



**POLSKIE TOWARZYSTWO
ANESTEZJOLOGII I INTENSYWNEJ
TERAPII**

- • • • • • • **Stanowisko Sekcji
Anestezjologii i Intensywnej
Terapii Dziecięcej PTAiIT
w sprawie znieczulania
dzieci po ukończeniu
3. roku życia**

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część tej publikacji nie może być kopiowana, przechowywana w jakiejkolwiek formie pamięci ani przesyłana elektronicznie, mechanicznie, za pomocą fotokopii, nagrań lub w inny sposób, bez uprzedniej pisemnej zgody Polskiego Towarzystwa Anestezjologii i Intensywnej Terapii.

Ta publikacja ma charakter informacyjno-edukacyjny. Chociaż starano się, aby zawarte w niej informacje, zwłaszcza dotyczące dawkowania leków, były poprawne, ostateczne decyzje dotyczące ich stosowania należą do lekarza.

Publikacja nie ma na celu zastąpienia profesjonalnej opieki medycznej w zakresie diagnozy ani terapii. Autorzy ponoszą odpowiedzialność za treść publikacji, która nie jest równoznaczna z indywidualnymi poradami lekarskimi. W odniesieniu do informacji o lekach starano się zapewnić rzetelność i aktualność, ale ostateczne źródło informacji o lekach stanowią obowiązujące akty prawne, a informacje handlowe są dostępne w ofertach aptek. Jedyną prawidłową informacją na temat leków jest aktualna charakterystyka produktu leczniczego (ChPL) oraz ulotka producenta.

Autorzy, konsultanci i wydawcy publikacji nie ponoszą odpowiedzialności za ewentualne błędy lub szkody wynikłe z korzystania z zawartych w niej informacji. W szczególności nie są odpowiedzialni za roszczenia prawne dotyczące leków i substancji chemicznych znajdujących się w fazie badań klinicznych.

■ Stanowisko Sekcji Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dziecięcej PTAiT w sprawie znieczulania dzieci po ukończeniu 3. roku życia

Alicja Bartkowska-Śniatkowska¹, Marzena Zielińska^{2,3}, Magdalena Mierzewska-Schmidt⁴, Jowita Biernawska⁵, Elżbieta Byrska-Maciejasz⁶, Maciej Cettler⁷, Magdalena Chęcińska³, Maria Damps^{8,9}, Anna Kubica-Cielińska^{2,3}, Małgorzata Mikaszewska-Sokolewicz¹⁰, Jowita Rosada-Kurasińska¹, Beata Rybojad^{11, 12}, Tomasz Sikorski^{13, 14}, Magdalena Świder¹⁵, Mariola Tałałaj¹⁶, Izabela Pągowska-Klimek⁴

- ¹ Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Instytut Pediatrii / Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Pediatricznej
- ² Katedra i Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
- ³ Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dziecięcej, Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. Jana Mikulicza-Radeckiego we Wrocławiu
- ⁴ Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dziecięcej, Warszawski Uniwersytet Medyczny
- ⁵ Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie
- ⁶ Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Uniwersytecki Szpital Dziecięcy w Krakowie
- ⁷ Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii dla Dzieci, Wojewódzki Szpital Zespolony im. Ludwika Rydygiera w Toruniu
- ⁸ Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Górnośląskie Centrum Zdrowia Dziecka im. św. Jana Pawła II w Katowicach
- ⁹ Wydział Nauk Medycznych w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach
- ¹⁰ Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Instytut „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka” w Warszawie
- ¹¹ Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dziecięcej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie
- ¹² Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Uniwersytecki Szpital Dziecięcy w Lublinie
- ¹³ Pododdział Anestezjologii i Intensywnej Terapii Pediatricznej B, Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Medycznej, Instytut Centrum Zdrowia Matki Polki w Łodzi
- ¹⁴ Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Uniwersytet Medyczny w Łodzi
- ¹⁵ Pododdział Anestezjologii i Intensywnej Terapii dla Dzieci i Noworodków, Kliniczny Oddział Intensywnej Terapii i Anestezjologii z Ośrodkiem Ostrego Zatrucia, Kliniczny Szpital Wojewódzki nr 2 im. św. Jadwigi Królowej w Rzeszowie
- ¹⁶ Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dzieci i Młodzieży z Pododdziałem Pooperacyjnym i Leczenia Bólu, Uniwersytecki Dziecięcy Szpital Kliniczny im. Ludwika Zamenhofa w Białymstoku

● **Abstract:** Anaesthesia for paediatric patients poses certain challenges to anaesthesiologists who perform anaesthesia to adults in daily clinical practice, due to higher heterogeneity of this patient's population. As shown by the APRICOT study, the risk of severe adverse events in children above 3 years of age has been assessed as lower as compared to children younger than 3 yrs, and moreover, decreases by 12% with each subsequent year of life. However, it should be emphasized that patients from these age-groups could present complex congenital defects and/or severe systematic diseases, requiring repeated anaesthetic procedures during chronic disease processes as well as during long-term treatment with the use of burdensome pharmacotherapies (e.g. chemotherapy, immunotherapy). The newest principle in perioperative medicine is the concept of ERAS (Enhanced Recovery after Surgery) regarding also anaesthesiological conditions in the perioperative period. The Expert Panel of The Section of Paediatric Anaesthesiology and Intensive Therapy has prepared updated position paper on anaesthesia in children over 3 years, including general principles and anaesthesia in specific fields, i.e. dentistry, otolaryngology, ophthalmology, orthopedics, diagnostics outside the operating room and in emergency situations. We hope that this paper, being the continuation of the position on anaesthesia in children up to 3 years of age, will be of interest to residents as well as specialists in anaesthesiology who are interested in performing anaesthesia in older children and adolescents.

● **Key words:** children, general anaesthesia, statement, over 3 years old

Adres do korespondencji: Alicja Bartkowska-Śniatkowska, Instytut Pediatrii / Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Pediatricznej, ul. Szpitalna 27/33, 60-572 Poznań, e-mail: asniatko@ump.edu.pl

● SPIS TREŚCI

Spis skrótów i akronimów	4	Znieczulenie w laryngologii	23
Wprowadzenie	6	Przygotowanie do znieczulenia	23
Wypożyczenie stanowiska znieczulenia oraz sali nadzoru pooperacyjnego	7	Premedykacja	23
Przygotowanie do znieczulenia	7	Indukcja znieczulenia	23
Karencja pokarmowa	8	Podtrzymanie znieczulenia	24
Premedykacja	9	Znieczulenie w ortopedii.....	24
Płynoterapia przedoperacyjna.....	9	Przygotowanie do znieczulenia	25
Płynoterapia śródoperacyjna.....	10	Znieczulenie.....	25
Płynoterapia pooperacyjna	10	Leczenie bólu.....	26
Ogólne zasady znieczulenia	11	Znieczulenie w okulistyce	27
Plan operacyjny	11	Patofizjologia	27
Indukcja wziewna	11	Ciśnienie wewnątrzgałkowe.....	28
Indukcja dożylna	12	Odruchy oczne	28
Indukcja donosowa	13	Odruch oczno-sercowy	28
Indukcja doodbytnicza	13	Odruch oczno-oddechowy.....	30
Intubacja.....	13	Odruch oczno-wymiotny.....	30
Wybór środka zwiotczającego.....	13	Odruch oczno-wymiotny.....	30
Wentylacja przez maskę.....	14	Leki oczne przyjmowane przez pacjenta	30
Maska krtaniowa	14	Blokady regionalne do operacji okulistycznych	30
Wybór rurki intubacyjnej, rozmiary rurek.....	14	Znieczulenie do operacji okulistycznych w trybie pilnym	30
Postępowanie w przypadku trudnej intubacji	15	Znieczulenie do badania okulistycznego i pomiaru ciśnienia wewnątrzgałkowego	30
Podtrzymanie znieczulenia	15	Znieczulenie do operacji jaskry.....	30
Wentylacja dziecka podczas znieczulenia ogólnego.....	16	Znieczulenie do operacji zaćmy	31
Znieczulenie dziecka z pełnym żołądkiem	17	Znieczulenie do operacji zęza	31
Leczenie bólu pooperacyjnego	18	Znieczulenie do operacji szklistkowo- siatkówkowych	31
Znieczulenie dzieci po ukończeniu 3. roku życia – część szczegółowa	20	Znieczulenie do leczenia retinopatii wczesniaczej	31
Znieczulenie w stomatologii.....	20	Znieczulenie pacjentów z siatkówczakiem.....	31
Przygotowanie do znieczulenia.....	21	Znieczulenie do udrożnienia kanalików nosowo-łzowych	32
Premedykacja	21		
Znieczulenie.....	22		
Wybudzenie	23		

Znieczulenie do zabiegów diagnostycznych – pracownia rezonansu magnetycznego, tomografii komputerowej, zabiegi endoskopowe przewodu pokarmowego	32	Przygotowanie zespołu medycznego i sprzętu do znieczulenia pacjenta pediatrycznego w trybie nieplanowym.....	34
Znieczulenie poza salą operacyjną – pracownia tomografii komputerowej, pracownia rezonansu magnetycznego, pracownia badań endoskopowych	32	Przygotowanie pacjenta do znieczulenia w trybie nieplanowym	35
Pracownia tomografii komputerowej i pracownia rezonansu magnetycznego.....	32	Postępowanie według schematu ABCDE.....	35
Przygotowanie do znieczulenia	33	A – <i>airway</i> – drogi oddechowe	35
Premedykacja.....	33	B – <i>breathing</i> – oddychanie/wentylacja	36
Znieczulenie	33	C – <i>circulation</i> – krążenie + leki.....	36
Pracownia endoskopowa przewodu pokarmowego.....	33	D – <i>disability</i> – stan neurologiczny.....	36
Znieczulenie.....	33	E – <i>exposure</i> – ekspozycja	37
Znieczulenie dzieci w stanach nagłych.....	34	Premedykacja	37
		Wprowadzenie do znieczulenia.....	37
		Podtrzymanie znieczulenia	37
		Wybudzenie	38
		Piśmiennictwo	39

● SPIS SKRÓTÓW I AKRONIMÓW

ACEI – *angiotensin-converting enzyme inhibitors* – inhibitory konwertazy angiotensyny

ADH – *antidiuretic hormone* – hormon antydiuretyczny

APRICOT – *Anaesthesia PRactice in Children Observational Trial*

aPTT – *activated partial thromboplastin time* – czas częściowej tromboplastyny po aktywacji

ASA – *American Society of Anesthesiologists*

BMI – *body mass index* – wskaźnik masy ciała

BP – *blood pressure* – ciśnienie tętnicze

C3F8 – oktafluoropropan

CO – tlenek węgla

CO₂ – dwutlenek węgla

COHb – karboksyhemoglobina

COVID-19 – *coronavirus disease 2019* – choroba koronawirusowa 2019

CPAP – *continuous positive airway pressure* – zwiększone ciśnienie w drogach oddechowych

CPSP – *chronic postsurgical pain* – przewlekły ból pooperacyjny

CRP – *C-reactive protein* – białko C-reaktywne

cRSI – *controlled rapid sequence induction* – kontrolowana szybka indukcja znieczulenia

DMD – *Duchenne muscular dystrophy* – dystrofia mięśni Duchenne'a

DTP – *diphtheria-tetanus-pertussis* – błonica-tężec-krztusiec

EA – *emergence agitation* – nagłe pobudzenie

ECLS – *extracorporeal life support* – pozaustrojowe techniki podtrzymywania funkcji narządów

EKG – badanie elektrokardiograficzne

ERAS – *enhanced recovery after surgery*

ESAIC – *European Society of Anaesthesiology and Intensive Care* – Europejskie Towarzystwo Anestezjologii i Intensywnej Terapii

ESP – *erector spinae plane* – płaszczyna mięśnia prostownika grzbietu

EtCO₂ – końcowo-wydechowe stężenie dwutlenku węgla

ETT – *endotracheal tube* – rurka intubacyjna dotchawicza

FDA – *Food and Drug Administration* – Agencja ds. Żywności i Leków

FESS – *functional endoscopic sinus surgery* – funkcjonalna endoskopowa chirurgia zatok

