia ryzyka zasysania powietrza;
- zwracanie stałej uwagi na zależność wydalanego  $\text{CO}_2$  i ciśnienia tętniczego oraz okresową kontrolę gazometryczną krwi tętniczej.

W przypadku rozpoznania lub podejrzenia zatoru powietrznego należy natychmiast powiadomić o tym prowadzącego anestezjologa i operatora,

włączyć oddychanie czystym tlenem, przyspieszyć wlew płynów, próbować odciągnąć powietrze z prawej połowy serca przez założony tam cewnik o dużym przekroju i zwiększyć ciśnienie w drogach oddechowych.

## **7.7. Znieczulenie do operacji zmian nowotworowych w ośrodkowym układzie nerwowym**

Zasady znieczulenia są podobne do tych, które opisano odnośnie do leczenia operacyjnego tętniaków. Należy pamiętać o tym, że oponiaki, guz młodzieńczy i niektóre inne nowotwory OUN mogą wywołać silne krwawienie lub zespół ostrego rozsianego wykrzepiania wewnątrznaczyniowego, co wymaga zapewnienia dostatecznych rezerw krwi i osocza mrożonego. U chorych ze zwiększonym ciśnieniem wewnątrzczaszkowym preferowana jest TIVA lub opioidy i benzodiazepiny (nie w guzach tyłomózgowia!) oraz mieszanina tlenu z podtlenkiem azotu. U chorych bez objawów podwyższonego ICP stosuje się anestetyki wziewne w mieszaninie powietrza z tlenem, z dodatkiem opioidów.

W leczeniu chirurgicznym szczególna ostrożność wskazana jest w stosowaniu środków osmotycznych, mających zapobiec obrzękowi mózgu, ponieważ niektóre z nowotworów powodują uszkodzenie bariery krew–mózg, co prowadzi do paradoksalnego wzrostu ICP podczas osmoterapii (środki przechodzą przez ściany naczyń, zwiększają osmolarność tkanek mózgowia, a tym samym zwiększają transport wody i obrzęk).

## **7.8. Znieczulanie chorych z pourazowymi obrażeniami mózgowia**

Chorzy z pourazowymi obrażeniami mózgowia, zwłaszcza ci, którzy mają wzmożone ciśnienie wewnątrzczaszkowe i muszą być operowani z powodów nieneurochirurgicznych, stanowią szczególne wyzwanie dla zespołów znieczulających. Warunkiem bezpieczeństwa chorego jest znieczulenie minimalnie zmieniające czynność układu krążenia i zmniejszające maksymalnie czynność i metabolizm OUN. Takim znieczuleniem mogłaby być TIVA z użyciem opioidów, etomidatu lub benzodiazepin oraz mieszanina tlenu z powietrzem do oddychania normokapnicznego. Hiperwentylacja mogłaby w przypadkach ciężkich obrażeń mózgu wywołać niedokrwienie poprzez nadmierny skurcz naczyń i utrudnione oddawanie tlenu komórkom obwodowym w warunkach zasadowicy oddechowej.

Hiperwentylacja może być pomocna w leczeniu wzmożonego ciśnienia wewnątrzczaszkowego u dzieci i osób młodych, będących po urazie w stanie pobudzenia, u których rozwinęło się przekrwienie mózgu. Dopuszczalne jest znieczulenie opioidami i benzodiazepinami z wentylacją mieszaną tlenu z podtlenkiem azotu w proporcji 1:1. Najgorszym rozwiązaniem dla chorego byłoby równoczesne stosowanie anestetyków wziewnych i podtlenku azotu z tlenem (p. tab. I-9).

Możliwość zaistnienia różnego typu powikłań znieczulenia i działań niepożądanych, przy braku dostatecznie czułych metod monitorowania stanu energetycznego mózgu, powoduje, że w ostatnich latach w wielu ośrodkach chirurgicznych wraca się do metod znieczulenia miejscowego do zabiegów neurochirurgicznych.

## Pytania i zadania kontrolne

1. Jakie mechanizmy decydują o przepływie krwi przez mózgowie?
2. Jakie stany, choroby i leki zwiększają straty energetyczne mózgowia?
3. Które środki znieczulające są najkorzystniejsze w znieczuleniu do zabiegów neurochirurgicznych?
4. Jak należy przygotować chorych do zabiegów neurochirurgicznych w pozycji siedzącej?
5. Jakich wartości MAP, ICP i CPP nie należy przekraczać u chorych z obrażeniami pourazowymi lub naczyniopochodnymi mózgowia?
6. Jak należy postępować w przypadku wystąpienia zatoru powietrznego podczas znieczulenia chorego neurochirurgicznego?

## Piśmiennictwo

1. *Drobnik L, Jurczyk W.* (red.): Problemy anestezjologii i intensywnej terapii, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1998.
2. *Ząbek M.* (red.): Zarys neurochirurgii, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1999.