FiO₂ – *fraction of inspired oxygen* – ilość tlenu w mieszaninie wdechowej

GCS – *Glasgow Coma Scale* – Skala Glasgow

GERD – *gastroesophageal reflux disease* – choroba refluksowa

GLP-1 – *glucagon-like peptide 1* – peptyd 1 podobny do glukagonu

HAV – *hepatitis A virus* – wirusowe zapalenie wątroby typu A

HPV – *human papilloma virus* – wirus brodawczaka ludzkiego

ID – *internal diameter* – średnica wewnętrzna

IOP – *intraocular pressure* – ciśnienie wewnątrzgałkowe

IPV – *inactivated polio vaccine* – inaktywowana szczepionka przeciwko polio

LFA – *low-flow anaesthesia* – znieczulenie techniką małych przepływów

LVEF – *left ventricular ejection fraction* – frakcja wyrzutowa lewej komory

MAC – *minimum alveolar concentration* – minimalne stężenie pęcherzykowe

MAP – *mean arterial pressure* – średnie ciśnienie tętnicze

MenACWY – meningokoki z grup A, C, W-135 i Y

MenB – meningokoki z grupy B

MenC – meningokoki z grupy C

MEP – *motor evoked potentials* – ruchowe potencjały wywołane

MFA – *minimal-flow anaesthesia* – znieczulenie techniką minimalnych przepływów

MgSO₄ – siarczan magnezu

MILS – *manual in-line stabilisation* – ręczna stabilizacja w linii

MMR – *measles-mumps-rubella* – odra-świnka-różyczka

MR – *magnetic resonance* – rezonans magnetyczny

NaCl – chlorek sodu

NLPZ – niesteroidowe leki przeciwzapalne

OSAS – *obstructive sleep apnea syndrome* – zespół bezdechu sennego

PCA – *patient-controlled analgesia* – analgeza kontrolowana przez pacjenta

PCV – *pressure-controlled ventilation* – wentylacja kontrolowana ciśnieniem

PECS I – *pectoral nerve block I* – blokada nerwów piersiowych I

PECS II – *pectoral nerve block II* – blokada nerwów piersiowych II

PEEP – *positive and expiratory pressure* – dodatnie ciśnienie końcowo-wydechowe

PIP – *peak inspiratory pressure* – ciśnienie wdechowe szczytowe

PIP – *positive inspiratory pressure* – dodatnie ciśnienie wdechowe

POCD – *postoperative cognitive dysfunction* – pooperacyjne zaburzenia funkcji poznawczych

POCUS – *point-of-care ultrasound* – badanie ultrasonograficzne w punkcie opieki

PONV – *post-operative nausea and vomiting* – nudności i/lub wymioty w okresie pooperacyjnym

PPIA – *parent presence induction anaesthesia* – obecność rodziców podczas indukcji znieczulenia

PSA – *procedural sedation and analgesia* – analgo-sedacja proceduralna

PTN – Polskie Towarzystwo Neonatologiczne

QLB – *quadratus lumborum block* – blokada przedziału mięśnia czworobocznego lędźwi

R – rekomendowane

RAE – *Ring-Adair-Elwyn* – rurka dotchawicza intubacyjna wygięta pod kątem

RSB – *rectus sheath block* – blokada pochewki mięśnia prostego brzucha

RTG – rentgen

S – sugerowane

SAE – *severe adverse events* – ciężkie zdarzenia niepożądane

SBP – *systolic blood pressure* – skurczowe ciśnienie tętnicze

SD – *standard deviation* – odchylenie standardowe

SEP – *somatosensory evoked potentials* – somatosensoryczne potencjały wywołane

SF6 – heksafluorek siarki

SOR – szpitalny oddział ratunkowy

SPB – *serratus anterior plane block* – blokada płaszczyny mięśnia zębatego przedniego

SpO₂ – saturacja krwi (wysycenie hemoglobiny tlenem)

TAP – *transversus abdominis plane* – blokada przestrzeni mięśnia poprzecznego brzucha

TCI – *target controlled infusion* – infuzja kontrolowana docelowym stężeniem leku

TIVA – *total intravenous anaesthesia* – znieczulenie całkowicie dożylne

TK – tomografia komputerowa

TV – *tidal volume* – objętość oddechowca

TxA – *tranexamic acid* – kwas traneksamowy

USG – ultrasonografia

VCV – *volume-controlled ventilation* – wentylacja kontrolowana objętością

VEGF – *vascular endothelial growth factor* – czynnik wzrostu śródbłonna naczyniowego

VIMA – *volatile induction and maintenance anaesthesia* – wziewna indukcja i podtrzymanie znieczulenia

VR – *virtual reality* – rzeczywistość wirtualna

Wprowadzenie

Znieczulenie pacjentów z populacji pediatrycznej stawia, ze względu na dużą heterogenność tej populacji, pewne wyzwania przed anestezjologami, zwłaszcza znieczulającymi na co dzień głównie dorosłych. Całkowicie odmienną grupę stanowią dzieci poniżej 3. roku życia, w odniesieniu do których Sekcja Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dziecięcej Polskiego Towarzystwa Anestezjologii i Intensywnej Terapii (PTAiIT) przygotowała stanowisko w sprawie znieczulenia dzieci przed ukończeniem 3. roku życia, niemniej jednak zalecenia zawarte w niniejszym stanowisku, dotyczącym dzieci powyżej 3. roku życia i młodzieży, są integralną i kompatybilną częścią dokumentu cytowanego powyżej.

Normy świadczenia usług w zakresie anestezjologii dziecięcej uregulowano w zasadach zawartych w jednolitym tekście rozporządzenia ministra zdrowia w sprawie standardu organizacyjnego opieki zdrowotnej w dziedzinie anestezjologii i intensywnej terapii z 2016 roku, zawierającego wymogi dotyczące warunków i wyposażenia stanowiska znieczulenia pacjentów z uwzględnieniem różnic wynikających także z ich wieku, jak również zasady całosciowej opieki okołoperacyjnej w szpitalach, w których są wykonywane zabiegi u dzieci. Szpital jest zobowiązany do stworzenia odpowiednich warunków hospitalizacji dzieci przed operacją i po niej, między innymi przez utworzenie oddziału anestezjologii dla dzieci lub oddziału anestezjologii i intensywnej terapii dla dzieci [1].

Obowiązującą zasadą w medycynie okołoperacyjnej jest koncepcja kompleksowej opieki okołoperacyjnej dla poprawy wyników leczenia (ERAS – *enhanced recovery after surgery*), czyli poprawy wyników leczenia operacyjnego poprzez kompleksowe podejście do pacjenta w okresach przed-, śród- i pooperacyjnym [2]. Wstępnie opracowano ją dla populacji pacjentów dorosłych, jednakże od wielu lat obserwuje się proces implementacji powyższych zasad także w populacji dziecięcej. Niektóre elementy tej koncepcji dotyczą też działań anestezjologicznych, takich jak: skrócenie czasu głodzenia przed znieczuleniem, unikanie premedykacji farmakologicznej, multimodalna analgeza z uwzględnieniem anestezji regionalnej itp., które powinny zostać wdrożone już w okresie przed operacją. Z kolei w okresie pooperacyjnym zaleca się między innymi: wczesne wdrożenie żywienia doustnego, zapobieganie nudnościom i wymiotom pooperacyjnym, leczenie bólu nieopioidowymi lekami przeciwbólowymi lub ciągłymi technikami analgezji regionalnej.

Takie holistyczne podejście poprawia skuteczność i bezpieczeństwo pacjenta w okresie okołoperacyjnym, a co więcej, przyczynia się do zwiększenia efektywności leczenia i satysfakcji – zarówno dziecka, jak i jego rodzica/przedstawiciela ustawowego/opiekuna faktycznego.

Znieczulenie dzieci powyżej 3. roku życia jest obarczone ryzykiem zdarzeń niepożądanych, choć mniejszym w porównaniu do młodszych dzieci, co potwierdzono w badaniu *Anaesthesia PRactice in Children Observational Trial* (APRICOT) z 2018 roku [3]. Wykazano bowiem, że częstość ciężkich zdarzeń niepożądanych (SAE – *severe adverse events*) w okresie okołoznieczuleniowym zmniejsza się o 12% z każdym rokiem życia dziecka. Niemniej jednak należy zwrócić uwagę, że w tej grupie do znieczulenia są kwalifikowani pacjenci ze złożonymi wadami wrodzonymi i/lub ciężkimi chorobami układowymi, wymagającymi wielokrotnych i powtarzających się znieczuleń i zabiegów, często ze współistniejącą niewydolnością wielonarządową, wynikającą z przewlekłego procesu chorobowego i/lub długotrwałego leczenia z zastosowaniem obciążających farmakoterapii (np. chemioterapia, immunoterapia).

Postęp technologiczny, a także rozwój farmaceutyczny zwiększyły możliwości i nadzieje na leczenie chorób, które jeszcze nie tak dawno uznawano u dzieci za nieuleczalne. Zwiększyły się zatem zakres i zasięg metod diagnostycznych i leczniczych, co wymusiło na anestezjologach konieczność dostosowania się do warunków i wymogów współczesnej medycyny. Często zabiegi te są wykonywane w różnych ośrodkach wyspecjalizowanych tylko w wybranych dyscyplinach, na przykład radiologii, ortopedii, okulistyce, stomatologii i innych, co skłoniło Panel Ekspertów Sekcji Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dziecięcej do uaktualnienia stanowiska w sprawie znieczulenia dzieci powyżej 3. roku życia, z uwzględnieniem znieczuleń w szczególnych wybranych dziedzinach, tj. stomatologii, laryngologii, ortopedii, okulistyce, diagnostyce, poza salą operacyjną [tomografia komputerowa (TK), rezonans magnetyczny (MR – *magnetic resonance*), endoskopia] oraz w stanach nagłych.

Mamy nadzieję, że Stanowisko to, będące kontynuacją Stanowiska w sprawie znieczulenia dzieci do ukończenia 3. roku życia (2025 r.), a także uaktualnionym dokumentem poświęconym ogólnym i szczegółowym zaleceniom znieczulenia dzieci po ukończeniu 3. roku życia (2016 r.) spotka się z zainteresowaniem lekarzy odbywających szkolenie specjalizacyjne z zakresu

anestezjologii i intensywnej terapii, jak również wszystkich specjalistów anestezjologii i intensywnej terapii, którzy wykonują znieczulenia u dzieci i młodzieży. Część informacji ogólnych, dotyczących całej populacji dziecięcej, wyczerpująco opisano w części pierwszej, odnoszącej się do dzieci do ukończenia 3. roku życia, natomiast w niniejszym dokumencie zostały uzupełnione o specyficzne uwarunkowania dotyczące dzieci starszych. W części szczegółowej zawarto dodatkowe i ważne wskazówki dotyczące znieczuleń w wybranych dziedzinach.

Wyposażenie stanowiska znieczulenia oraz sali nadzoru pooperacyjnego

Wyposażenie stanowiska znieczulenia w miejscach udzielania świadczeń w zakresie anestezjologii dziecięcej jest uregulowane w zapisach rozporządzenia ministra zdrowia z 2016 roku, w których szczegółowo, z uwzględnieniem specyfiki populacji dziecięcej, opisano je w Stanowisku dotyczącym znieczulenia dzieci poniżej 3. roku życia [1]. W tym opisie uwzględniono wymogi dotyczące zarówno wyposażenia stanowiska znieczulenia, jak i sali nadzoru pooperacyjnego. Dodatkowo należy zwrócić szczególną uwagę na zapewnienie odrębnych pomieszczeń dla pacjentów z tej populacji, co ma istotne znaczenie zwłaszcza wtedy, gdy dzieci starsze dzieci i młodzież są operowane w szpitalach dla dorosłych.

Przygotowanie do znieczulenia

U wszystkich dzieci, niezależnie od wieku, obowiązuje przeprowadzenie badań podmiotowego i przedmiotowego pacjenta co najmniej 24 godz. przed planowaną operacją przez lekarza specjalistę anestezjologii i intensywnej terapii lub lekarza anestezjologa, lub lekarza odbywającego szkolenie specjalizacyjne z anestezjologii i intensywnej terapii. Najczęściej stosuje się ankietę (kwestionariusz) anestezjologiczną, zawierającą pytania dotyczące:

- aktualnego rozpoznania oraz planowanego rodzaju zabiegu;
- dotychczasowego przebiegu choroby (będącej wskazaniem do leczenia chirurgicznego lub badania diagnostycznego);
- chorób współistniejących;
- chorób infekcyjnych – zwłaszcza infekcji w okresie 2 tygodni poprzedzających znieczulenie, które są

przeciwwskazaniem do przeprowadzenia zabiegu w trybie planowym ze względu na zwiększone ryzyko powikłań oddechowych śród- i pooperacyjnych, jakkolwiek ryzyko tych powikłań jest znacznie mniejsze w grupie starszych dzieci i młodzieży, u których proces dojrzewania układu oddechowego się zakończył (7.–8. r.ż.);

- przebytych znieczuleń i ewentualnych zdarzeń z nimi związanych, na przykład reakcji alergicznych, pooperacyjnych nudności i wymiotów, zespołu pobudzenia/majaczenia pooperacyjnego itp.;
- chorób dziedzicznych w rodzinie;
- szczepień – u dzieci powyżej 3. roku życia lista ta obejmuje:
 - szczepienia obowiązkowe:
 - a) inaktywowane przeciw błonicy–tężcowi–krztuścowi (DTP – *diphtheria–tetanus–pertussis*);
 - b) żywe: inaktywowana szczepionka przeciwko polio (IPV – *inactivated polio vaccine*), przeciwko odrze–świnie–różyczce (MMR – *measles–mumps–rubella*);
 - szczepienia zalecane:
 - a) inaktywowane: przeciwko wirusowi brodawczaka ludzkiego (HPV – *human papillomavirus*), przeciwko chorobie koronawirusowej 2019 (COVID-19 – *coronavirus disease 2019*), grypie, przeciwko wirusowemu zapaleniu wątroby typu A (HAV – *hepatitis A virus*), przeciwko kleszczowemu zapaleniu mózgu, przeciwko chorobie meningokokowej wywołanej przez meningokoki z grupy B (MenB) i przeciwko chorobie meningokokowej wywołanej przez meningokoki z grup A, C, W-135 i Y (MenACWY) lub przeciwko chorobie meningokokowej wywołanej przez meningokoki z grupy C (MenC);
 - b) żywe: przeciwko odrze.

Zalecany czas odroczenia znieczulenia w przypadku szczepionek inaktywowanych wynosi 2 dni, natomiast w przypadku żywych – 2 tygodnie.

W trakcie tej wizyty anestezjolog musi się zapoznać z wymaganymi wynikami badań laboratoryjnych i innych dodatkowych, których znajomość jest niezbędna przy wyborze rodzaju znieczulenia, ale także określeniu stopnia ryzyka intubacji ze względu na odchylenia anatomiczne i/lub współistniejące zmiany patologiczne, na przykład nowotworowe, naczyniowe, pourazowe. W przypadku istotnych odchyleń w badaniach podmiotowym i przedmiotowym konieczne może być zlecenie przez anestezjologa badań dodatkowych

czy konsultacji specjalistycznych. Zawsze obowiązuje zasada sprawdzenia, czy zlecone badania i konsultacje zrealizowano przed rozpoczęciem znieczulenia.

U pacjentów zakwalifikowanych do znieczulenia i zabiegu w trybie planowym wyniki badań laboratoryjnych powinny w zasadzie mieścić się w granicach wartości referencyjnych, oczywiście określonych dla wieku. Jedyne możliwe wyjątki to dzieci i młodzież z chorobami hematologicznymi, dla których istnieją odrębnie opracowane zalecenia. Zawsze należy dążyć do optymalizacji stanu pacjenta i, jeśli to możliwe, odroczyć zabieg do czasu wyrównania odchyleń. U dzieci i młodzieży w dobrym stanie ogólnym, bez obciążeń chorobami współistniejącymi, można zaakceptować badania wykonane w ostatnich 3 miesiącach, pod warunkiem stabilnego stanu zdrowia. Zakres badań należy rozważyć u każdego pacjenta indywidualnie. Dyskwalifikacje z planowego znieczulenia i zabiegu obejmują między innymi niezdiagnozowaną i niewyrównaną anemię, ciężkie zaburzenia elektrolitowe, małopłytkowość i zaburzenia koagulologiczne. Dokładne wartości referencyjne dla wyników badań laboratoryjnych opisano w części dotyczącej znieczulenia dzieci poniżej 3. roku życia.

W trakcie tej wizyty należy się zapoznać z listą leków przyjmowanych przez pacjenta, a także suplementów czy rodzaju diety (wegańska, wegetariańska itp.), w celu podjęcia decyzji, które z nich należy bezwzględnie kontynuować, a które wymagają czasowego odstawienia lub zamiany na inny preparat (np. leki przeciwkrzepliwne). Szczegółowe zalecenia dotyczące farmakologicznego postępowania okołoperacyjnego opisano w już wyżej wspomnianym stanowisku poświęconym dzieciom przed ukończeniem 3. roku życia.

Badanie przedmiotowe powinno w szczególności obejmować ocenę wydolności układów oddechowego, krążenia i nerwowego, a w przypadku stwierdzenia istotnych odchyleń należy rozważyć wykonanie dodatkowych badań obrazowych lub czynnościowych. Istotnym punktem tej wizyty jest ocena trudności intubacji, którą u starszych i współpracujących dzieci można ocenić za pomocą tradycyjnych skal, takich jak skala Mallampati czy Cormacka-Lehane'a.

Podczas konsultacji anestezjologicznej należy wyjaśnić zasady opieki nad dzieckiem w okresie okołoperacyjnym, wybór metody znieczulenia, konieczność premedykacji lub jej brak, plan leczenia bólu, zasady zapobiegania i leczenia nudności i wymiotów pooperacyjnych, ryzyko i strategię postępowania

w pobudzeniu i/lub majaczeniu pooperacyjnym, a także zasady karencji pokarmowych.

Wizytę anestezjologiczną kończy uzyskanie świadomej, pisemnej zgody na znieczulenie. Zasadą jest, że w przypadku pacjenta małoletniego (do ukończenia 16. r.ż.) albo ubezwłasnowolnionego niezbędna jest zgoda rodzica/przedstawiciela ustawowego/opiekuna faktycznego. W przypadku pacjentów, którzy ukończyli 16. rok życia, należy uzyskać zgodę kumulatywną, czyli podwójną, zgodnie z którą pacjent może wyrazić zgodę lub jej odmówić. Brak zgodności w uzyskaniu zgody kumulatywnej powinien rozstrzygnąć sąd opiekuńczy.

Karencja pokarmowa

W pediatrii obowiązuje zasada karencji pokarmowych 6–4–3–1, choć w grupie pacjentów powyżej 3. roku życia zapis dotyczący spożywania mleka matki nie ma w zasadzie uzasadnienia. Od kilku lat obserwuje się bardziej liberalne podejście do przyjmowania płynów i/lub pokarmów w okresie przedoperacyjnym bez dowodów na zwiększoną częstość wystąpienia aspiracji czy regurgitacji, dlatego **sugeruje się** pewne odstępstwa dotyczące spożywania lekkiego śniadania czy nieklarownych płynów 4 godz. przed planowanym znieczuleniem [4]:

- 6 godz. przed znieczuleniem pokarmy stałe – **R**;
- 4 godz. przed znieczuleniem lekkie śniadanie lub nieklarowne płyny (tost z masłem i dżemem lub czekoladą, jogurt naturalny lub owocowy 150 g, owsianka, płatki lub kaszka manna z 3% mlekiem maks. 150 g, jabłko lub puree jabłkowe maks. 150 g, filiżanka czekolady lub smakowego mleka) – **S**;
- 1 godz. przed znieczuleniem klarowne płyny (woda z cukrem lub bez, klarowny sok jabłkowy, kawa i herbata bez mleka) – **R**.

Konieczne jednak należy podkreślić, że to odstępstwo dotyczące lekkiego śniadania ma jedynie moc sugestii (**S**), a nie rekomendacji (**R**) i dotyczy trybu planowego wykonania znieczulenia u zdrowego dziecka [I w skali *American Society of Anesthesiologists* (ASA)]. Panel ekspertów Europejskiego Towarzystwa Anestezjologii i Intensywnej Terapii ESAIC (*European Society of Anaesthesiology and Intensive Care*) zaleca opracowanie własnego lokalnego schematu postępowania, uwzględniającego specyfikę szpitala, profil pacjentów, a także zakres zabiegów operacyjnych.

Premedykacja

Koncepcja ERAS zakłada minimalizację czy wręcz odstępianie od premedykacji farmakologicznej i zastąpienie jej metodami pozafarmakologicznymi [2, 5, 6]. Zalicza się do nich:

- trening behawioralny (pozytywne wzmocnienie, powtarzalność);
- desensytyzację systemową (stopniowa ekspozycja na stresujące bodźce);
- techniki lustrzane (np. demonstracja na zabawkach lub filmikach);
- metody symulacyjne (np. symulator urządzenia diagnostycznego – MR, TK);
- dystraktory [rzeczywistość wirtualna (VR – *virtual reality*), tablety i inne urządzenia elektroniczne, gry);
- obecność rodziców podczas indukcji znieczulenia (PPIA – *parent presence induction anaesthesia*).

Wydaje się jednak, że nie jest możliwe całkowite wyeliminowanie leków premedykacyjnych i zrezygnowanie z ich podaży, zwłaszcza u pacjentów cechujących się dużym natężeniem lęku, zwłaszcza nie współpracujących. Konieczność premedykacji należy omówić z rodzicami/przedstawicielami ustawowymi/opiekunami faktycznymi i/lub pacjentami, u których standardowe metody mogą się okazać nieskuteczne, a zwłaszcza u wykazujących zaburzenia, takie jak spektrum autyzmu, zespół Aspergera, zespół Downa itp. Do tej grupy należy również zaliczyć dzieci:

- wielokrotnie poddawane znieczuleniom;
- zakwalifikowane do rozległych i/lub długotrwałych operacji;
- z potwierdzonym nagłym pobudzeniem/pooperacyjnymi zaburzeniami funkcji poznawczych (EA – *emergence agitation*/POCD – *postoperative cognitive dysfunction*).

W tych szczególnie wrażliwych grupach pacjentów obecność rodziców podczas premedykacji, a także

indukcji znieczulenia, może odgrywać szczególnie korzystną, pozytywną rolę.

Dodatkowo zaleca się stosowanie leków z grupy benzodiazepin (midazolam), agonistów receptorów alfa₂-adrenergicznych (deksmedetomidyny i klonidyny) lub ketaminy. W ostatnim latach są preferowani zwłaszcza agoniści receptorów alfa₂-adrenergicznych, których profil farmakokinetyczno-farmakodynamiczny jest zbliżony do profilu tych leków u dorosłych, pozwalając na standardowe dawkowanie bez ograniczeń wiekowych i których działanie po podaniu donosowym jest porównywalne z działaniem po podaniu drogą dożylną, choć wymaga dłuższego czasu do osiągnięcia pożądanej efektywności [7]. Wprawdzie w tej grupie wiekowej pacjentów ryzyko neurotoksyczności leków hipnotycznych jest znacznie mniejsze niż u dzieci poniżej 3. roku życia, jednak reakcje odwrotne/paradoksalne, szczególnie na midazolam, można obserwować również u dzieci starszych czy młodzieży. O wyborze tego leku może lub nie zdecydować anestezjolog po zebraniu dokładnego wywiadu od rodzica/przedstawiciela ustawowego/opiekuna faktycznego i/lub pacjentów, którzy często sami potrafią określić swoje potrzeby. W tej grupie podaż doodbytnicza wydaje się raczej niemożliwa do zaakceptowania przez większość pacjentów, stąd ograniczenie do poniższych leków (tab. 1).

Płynoterapia przedoperacyjna

W związku z faktem, że obecnie przedoperacyjny post powinien być bardzo krótki (1 godz. dla płynów klarownych), w przypadku znieczuleń do operacji planowych dzieci nie powinny mieć deficytu płynów, a także nie wymagają płynoterapii przed przyjazdem na blok. Przed znieczuleniem w trybie ostrodyżurowym anestezjolog powinien ocenić pacjenta wcześniej, aby – jeśli to możliwe – wyrównać ewentualny niedobór płynów przed znieczuleniem. Jeżeli nie ma takiej

Tabela 1. Leki stosowane w premedykacji u pacjentów po ukończeniu 3. roku życia

Lek	Droga podaży			
	Doustna	Donosowa	Dożylna	Dopoliczkowa/ /podśluzówkowa
Midazolam	0,5 mg kg m.c. ⁻¹ (maks. 15 mg)	0,2 mg kg m.c. ⁻¹	0,1 mg kg m.c. ⁻¹	0,5 mg kg m.c. ⁻¹ (maks. 20 mg)
Deksmedetomidyna	1–4 µg kg m.c. ⁻¹	1 µg kg m.c. ⁻¹	–	–
Klonidyna	4–5 µg kg m.c. ⁻¹	2 µg kg m.c. ⁻¹	–	–
Ketamina	5–10 mg kg m.c. ⁻¹	3–5 mg kg m.c. ⁻¹	–	5–6 mg kg m.c. ⁻¹

możliwości, to warto rozważyć podanie krystaloidu izotonicznego, najlepiej zbilansowanego w bolusie, ewentualnie w powtarzanych bolusach po około 10 ml kg⁻¹ dożylnie przed indukcją, która może ujawnić ukrytą wcześniej hipowolemię. Dalsza płynoterapia zależy od rodzaju operacji i zachodzących strat.

Płynoterapia śródoperacyjna

Celem płynoterapii śródoperacyjnej jest utrzymanie prawidłowej perfuzji tkankowej w trakcie zabiegu [8, 9]. Powinno się w niej uwzględnić zapotrzebowanie podstawowe, zachodzące straty oraz ewentualny wcześniejszy deficyt. Orientacyjne zapotrzebowanie podstawowe podano w tabeli 2.

Podczas znieczulenia zaleca się stosowanie **izo-tonicznych** roztworów krystaloidów (przyjmuje się, że są to płyny zawierające sód w stężeniu 130–155 mmol l⁻¹), **najlepiej zbilansowanych**, bez glukozy lub zawierające 1-procentową glukozę. Krystaloidy zbilansowane zawierają fizjologiczne stężenie chlorków oraz aniony organiczne, na przykład: octan, mleczan, glukonian, jabłczan, które stanowią substrat do wewnątrzustrojowej produkcji wodorowęglanów, dzięki czemu działają buforująco. Z kolei duże objętości płynów opartych na chlorku sodu (NaCl) (np. 0,9% NaCl, płyn Ringera) mogą spowodować hiperchloremiczną kwasicę metaboliczną. W wyniku reakcji hormonalnej na stres związany z operacją stężenie glukozy w trakcie znieczulenia najczęściej zwiększa się mimo podaży niezawierających jej płynów. Jednakże niektórzy pacjenci, w związku z wiekiem, dodatkowymi obciążeniami zdrowotnymi, a także zależnie od rodzaju operacji i stosowanego znieczulenia, mogą wymagać śródoperacyjnej podaży glukozy i/lub częstej kontroli jej stężenia (tab. 3).

Objętość stosowanych płynów powinna być uwarunkowana rodzajem zabiegu operacyjnego oraz

odpowiedzią pacjenta na płynoterapię, tj. mierzona poprzez ocenę parametrów hemodynamicznych, wskaźników przepływu tkankowego oraz metabolizmu na poziomie komórkowym. W jej ocenie należy się kierować trendami zmian parametrów, zarówno fizjologicznych: ciśnienia tętniczego, tętna, diurezy, powrotu włośniczkowego, jak i laboratoryjnych: wartości gazometrii, stężenia mleczanów, stężenia hemoglobiny, oraz w przypadku rozległych operacji zastosować dodatkowe metody obrazowe, takie jak echokardiografia przezprzełykowa.

Zazwyczaj wychodzi się z założenia, że straty nieodróżnialne, które należy dodać do standardowego zapotrzebowania podstawowego, wynoszą 1–2 ml kg m.c. godz.⁻¹ w przypadku zabiegów powierzchownych, i te zasadniczo nie wymagają uzupełniania, 4–7 ml kg m.c. godz.⁻¹ w przypadku torakotomii oraz 5–10 ml kg m.c. godz.⁻¹ podczas operacji brzusznych.

Płynoterapia pooperacyjna

Zaleca się możliwie najszybszy powrót do podaży płynów (i pokarmów) drogą doustną. Jeżeli z przyczyn chirurgicznych lub z powodu stanu ogólnego dziecka nie jest to osiągalne, to wskazane jest

Tabela 3. Stany/sytuacje wymagające śródoperacyjnej podaży glukozy i/lub kontroli glikemii

Noworodki, szczególnie < 48 godz. życia i wcześniaki
Wielogodzinne znieczulenie
Blokada regionalna
Niedożywienie/niski wskaźnik masy ciała
Przedoperacyjne żywienie pozajelitowe
Choroby metaboliczne
Cukrzyca typu 1

Tabela 2. Podstawowe zapotrzebowanie płynowe dziecka

Masa ciała [kg]	Zapotrzebowanie płynowe	
	Dobowe [ml kg m.c. ⁻¹ doba ⁻¹]	Godzinowe [ml kg m.c. ⁻¹ godz. ⁻¹]
< 10	100	4
10–20	+50	+2
> 20	+20	+1
Objętość maksymalna	Dziewczynki 2 l Chłopcy 2,5 l	100 ml godz. ⁻¹

przetaczanie krystaloidów izotonicznych, najlepiej zbilansowanych (np. mleczan Ringera, roztwory takie jak: *Optilyte*, *Plasmalyte*, *Sterofundin*) w połączeniu z 5-procentową glukozą lub gotowy preparat z 1-procentową glukozą, czyli *Benelyte*. Punktem wyjścia do wyliczenia objętości przetaczanych płynów powinno być zapotrzebowanie podstawowe (tab. 2). Objętość tę, zależnie od okoliczności, należy zwiększyć, jeżeli postępuje utrata płynów, lub, co zdarza się częściej, ograniczyć o 30–50%, w szczególności po rozległych operacjach, gdy spodziewane jest nieadekwatnie wysokie stężenie hormonu antydiuretycznego (ADH – *antidiuretic hormone*).

W przypadku przedłużonej płynoterapii konieczne są: bilans płynów, kontrola stężeń glukozy i elektrolitów (sodu, potasu) oraz kontrola masy ciała dziecka minimalnie raz na dobę.

Ogólnie w zasadach płynoterapii śród- i pooperacyjnej zdecydowanie **przeciwwskazane jest** stosowanie roztworów hipotonicznych (np. 5% glukoza, mieszaniki 5% glukozy z 0,9% NaCl: w stosunkach objętościowych 4:1, 2:1, 1:1) ze względu na ryzyko rozwoju ostrej hiponatremii i w konsekwencji obrzęku mózgu. Ryzyko to jest dodatkowo uwarunkowane potencjalnie nieadekwatnym wydzielaniem hormonu stresu, czyli ADH, w okresie okołoperacyjnym. Dlatego ryzyko ostrej hiponatremii istnieje także w przypadku prawidłowo prowadzonej płynoterapii krystaloidami izotonicznymi, choć wówczas jest znacznie mniej prawdopodobne.

Ogólne zasady znieczulenia

Plan operacyjny

W kolejności operacji wykonywanych na bloku operacyjnym oraz zabiegów wymagających znieczulenia wykonywanych poza blokiem operacyjnym należy uwzględniać wiek operowanych chorych. Im mniejsze dziecko, tym wcześniej powinno być zakwalifikowane do planu operacyjnego, czyli umieszczone na pierwszych pozycjach tego planu, aby zmniejszyć ryzyko wystąpienia u niego odwodnienia i hipoglikemii,

choć jeśli płyny podawano zgodnie z wytycznymi do 1 godz. przed rozpoczęciem znieczulenia, to ryzyko to nie powinno być istotne. Metody indukcji znieczulenia są następujące:

- indukcja wziewna,
- indukcja dożylna,
- indukcja donosowa,
- indukcja doodbytnicza.

Indukcja wziewna

Indukcja wziewna jest uznawana za metodę, która pozwala znieczulić dzieci wykazujące silne natężenie lęku przed igłą lub takie, u których założenie dostępu naczyniowego jest bardzo trudne (tab. 4). Dziecku należy wyjaśnić, w jaki sposób powinno oddychać („jak kosmonauta” lub „jak pilot” przez maskę, „nadmuchiwanie” balonu). Należy unikać indukcji z zastosowaniem przymusu fizycznego. Podczas indukcji wziewnej u dzieci stosuje się mieszanie tlenu z powietrzem oraz anestetyk wziewny. Zaletami indukcji wziewnej są jej bezbolesność oraz odwracalność, a wadami – ryzyko kurczu głosi i częstsze występowanie przejściowego pobudzenia pooperacyjnego [10–13].

Proponuje się trzy metody indukcji wziewnej. Pierwsza polega na stopniowym zwiększaniu stężenia środka wziewnego, druga zaś – na stosowaniu od początku dużych stężeń anestetyku, natomiast trzecia to technika jednej lub trzech pojemności życiowych. Metoda druga umożliwia szybką indukcję znieczulenia, co pozostaje szczególnie cenne w przypadku niewspółpracujących chorych, jednak jest obciążona dużo wyższym ryzykiem działań niepożądanych (tab. 5).

Jedynym anestetykiem nadającym się do indukcji znieczulenia u dzieci drogą wziewną jest sewofluran, który stosuje się w stężeniu 5–8 vol%. Przy znieczuleniu wziewnym do przewidywanej trudnej intubacji polecane są stężenia rzędu 6 vol%. Istotne dla bezpieczeństwa i skuteczności tej metody indukcji jest utrzymanie pełnej drożności dróg oddechowych.

Intubacja jest wskazana przy zabiegach trwających dłużej niż 1 godz., przeprowadzanych w ułożeniu na

Tabela 4. Wskazania i przeciwwskazania do indukcji wziewnej u dzieci

Wskazania do indukcji wziewnej	Przeciwwskazania do indukcji wziewnej
Przewidywana trudna intubacja	Pełny żołądek
Lęk dziecka przed igłą	Ryzyko wystąpienia hipertermii złośliwej
Trudny dostęp naczyniowy	

Tabela 5. Metody indukcji wziewnej*

Stopniowe zwiększanie stężenia anestetyku – zwykle objętości oddechowe	Duże stężenia anestetyku od początku indukcji	
	Zwykle objętości oddechowe	Pojemność życiowa
Długotrwałe Nie znosi fazy pobudzenia	Szybki czas indukcji Łatwe przejście przez fazę pobudzenia	Szybka, płynna indukcja Łatwe przejście przez początkową fazę pobudzenia Wymaga współpracy dziecka

*Należy unikać hiperwentylacji i stężeń sewofluranu > 6% u pacjentów oddychających i 5% podczas wentylacji wspomaganą oraz nie przekraczać 1,5 minimalnego stężenia pęcherzykowego w podtrzymaniu znieczulenia

boku lub na brzuchu oraz w przypadku zabiegów w obrębie głowy i szyi.

Środków wziewnych można użyć zarówno do indukcji znieczulenia, jak i do jego podtrzymania.

Można też zastosować środek wziewny jako jedyny lek anestetyczny w trakcie całego znieczulenia (VIMA – *volatile induction and maintenance anaesthesia* – wziewna indukcja i podtrzymanie znieczulenia)], pod warunkiem że procedura nie jest bolesna. Przyjęta sekwencja postępowania powinna zapewniać sprawny przebieg znieczulenia – bez zaburzeń funkcji organizmu. Anestetyk wziewny jako podstawowy element znieczulenia umożliwia bardzo dużą elastyczność postępowania dzięki szybkiemu kontrolowaniu głębokości znieczulenia, a w razie potrzeby łatwemu przejściu do bardziej złożonych technik z użyciem opioidów i środków zwiotczających mięśnie poprzecznie prążkowane. Umożliwia również szybkie wyprowadzenie ze stanu znieczulenia.

Indukcja wziewna jest niewskazana u dzieci z hipowolemią, niewydolnością krążenia i prawo-lewym przeciekiem w sercu, ponieważ depresja miokardium i poszerzenie naczyń mogą doprowadzić do głębokiej hipoperfuzji i zatrzymania krążenia u tych pacjentów [10, 11].

Indukcja dożylna

Indukcja dożylna jest możliwa u dzieci w każdym wieku, ale wymaga wcześniejszego założenia dostępu naczyniowego, co u najmłodszych dzieci bywa trudne i bolesne. Ból związany z nakłuciem żyły powinien być złagodzony poprzez wcześniejsze zastosowanie kremu/żelu zawierającego środki znieczulenia miejscowego.

U dzieci korzystne jest założenie dostępu dożylnego poza blokiem operacyjnym. Zmniejsza to niepożądany stres na sali operacyjnej, zarówno u dziecka, jak i personelu, oraz usprawnia pracę. Jeśli na oddziale macierzystym nie udaje się założyć kaniuli do żyły dziecka, a próba jego założenia w pokoju przygotowawczym nie powiedzie się, to wprowadzenie do znieczulenia wykonuje się drogą wziewną, a następnie u znieczulonego już dziecka zakłada się dostęp dożylny. W przypadku bardzo dużych trudności w założeniu dostępu dożylnego można zastosować dostęp doszpikowy. Leki stosowane podczas indukcji dożylnej przedstawiono w tabeli 6.

Aby zmniejszyć ból w miejscu wstrzyknięcia, przed dożylną podażą propofolu można z wyprzedzeniem zastosować środki przeciwbólowe: fentanyl (1–2 µg kg m.c.⁻¹) lub lidokainę (1–2 mg kg m.c.⁻¹).

Tabela 6. Leki stosowane w indukcji dożylnej u dzieci i młodzieży

Lek	Wskazania	Dawkowanie [mg kg m.c. ⁻¹]
Propofol	U dzieci > 1. m.ż.	2–5
Tiopental	W każdej grupie wiekowej	4–6
Ketamina	W każdej grupie wiekowej – rekomendowana dla pacjentów w ciężkim stanie, niestabilnych krążeniowo, we wstrząsie oraz u dzieci z wadą serca	1–2
Etomidat	U dzieci > 6. m.ż. – z kardiomiopatią i/lub LVEF < 40%	0,3

LVEF – *left ventricular ejection fraction* – frakcja wyrzutowa lewej komory

Wprowadzenie do znieczulenia powinno być „płynne”, tj. bez wahań ciśnienia tętniczego i tętna, niezależnie od stosowania środków dożylnych czy wziewnych. Wprowadzenie powinno obejmować następujące etapy:

- 1) natlenianie pacjenta mieszaniną tlenu i powietrza pod kontrolą saturacji krwi tętniczej (wysycenia hemoglobiny tlenem; SpO_2) (należy unikać 100% tlenu);
- 2) podanie indukcyjnej dawki środka analgetycznego;
- 3) wywołanie snu lekiem dożylnym lub uśpienie środkiem wziewnym;
- 4) zwiótczenie mięśni;
- 5) intubacja.

Przed podaniem środka nasennego, jeżeli przewidywana jest intubacja, obowiązuje podanie fentanylu ($1-2 \mu\text{g kg m.c.}^{-1}$) lub sufentanylu ($0,25 \mu\text{g kg m.c.}^{-1}$). Silne opioidy, takie jak na przykład fentanyl, powinno się podawać metodą miareczkowania, by uniknąć pojawiającej się przy zbyt szybkiej podaży tego leku sztywności mięśni klatki piersiowej, która może uniemożliwić prawidłową wentylację dziecka (tab. 7).

Indukcja donosowa

Ten rodzaj indukcji, polegający na podaniu do nosa anestetyku i/lub analgetyku za pomocą specjalnego aplikatora, w praktyce oznacza raczej sedację niż indukcję znieczulenia. Z tego względu może być wykorzystywany jako wstęp do znieczulenia ogólnego lub regionalnego, bo ułatwi pogłębienie znieczulenia, na przykład z zastosowaniem sewofluranu, u dzieci z silnym niepokojem i lękiem przed przyłożeniem maski twarzowej [10, 11].

U dzieci powyżej 3. roku życia często może dochodzić do pobudzenia nerwu błędnego i odruchowej bradykardii w trakcie manipulacji podczas indukcji znieczulenia. Nie zaleca się jednak profilaktycznego podawania atropiny w tej grupie pacjentów, a strzykawka z odpowiednio sporządzonym roztworem tego leku powinna być zawsze przygotowana przed

rozpoczęciem znieczulenia na wypadek konieczności nagłego jej zastosowania.

Indukcja doodbytnicza

Indukcja doodbytnicza ma zdecydowanie mniejsze zastosowanie w anestezji dzieci powyżej 3. roku życia.

Intubacja

Przed wykonaniem intubacji dotchawiczej konieczne jest potwierdzenie zniesienia świadomości u dziecka i jego odpowiednie natlenienie tlenem o zalecanym stężeniu mniejszym od 100%. Ze względu na szybki początek działania, minimalne ryzyko zaburzeń elektrolitowych i krążeniowych zaleca się stosowanie środków niedepolaryzujących. Środki depolaryzujące, których jedynym dostępnym na rynku przedstawicielem jest chlorsukcynylocholina, można stosować w wyjątkowych sytuacjach, na przykład w przypadku znieczulenia pacjenta z pełnym żołądkiem czy też wtedy, gdy przewidywana jest trudna intubacja, a także u pacjentów z nadwagą lub otyłością. Nie powinno się jej stosować u pacjentów z rozpoznaniem dystrofii mięśniowej, na przykład Duchenne’a (DMD – *Duchenne muscular dystrophy*), miopatii, hipertermii złośliwej ani u pacjentów z zaburzeniem genetycznym polegającym na obecności atypowego genu kodującego cholinesterazę osoczną (homo- i heterozygoty). W przypadku konieczności szybkiej intubacji w tej grupie wiekowej można zastosować następujący schemat: propofol ($2-3 \text{ mg kg m.c.}^{-1}$)/fentanyl ($1-2 \mu\text{g kg m.c.}^{-1}$)/rocuronium ($1,2 \text{ mg kg m.c.}^{-1}$), z możliwością odwrócenia blokady nerwowo-mięśniowej sugammadeksem [wg charakterystyki produktu leczniczego (ChPL) $2-4 \text{ mg kg m.c.}^{-1}$ – zależnie od rodzaju preparatu, choć taka dawka zazwyczaj nie wystarcza i zaleca się nawet $16 \text{ mg kg m.c.}^{-1}$, jak u dorosłych]. U pacjentów z nadwagą [wskaźnik masy ciała (BMI – *body mass index*) > 85 . centyla [> 1 odchylenie standardowe (SD – *standard deviation*)] lub otyłością (BMI > 97 . centyla) (> 2 SD) konieczne jest dawkowanie leków na podstawie należnej masy ciała.

Możliwa jest też intubacja dziecka bez zwiótczenia mięśni, ale zawsze w głębokim uśpieniu i dostatecznej analgezji.

Wybór środka zwiótczającego

U dzieci powyżej 2. roku życia dawka chlorsukcynylocholino wynosi $1-1,5 \text{ mg kg m.c.}^{-1}$. Alternatywą dla

Tabela 7. Dawkowanie opioidów w indukcji dożylniej

Lek	Dawkowanie [$\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$]
Fentanyl	1–2
Remifentanyl	0,5–1
Sufentanyl	0,25–0,5

chlorsukcynylocholino może być rokuronium w dawce 0,6–1,2 mg kg m.c.⁻¹, które po upływie 60 s umożliwia przeprowadzenie intubacji. Dawka 1,2 mg kg m.c.⁻¹ rokuronium jest ekwiwalentna dla dawki 1 mg kg m.c.⁻¹ chlorsukcynylocholino. Działanie rokuronium można odwrócić za pomocą sugammadeksu w dawce 2–4 mg kg m.c.⁻¹, choć w razie potrzeby nagłego odwrócenia blokady zaleca się 16 mg kg m.c.⁻¹. Należy jeszcze wspomnieć o miwakurium, leku z grupy benzylizochinolonów, który może być szczególnie przydatny w krótkotrwałych zabiegach, gdy celem jest szybki samoistny powrót przewodnictwa nerwowo-mięśniowego (tab. 8). Szczególną ostrożność podczas podawania miwakurium zaleca się u pacjentów z nadwrażliwością na działanie histaminy, na przykład z astmą, a także – podobnie jak w przypadku chlorsukcynylocholino – u pacjentów z atypową, genetycznie uwarunkowaną cholinesterazą osoczną.

Wentylacja przez maskę

Wentylację przez maskę zawsze prowadzi się z wykorzystaniem mieszaniny tlenu (50–80%) z powietrzem. Wentylacja 100-procentowym tlenem jest zarezerwowana dla leczenia laryngospazmu oraz szczególnych sytuacji związanych ze stanem klinicznym pacjenta. Należy pamiętać o prawidłowym ułożeniu maski zapewniającym szczelność układu. Właściwa wentylacja przez maskę powinna być kontrolowana za pomocą monitora wbudowanego w aparat do znieczulenia, pokazującego ciśnienia oddechowe i stężenie dwutlenku węgla w kapnografii oraz uzyskiwane objętości oddechowe.

Maska krtaniowa

Wskazaniami do zakładania maski krtaniowej są: krótkie znieczulenia (do 60 min) u dzieci bez pełnego

żołądka, dyktoskopia u małych dzieci, przewidywana trudna intubacja, uprzedni wywiad co do stridoru. Maski krtaniowe można zastosować u dziecka w każdym wieku, po podaniu propofolu w dawce nawet do 4–6 mg kg m.c.⁻¹ i fentanylu w dawce 2 µg/kg m.c.⁻¹ [10, 11]. Zwiótczenie mięśni jest niekonieczne. Maskę krtaniową usuwa się przy wydolnym oddechu dziecka. Rozmiar maski krtaniowej dobiera się zgodnie z masą ciała pacjenta, a przykładowe zalecane rozmiary, które mogą się różnić zależnie od producenta, podano w tabeli 9.

Tabela 9. Przykładowe zalecane rozmiary masek krtaniowych

Masa ciała [kg]	Rozmiar maski krtaniowej
< 5	1
5–10	1,5
10–20	2
20–30	2,5
30–50	3
50–70	4
> 70	5

Wybór rurki intubacyjnej, rozmiary rurek

Intubacja zapewnia drożność dróg oddechowych i jest wykonywana w sytuacjach, w których nie można zastosować mniej inwazyjnych metod utrzymania drożności dróg oddechowych u pacjenta. Jedno ze wskazań do zastosowania intubacji dotchawiczej to konieczność wykonania zabiegu wymagającego wentylacji mechanicznej, zwiótczenia mięśni. Intubację stosuje się także wtedy, gdy konieczne jest ułożenie pacjenta na stole operacyjnym w nietypowej pozycji oraz gdy u dziecka występuje duże ryzyko zachłyśnięcia.

Tabela 8. Niedepolaryzujące środki zwiótczające stosowane u dzieci

Wskazania	Preparat	Dawka do intubacji [mg kg m.c. ⁻¹]	Dawka podtrzymująca [mg kg m.c. ⁻¹]	Czas działania leku (min)
Podstawowy	Rokuronium	0,6	0,2	30–40
Niewydolność nerek	Atrakurium	0,6	0,2	15–35
Anestezja ≤ 15 min	Miwakurium	0,2	0,1	13–23
Anestezja > 20 min	Wekuronium	0,15	0,05	20–40
Szybka intubacja, anestezja > 30 min	Rokuronium	1,2	0,2	30–40

Obecnie u dzieci ze wszystkich grup wiekowych wykorzystuje się rurki z niskociśnieniowym mankietem uszczelniającym. Mankiety niskociśnieniowe nie uszkadzają okolicy podgłośnia krtani i zapobiegają powstawaniu odleżyn w drogach oddechowych, a jednocześnie zapewniają skuteczne uszczelnienie tchawicy. Natomiast w przypadku zabiegów, w których jest przewidywane nienaturalne ułożenie głowy (np. pozycja leżąca na brzuchu przy operacjach kręgosłupa), używane są rurki zbrojone.

Szczególnie w znieczuleniu dzieci należy dbać o precyzyjne dobranie rozmiaru rurki intubacyjnej. Użycie zbyt dużej rurki może doprowadzić do uszkodzenia krtani i tchawicy. Zbyt mały rozmiar rurki zwiększa opór przepływu powietrza oddechowego i zmniejsza wentylację płuc (tab. 10).

W intubacji istotny jest nie tylko rozmiar, czyli średnica rurki intubacyjnej, lecz także głębokość, na jaką jest wprowadzana. Koniec rurki powinien się zawsze znajdować nad rozwidleniem tchawicy. Poniżej umieszczono kilka praktycznych wskazówek ułatwiających dobór właściwego rozmiaru rurki intubacyjnej oraz należytego oszacowania głębokości wprowadzenia rurki [10–12].

Dobłą praktyką jest przygotowanie kilku rozmiarów rurek intubacyjnych – zwykle przygotowuje się trzy: właściwą, tj. wyliczoną według wieku, mniejszą o pół rozmiaru oraz o pół rozmiaru większą:

- **rozmiar rurki intubacyjnej:**
 - rurka intubacyjna bez mankieta [średnica wewnętrzna (ID – *internal diameter*) w mm] = wiek w latach/4 + 4 mm ID;
 - rurka intubacyjna z mankiem (ID w mm) = wiek w latach/3 + 3 mm ID;
- **głębokość wprowadzenia rurki intubacyjnej:**
 - głębokość wprowadzenia (cm) = wiek w latach/2 + 12 cm,

– głębokość wprowadzenia (cm) = średnica wewnętrzna rurki (ETT – *endotracheal tube*) × 3.

Postępowanie w przypadku trudnej intubacji

Istnieje wiele oczywistych sytuacji klinicznych, w których można przewidywać trudności z utrzymaniem drożności dróg oddechowych i wprowadzeniem rurki intubacyjnej (tab. 11). Do zdarzeń niepożądanych trudnych do przewidzenia należy sytuacja z nieprzewidywalnymi trudnościami w intubacji u dzieci, dlatego dobrą praktyką jest być zawsze przygotowanym na taką ewentualność. Zasady postępowania oraz wymagania co do niezbędnego sprzętu reguluje wspólne stanowisko PTaIT i Polskiego Towarzystwa Neonatologicznego (PTN) [14].

Tabela 11. Czynniki ryzyka trudnej intubacji u dzieci powyżej 3. roku życia i u młodzieży

Wady wrodzone głowy i szyi
Ocena wg skali Mallampatiego > 2 pkt.
Zespół Pierre'a Robina
Zespół Treachera–Collinsa
Ankyloza żuchwy
Guzy jamy ustnej
Zapalenia okołogłośniowe
Trudne intubacje lub niewyjaśnione zdarzenia niepożądane podczas znieczulenia w wywiadzie

Podtrzymanie znieczulenia

Podczas podtrzymania znieczulenia zaleca się wentylację z użyciem sewofluranu, desfluranu lub izofluranu, w połączeniu z lekiem opioidowym oraz lekiem związającym mięśnie lub bez tego ostatniego. Anestetyki

Tabela 10. Rozmiary rurek intubacyjnych

Wiek dziecka (lata)	Średnica wewnętrzna rurki [mm]	Numer rurki (FG)
3–5	5,5	24
5–7	6	26
7–9	6,5	28
9–11	7,0	30
Chłopcy > 11	7,0 + mankiet	32
Dziewczynki > 11	6,5 + mankiet	30

wziewne zawsze podaje się z mieszaniną tlenu i powietrza. Zgodnie z aktualnym trendem wskazania do stosowania podtlenku azotu również u dzieci są ograniczone ze względu na jego wpływ na efekt cieplarniany i negatywny wpływ na warstwę ozonową, choć jako dobry analgetyk może być przydatny w analgesodacji proceduralnej (PSA – *procedural sedation and analgesia*), zwłaszcza na oddziałach ratunkowych [15–18].

U dziecka jest możliwe, a w uzasadnionych przypadkach – wręcz wskazane, przeprowadzenie znieczulenia całkowicie dożylnego (TIVA – *total intravenous anaesthesia*) z zastosowaniem ciągłego wlewu dożylnego propofolu wraz z wlewem opioidu, na przykład remifentanylu (tab. 12). Istnieje kilka dostępnych schematów podawania propofolu, w większości zwalidowanych dla dorosłych, takich jak model propofolowy ręczny Roberta, który można zastosować u starszych nastolatków, jednakże dla dzieci bardziej optymalny jest model McFarlana obejmujący:

- dawkę indukcyjną 2,5 mg kg m.c.⁻¹;
- I okres 15 min – 15 mg kg m.c. godz.⁻¹;
- II okres 15–30 min – 13 mg kg m.c. godz.⁻¹;
- III okres 30–60 min – 11 mg kg m.c. godz.⁻¹;
- IV okres 1–2 godz. – 10 mg kg m.c. godz.⁻¹;
- V okres 2–4 godz. – 9 mg kg m.c. godz.⁻¹.

Możliwe jest również zastosowanie techniki TIVA – infuzji kontrolowanej docelowym stężeniem leku (TCI – *target controlled infusion*) z kontrolowanym stężeniem leku w surowicy lub w miejscu docelowym. Zaletą tej techniki jest dokładność, o której w dużej mierze decyduje fakt uwzględnienia w specjalnie opracowanych algorytmach takich czynników, jak wiek, płeć, masa ciała i wzrost pacjenta [19]. Do optymalnych modeli w anestezji pediatrycznej należą model Marscha, Paedfusor czy Kataria dla propofolu oraz Minto dla remifentanylu (> 12 lat i 30 kg m.c.).

Wentylacja płuc podczas znieczulenia ogólnego

Obecnie u dzieci we wszystkich grupach wiekowych stosuje się aparaty do znieczulenia z układem okrężnym (metoda półzamknięta), z uwzględnieniem rozmiaru wymiennego układu oddechowego zależnie od wieku i masy ciała znieczulanego dziecka: układ pediatryczny (10–40 kg) lub zestaw dorosły (> 40 kg). Bez względu na wybór trybu wentylacji należy pamiętać o przestrzeganiu zasad wentylacji oszczędzającej płuca, tj. objętości oddechowej (TV – *tidal volume*) 6–8 ml kg m.c.⁻¹, ciśnienia *plateau* poniżej 30 cm H₂O oraz stosowaniu dodatnich ciśnień końcowo-wydechowych (PEEP – *positive end-expiratory pressure*).

U pacjentów powyżej 3. roku życia w czasie znieczulenia można zastosować zarówno wentylację kontrolowaną ciśnieniem (PCV – *pressure controlled ventilation*), jak i wentylację kontrolowaną objętością (VCV – *volume controlled ventilation*) z ciśnieniem końcowo-wydechowym zazwyczaj ustawianym na poziomie 3–5 cm H₂O. U dzieci powyżej 3. roku życia można zastosować metodę znieczulenia z użyciem małych przepływów gazów (LFA – *low-flow anaesthesia*) lub też minimalnych (MFA – *minimal-flow anaesthesia*), pamiętając jednak, że w technikach tych przepływ mieszaniny oddechowej jest mniejszy od przepływu w wentylacji minutowej, oddech zwrotny wymaga uważnej kontroli eliminacji dwutlenku węgla (CO₂) i częstej wymiany wapna w pochłaniaczu CO₂ oraz ciągłego monitorowania stężenia tlenu w mieszaninie końcowo-wydechowej, w zamian gwarantuje zaś mniejszą utratę ciepła. Ze względu na ryzyko wzrostu stężenia tlenu węgla (CO) i karboksyhemoglobiny (COHb) zaleca się technikę LFA dla dzieci powyżej 2 lat i o masie ciała przekraczającej 20 kg [20, 21].

Tabela 12. Wskazania do znieczulenia całkowicie dożylnego u dzieci

Bezwzględne	Względne
Ryzyko hipertermii złośliwej	Długie zabiegi w celu uniknięcia działań niepożądanych środków wziewnych Zabiegi z wykorzystaniem neuromonitoringu Zabiegi na drogach oddechowych, np. bronchoskopia Porfiria

Znieczulenie dziecka z pełnym żołądkiem

Znieczulenie dziecka z pełnym żołądkiem zwiększa ryzyko z powodu niebezpieczeństwa aspiracji treści pokarmowej do dróg oddechowych.

Stany związane z ryzykiem aspiracji i pełnym żołądkiem przedstawiono w tabeli 13.

Obecnie zaleca się, w miarę możliwości i umiejętności, ultrasonograficzną (USG) ocenę zawartości żołądka [22].

W przypadku znieczulenia dziecka z pełnym żołądkiem należy przed indukcją zawsze uzyskać dostęp dożylny, a w przypadku braku możliwości dostęp doszpikowy. Dzięki temu możliwa jest, najbezpieczniejsza w tej sytuacji, tak zwana kontrolowana szybka indukcja znieczulenia (cRSI – *controlled rapid sequence induction*). Tradycyjna „szybka indukcja” oznaczająca preoksygenację bierną, następnie szybkie podanie leku usypiającego i chlorosukcynylocholiny, jako najszybciej i najkrócej działającego środka zwiotczającego, a potem intubacja bez wentylacji przez maskę, praktycznie nie mają zastosowania u dzieci [23].

Preoksygenacja bierna w przypadku niepokoju dziecka może być nieskuteczna, a wentylacja niskimi ciśnieniami i objętościami oddechowymi nie zwiększa ryzyka zachłyśnięcia, dlatego często rozpoczyna się natlenianie dziecka dopiero po podaniu leków [24]. Należy wentylować dziecko przez maskę twarzową z ciśnieniem szczytowym (PIP – *peak inspiratory pressure*) wynoszącym maksymalnie 15 mm Hg i ilością tlenu w mieszaninie oddechowej (FiO_2 – *fraction of inspired oxygen*) równą 0,8. Wentylacja przed intubacją jest niezbędna, gdyż dzieci mają wyższy metabolizm, tym samym także większe zapotrzebowanie na tlen, jednocześnie niższą czynnościową pojemność zalegającą (FRC – *functional residual capacity*), toteż ich tolerancja

zespołu bezdechu sennego (OSAS – *obstructive sleep apnea syndrome*) jest zdecydowanie niższa.

Anestetykiem z wyboru u stabilnego hemodynamicznie dziecka jest propofol, a u pacjenta we wstrząsie – ketamina. Niekiedy łączy się ww. leki. Zazwyczaj stosuje się także opioid, najczęściej fentanyl, chociaż może on być przyczyną wymiotów. W celu zwiotczenia mięśni, niezbędnego do sprawnej i nieurazowej intubacji, najczęściej stosowane jest rokuronium. Jego zaletą oprócz szybkiego początku działania, porównywalnego z chlorosukcynylocholimą, jest możliwość natychmiastowego odwrócenia jego działania za pomocą sugammadeksu. Alternatywą pozostaje podaż chlosukcynylocholiny, zwłaszcza u pacjentów z otyłością lub w przypadku braku dostępności sugammadeksu. Ekwiwalentne dawki tych leków wynoszą odpowiednio 1,2 mg/kg m.c.⁻¹ dla rokuronium, przy dawce 16 mg/kg m.c.⁻¹ dla sugammadeksu oraz 1–2 mg/kg m.c.⁻¹ dla chlorsukcynylocholiny.

Nie zaleca się ucisku chrząstki pierścieniowatej. Nie udowodniono skuteczności tego manewru (Sellicka) w zapobieganiu regurgitacji, natomiast nierzadko powoduje on problemy z wentylacją bądź intubacją, a także odruch wymiotny, gdy ucisk jest wykonany zbyt wcześnie.

Nie wykazano jednoznacznie, kiedy powinien być założony zgłębnik żołądkowy ani czy w przypadku, gdy jest on obecny wcześniej, powinien być pozostawiony na czas indukcji, czy też lepiej go usunąć (po wcześniejszym odessaniu zawartości żołądka). Dlatego decyzja w tej kwestii zależy od doświadczenia anestezjologa. W każdym przypadku indukcję dziecka z pełnym żołądkiem powinien przeprowadzać doświadczony anestezjolog lub przynajmniej być obecny na sali, gotowy do natychmiastowej pomocy, gdyby była ona potrzebna.

Tabela 13. Stany związane z ryzykiem aspiracji i pełnym żołądkiem

Dziecko, które jadło < 6 godz. wcześniej, piło płyn klarowny < 1 godz. wcześniej
Pełny żołądek (uraz, krwawiące migdałki, niedrożność jelit, przedoperacyjne nudności/wymioty, zwężenie odźwiernika)
Opóźnione opróżnianie żołądka (ostry brzuch, porażenna niedrożność przewodu pokarmowego, refluks żołądkowo-przełykowy, guz nowotworowy brzucha/przestrzeni zaotrzewnowej)
Dziecko we wstrząsie z niestabilnością hemodynamiczną
Ostry ból (pourazowy, ostre zap. wyrostka robaczkowego itp.)
Zaburzenia odruchów z górnych dróg oddechowych (choroby neurologiczne)
Leki, np. analogi GLP-1 (semaglutyd/tirzepatyd)

GLP-1 (*glucagon-like peptide 1*) – peptyd 1 podobny do glukagonu

Niegdyś zalecano stosowanie rurek intubacyjnych bez mankieta do około 7. roku życia, tj. do czasu, kiedy najwęższym miejscem krtani jest fizjologiczne zwężenie podgłośnia. Obecnie dostępne rurki intubacyjne z mikromankietem umożliwiają intubację rurką z mankiem nawet donoszonych noworodków (choć w tej grupie wiekowej, często nadal stosuje się rurki bez mankieta). Trzeba pamiętać, że w przypadku rurki z mankiem, należy wybrać o połowę rozmiaru mniejszą od docelowego rozmiaru rurki bez mankieta. Dzięki zastosowaniu rurek z mankiem rzadziej zachodzi konieczność reintubacji pacjenta, co u dziecka z pełnym żołądkiem zwiększa bezpieczeństwo znieczulenia.

Leczenie bólu pooperacyjnego

Leczenie bólu pooperacyjnego jest jednym z podstawowych elementów ERAS i z tego względu wymaga opracowania planu strategicznego w całym okresie okołopooperacyjnym. Ogólne podstawy i zalecenia nie różnią się od standardowo przyjętych i obowiązujących zasad, które opisano w stanowisku dotyczącym dzieci poniżej 3. roku życia. U dzieci starszych i młodzieży można jednak zastosować leki, które nie znalazły rekomendacji w ChPL dla noworodków, niemowląt czy młodszych dzieci.

Dawkowanie leków przeciwbólowych opisano w tabelach 14–19.

Tabela 14. Dawkowanie leków opioidowych

Opioid	Droga podania	Dawka	Odstęp między dawkami (godz.)	Wlew
Morfina	Dożylna, podskórna	25–100 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$	3–4	10–40 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$ godz. ⁻¹
	Dożylna	20–50 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$	4	
Fentanyl	Dożylna	1–2 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$	-	0,5–2 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$ godz. ⁻¹
Sufentanyl	Dożylna	0,5–1 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$	-	0,05–0,15 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$ godz. ⁻¹
Tramadol	Dożylna	1–1,5 mg kg m.c. ⁻¹	4–6 Maks. 8 mg kg m.c. d. ⁻¹ Maks. 400 mg d. ⁻¹	0,07–0,25 mg kg m.c. ⁻¹ godz. ⁻¹
	Doustna	50–100 mg	4–6 Maks. 400 mg d. ⁻¹	–
Oksykodon	Dożylna, doustna	0,05–0,15 mg kg m.c. ⁻¹	3–4	-
Nalbufina	Dożylna	0,1–0,2 mg kg m.c. ⁻¹	3–6	Bolus 0,2 mg kg m.c. ⁻¹ Wlew 0,05–0,1 mg kg m.c. ⁻¹ godz. ⁻¹

Tabela 15. Analgezja kontrolowana przez pacjenta

Lek	Dawka wstępna	Wlew	Bolus	Maksymalna dawka 4-godz.	Czas blokady pompy (min)
Morfina	50–100 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$	1–4 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$ godz. ⁻¹	10–20 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$	300 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$	10–15
Fentanyl	0,5–1 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$	0,5–1 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$ godz. ⁻¹	0,5–1 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$	4–8 $\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$	5–10
Oksykodon	0,03 mg kg m.c. ⁻¹	–	0,03 mg kg m.c. ⁻¹	–	5–10
Nalbufina	0,1–0,2 mg kg m.c. ⁻¹	0,02 mg kg m.c. ⁻¹ godz. ⁻¹	0,02 mg kg m.c. ⁻¹	0,4 mg kg m.c. ⁻¹	5

Tabela 16. Dawkowanie paracetamolu u dzieci i młodzieży ze szczegółowym uwzględnieniem różnic wiekowych

Masa ciała [kg]	Droga podania	Dawka	Odstęp między dawkami (godz.)	Maksymalna dawka dobową
10–50	Dożylna	15 mg kg m.c. ⁻¹	4–6	60 mg kg m.c. ⁻¹
	Doustna	15 mg kg m.c. ⁻¹	4–6	60 mg kg m.c. ⁻¹
	Doodbytnicza	20–40 mg kg m.c. ⁻¹	4–6	80–160 mg kg m.c. ⁻¹
> 50	Dożylna	1,0 g	4–6	4,0–5,0 g
	Doustna	1,0 g	4–6	4,0–5,0 g

Tabela 17. Dawkowanie metamizolu u dzieci i młodzieży ze szczegółowym uwzględnieniem różnic wiekowych

Masa ciała [kg]	Droga podania	Dawka	Odstęp między dawkami (godz.)	Maksymalna dawka dobową
10–50	Dożylna	10–15 mg kg m.c. ⁻¹	6	60 mg kg m.c. ⁻¹
	Doustna	10–15 mg kg m.c. ⁻¹	6	60 mg kg m.c. ⁻¹
> 50	Dożylna	1,0 g	6–8	4,0 g
	Doustna	1,0 g	6–8	4,0 g
	Wlew dożylny	2,5 mg kg m.c. godz. ⁻¹	[–?]	60 mg kg m.c. ⁻¹

Tabela 18. Dawkowanie niesteroidowych leków przeciwzapalnych (NLPZ) u dzieci i młodzieży

NLPZ	Droga podania	Dawka [mg kg m.c. ⁻¹]	Odstęp między dawkami (godz.)	Maksymalna dawka dobową [mg kg m.c. ⁻¹]
Ibuprofen > 3. m.ż.	Doustna, doodbytnicza	10	8	30
Ibuprofen > 6 r.ż., > 20 kg	Dożylna	5–10	6	30
Diklofenak > 1. r.ż.	Doustna, doodbytnicza	0,5–3	8	3–9
Naproxen > 2. r.ż.	Doustna, doodbytnicza	5–7,5	12	10–15
Nimesulid > 12. r.ż.	Doustna	1	12	200
Ketoprofen > 15. r.ż.	Doustna, dożylna	1	8	3

Tabela 19. Rekomendowane dawki leków znieczulających miejscowo do najczęściej wykonywanych blokad obwodowych u dzieci i młodzieży z wykorzystaniem obrazowania ultrasonograficznego

[Rodzaj zabiegu/miejsce podania leku zwiotczającego?]	Dawka leku zwiotczającego
Blokada	0,25% bupiwakaina/lewobupiwakaina 0,2% ropiwakaina
Splot ramienny (międzyżebrowo)	0,1–0,2 ml kg m.c. ⁻¹
Splot ramienny (nadobojczykowo)	0,2–0,5 ml kg m.c. ⁻¹
Splot ramienny (podobojczykowo)	0,2–0,5 ml kg m.c. ⁻¹
Splot ramienny (pachowo)	0,1–0,2 ml kg m.c. ⁻¹
Nerw udowy	0,2–0,4 ml kg m.c. ⁻¹
Nerw kulszowy	0,2–0,4 ml kg m.c. ⁻¹
Nerw udowo-goleniowy	0,2–0,4 ml kg m.c. ⁻¹
TAP	0,2–0,3 ml kg m.c. ⁻¹ (na stronę)
Nerw biodrowo-podbrzusny i biodrowo-pachwinowy	0,075–0,1–0,4 ml kg m.c. ⁻¹
RSB	0,1–0,2 ml kg m.c. ⁻¹
ESP block	0,2–0,5 ml kg m.c. ⁻¹
Blokady przedziałowe w obrębie ściany klatki piersiowej (PECS I, PECS II)	0,2 ml kg m.c. ⁻¹
SPB	0,4 ml kg m.c. ⁻¹
QLB	0,2 ml kg m.c. ⁻¹
Blok przęcia	0,1 ml kg m.c. ⁻¹ (na stronę)

ESP (*erector spinae plane*) – płaszczyna mięśnia prostownika grzbietu; PECS I (*pectoral nerve block I*) – blokada nerwów piersiowych I; PECS II (*pectoral nerve block II*) – blokada nerwów piersiowych II; QLB (*quadratus lumborum block*) – blokada przedziału mięśnia czworobocznego lędźwi; RSB (*rectus sheath block*) – blokada pochewki mięśnia prostego brzucha oznacza; SPB (*serratus anterior plane block*) – blokada płaszczyny mięśnia zębatego przedniego; TAP (*transversus abdominis plane*) – blokada przestrzeni mięśnia poprzecznego brzucha

Znieczulenie dzieci po ukończeniu 3. roku życia – część szczegółowa

Znieczulenie w stomatologii

Zabiegi stomatologiczne w znieczuleniu dotyczą zazwyczaj dzieci niewspółpracujących – zarówno u zdrowych, u których dentofobia, niepokój i niestabilność emocjonalna uniemożliwiają leczenie, jak i u obciążonych chorobami towarzyszącymi, z utrudnionym kontaktem, niepełnosprawnością umysłową lub różnymi formami nieneuronormatywności (np. autyzm, mózgowe porażenie dziecięce, zespół Downa itp.). Adekwatna sedacja czy też znieczulenie ogólne mają zapewnić takiemu pacjentowi pełny komfort i całkowite bezpieczeństwo, a jednocześnie ułatwić operatorowi precyzyjne przeprowadzenie zabiegu.

W gabinetach stomatologicznych stosowaną niekiedy metodą sedacji jest sedacja minimalna (wg podziału ASA), która nie wymaga obecności

anestezjologa. W takich przypadkach do krótkotrwałych zabiegów wykorzystuje się wziewny podtlenek azotu lub doustne, działające sedatywnie farmaceutyki (hydroksyzyna, midazolam itp.). Ta forma sedacji zazwyczaj wymaga wspomaganie znieczuleniem miejscowym. Podczas takiej procedury pacjent powinien reagować na polecenia słowne lekarza, otwierać samodzielnie jamę ustną oraz zachować odruchy obronne pochodzące z krtani w odpowiedzi na wodę chłodzącą turbiny stomatologiczne, spływającą ślinę czy krew [25].

Tego typu postępowanie nie sprawdzi się, niestety, u tych pacjentów pediatrycznych, u których poziom lęku lub niepełnosprawność intelektualna skutecznie wykluczają jakąkolwiek współpracę. Dlatego zdecydowaną większość zabiegów stomatologicznych u dzieci powinien wykonywać wykwalifikowany zespół anestezjologiczny (lekarz specjalista anestezjologii i intensywnej terapii, pielęgniarka anestezjologiczna), stosując znieczulenie ogólne, w miejscu spełniającym podstawowe standardy wyposażenia stanowiska

znieczulenia. Nie bez znaczenia jest też fakt, że znieczulenie ogólne pozwala na przeprowadzenie kompleksowego leczenia stomatologicznego w czasie zaledwie jednej wizyty [25–27].

Przygotowanie do znieczulenia

Ocenę pacjenta kwalifikowanego do znieczulenia ogólnego, sedacji umiarkowanej i głębokiej powinien przeprowadzić anestezjolog zgodnie ze standardami oceny przedoperacyjnej. W przypadku dzieci zdrowych wymagane jest badanie warunkowo morfologii krwi oraz oznaczenie czasu częściowej tromboplastyny po aktywacji (aPTT – *activated partial thromboplastin time*) (zwłaszcza u dzieci do zabiegów ekstrakcji zębów i/lub sanacji jamy ustnej oraz obciążonym wywiadem). U dzieci z chorobami współistniejącymi konieczne może się okazać wykonanie dodatkowych badań kierunkowych lub konsultacji specjalistycznych. Wskazane jest, aby u pacjentów z chorobami towarzyszącymi wywiad anestezjologiczny odbywał się dużo wcześniej przed dniem zabiegu, ponieważ pozwala to wybrać najbardziej optymalne postępowanie (tab. 20). Podczas badania należy zwrócić

szczególną uwagę na ruszające się zęby i ocenić drogi oddechowe pod kątem utrzymania ich drożności podczas zabiegu, zwłaszcza że podstawową cechą chirurgii stomatologicznej jest „dzielenie się drogami oddechowymi” z lekarzem dentystą i/lub chirurgiem stomatologicznym. Niezbędne jest również przestrzeganie rygoru dietetycznego zgodnie z regułą 1–3–4–6 [4].

Premedykacja

W premedykacji farmakologicznej stosuje się przede wszystkim midazolam; można go podawać w postaci doustnej lub doodbytniczej 20–30 min przed planowanym zabiegiem albo zastosować donosowo ($0,2\text{--}0,6\text{ mg kg m.c.}^{-1}$) 10 min przed rozpoczęciem znieczulenia. W ostatnim czasie w praktyce klinicznej coraz szerzej stosuje się deksmedetomidynę, która może się również okazać przydatna w fazie premedykacji, szczególnie u dzieci nadpobudliwych; możliwe jest jej użycie w postaci donosowej w dawce $1\text{--}2\text{ }\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$ lub doustnej w dawce $1\text{--}4\text{ }\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$ (*off-label*).

U dzieci z wrodzonymi wadami serca dobrym rozwiązaniem jest ketamina podawana doustnie, która

Tabela 20. Zaburzenia neurorozwojowe/choroby współistniejące i ich wpływ na przygotowanie do zabiegu

Zaburzenie neurorozwojowe/ choroba współistniejąca	Przygotowanie do zabiegu
Zaburzenie ze spektrum autyzmu	Wskazana obecność rodzica podczas indukcji znieczulenia Unikanie nadmiernego hałasu, ostrego światła; obecność ulubionych przedmiotów
Mózgowe porażenie dziecięce	Spastyeczność – właściwe ułożenie pacjenta Padaczka – nieodstawianie leków przeciwpadaczkowych, ocena stanu odżywienia, GERD – kontynuacja podawania leków przeciwréfluksowych
Padaczka	Kontynuacja leczenia przeciwpadaczkowego
Zespół Downa	Ocena wad i chorób współistniejących (wady serca, niedoczynność tarczycy, nowotwory itp.) Zaburzenia behawioralne, psychologiczne, mentalne Duży język, nadmierna wiotkość stawów i mięśni – ważne ułożenie głowy do zabiegu dentystycznego ze względu na wiotkość złącza szczytowo-potylicznego Osłabiona percepcja bólu (podwyższone stężenie peptydów opioidowych w korze czołowej)
Wrodzone wady serca	Ocena stanu układu krążenia, profilaktyka bakteryjnego zapalenia wsierdza, szczególny wywiad dotyczący stosowanych leków: przeciwwzkrępowych, ACEI, diuretyków
Cukrzyca	Ocena trybu leczenia, kontrola glikemii przed zabiegiem, śródoperacyjnie i po zabiegu
Rzadkie zespoły genetyczne	Identyfikacja dominujących objawów i problemów metabolicznych Trudne drogi oddechowe
Astma	Zwiększone ryzyko wystąpienia okołoperacyjnych działań niepożądanych ze strony układu oddechowego, w tym skurczu krtani i oskrzeli

ACEI (*angiotensin-converting enzyme inhibitors*) – inhibitory konwertazy angiotensyny; GERD (*gastroesophageal reflux disease*) – choroba refluksowa

zapewnia względną stabilność sercowo-naczyniową i minimalnie wpływa na układ oddechowy.

U niektórych pacjentów, zwłaszcza z zaburzeniami zachowania, takimi jak agresja, u których podanie premedykacji może być utrudnione, czy u dzieci z autyzmem, u których jej efekt bywa nieprzewidywalny, pomocniczą funkcję pełnią nefarmakologiczne metody premedykacji. Mogą to być różne techniki odwracania uwagi – dystrykcyjne, na przykład gry wideo, filmy, osobiste zabawki lub po prostu obecność rodzica [27, 28].

Znieczulenie

Indukcję znieczulenia zazwyczaj rozpoczyna się metodą wziewną przy użyciu sewofluranu. Alternatywnie w sytuacji istnienia dostępu dożylnego lekiem z wyboru pozostaje propofol. U dzieci z sinicznymi wadami serca preferowanym środkiem indukcyjnym jest ketamina. Anestetyki łączy się z niewielkimi dawkami opioidów – fentanylem, remifentanylem. Ze względu na duże ryzyko aspiracji podczas zabiegu oraz dzielenie z operatorem dróg oddechowych pacjenta w stomatologii/chirurgii stomatologicznej obowiązuje zasada ich instrumentalnego zabezpieczenia. Decyzję co do rodzaju zastosowanej techniki utrzymania drożności dróg oddechowych podejmuje się, biorąc pod uwagę zakres działań stomatologicznych, przewidywany czas trwania zabiegu oraz tak zwane ryzyko oddechowe pacjenta. W przypadkach długotrwałych i bardziej skomplikowanych procedur postępowaniem z wyboru jest intubacja dotchawicza, natomiast w czasie krótkotrwałych zabiegów (< 45 min) dotyczących pojedynczych zębów, zwłaszcza w zakresie górnej szczęki, można się posłużyć maską krtaniową. Intubację dotchawiczą poprzedza się podaniem środka zwiotczającego o krótkim lub średnim czasie działania zależnie od rodzaju zabiegu czy preferencji anestezjologa. Można zrezygnować ze środka zwiotczającego pod warunkiem dostatecznie głębokiej indukcji znieczulenia zapewniającej sprawny przebieg intubacji. Niektórzy anestezjolodzy preferują intubację dotchawiczą przez nos, ale priorytetem zawsze pozostaje minimalna urazowość. Błona śluzowa nosa i nosogardła jest bardzo bogato unaczyniona i tym samym dość często reaguje obfitym krwawieniem na jakikolwiek uraz, co sprawia, że wymaga dodatkowego postępowania obkurczającego naczynia (na 15–20 min przed intubacją należy zastosować krople do nosa – ksylometazolina 0,05% u niemowląt

i małych dzieci, 0,1% u dzieci starszych). Intubacji przez nos nie poddaje się dzieci z podejrzeniem przerostu III migdałka, z nawracającymi stanami zapalnymi błony śluzowej nosa, ze skrzywieniem przegrody nosowej ani z rozszczepem podniebienia. Intubacja dotchawicza przez usta nie utrudnia wykonania zabiegu stomatologicznego, wymaga jedynie współpracy z operatorem i przemieszczenia, w razie potrzeby, rurki z jednego kąta ust do drugiego podczas zabiegu. W przypadku chirurgii stomatologicznej preferuje się rurki z mankietem uszczelniającym, a ponadto wskazane jest wytamponowanie okolicy wejścia do krtani wilgotnym setonem. Zapobiega to zaciekaniu do tchawicy krwi, wydzielin oraz wszelkiego rodzaju zabrudzeń. Powszechną praktyką w chirurgii jamy ustnej jest stosowanie przez stomatologa analgezji przewodowej przed ekstrakcjami, leczeniem kanałowym czy boleśnieszymi procedurami. Jednoczesne podawanie środka znieczulenia miejscowego zmniejsza zapotrzebowanie na dożylne opioidy.

W związku z tym, że większość zabiegów stomatologicznych wykonuje się w trybie ambulatoryjnym, istotny jest przebieg znieczulenia ułatwiający szybkie wybudzenie i stosunkowo szybkie osiągnięcie pełnej gotowości do wypisania do domu.

W podtrzymaniu znieczulenia preferuje się TIVA z użyciem propofolu. Można również w przypadku określonych wskazań zastosować ketaminę lub deksmedetomidynę. Zwłaszcza ta ostatnia działa korzystnie, wyciszając niepokój poanestetyczny. Stosując deksmedetomidynę, zawsze należy pamiętać o ryzyku wystąpienia bradykardii, które dodatkowo wzrasta w przypadku pojawienia się odruchu ze strony nerwu trójdzielnego drażnionego podczas pracy stomatologicznej.

Zazwyczaj w trakcie podtrzymania znieczulenia nie ma konieczności stosowania dużych dawek opioidów. Można w podtrzymaniu znieczulenia zastosować sewofluran, ale trzeba pamiętać, że – zwłaszcza u małych dzieci – jest on dość częstą przyczyną występowania EA lub delirium w okresie budzenia [26, 27].

Wybudzenie

Przed przystąpieniem do budzenia dziecko musi być przede wszystkim zabezpieczone przeciwbólowo. Większość procedur stomatologicznych nie jest obciążona ryzykiem silnego bólu pooperacyjnego, dlatego wystarczająco skuteczne są leki nieopioidowe (paracetamol, metamizol) oraz leki z grupy niesteroidowych

leków przeciwzapalnych (NLPZ) (ibuprofen). Wskazana jest również profilaktyka przeciwwymiotna (ondansetron i/lub deksametazon). Przed obudzeniem musi być usunięty seton uszczelniający z jamy ustnej, konieczne jest także bardzo dokładne oczyszczenie jamy ustnej i gardła z zalegającej treści, wałków stomatologicznych czy zębów, a w przypadku ich ekstrakcji szczególną uwagę należy zwrócić na zachowaną hemostazę. Preferuje się ekstubację w ułożeniu na boku i unikanie nadmiernych odruchów kaszlowych.

Pacjent po zabiegu może zostać wypisany do domu, jeśli spełnia odpowiednie kryteria: jest przytomny, nawiązuje prawidłowy kontakt (adekwatny do stanu przed znieczuleniem), nie wykazuje zaburzeń oddechowych, stan jego układu krążenia jest stabilny, nie występują u niego nudności i wymioty ani nie zgłasza dolegliwości bólowych [27, 28].

Znieczulenie w laryngologii

Zabiegi laryngologiczne są najczęściej wykonywanymi procedurami operacyjnymi u dzieci. Ich zakres sięga od prostych, jednodniowych operacji, takich jak myringotomia, po skomplikowane rekonstrukcje dróg oddechowych przeprowadzane w specjalistycznych ośrodkach [3]. Ocena przedoperacyjna u pacjentów z tej grupy służy identyfikacji, poza chorobami towarzyszącymi, szczególnych czynników ryzyka powikłań okołoperacyjnych, między innymi takich jak: infekcja dróg oddechowych w ostatnich 2 tygodniach, choroby układu oddechowego, na przykład astma, chrapanie, niedrożność dróg oddechowych (przerost migdałków), wiek poniżej 3 lat, bierne palenie, otyłość, wady twarzoczaszki czy choroby nerwowo-mięśniowe, i wdrożeniu odpowiednich działań zapobiegających [29].

Przygotowanie do znieczulenia

Z punktu widzenia anestezjologa nie ma konieczności wykonywania dodatkowych badań do typowych zabiegów, takich jak adenotomia i adenotonsillotomia czy adenotonsillektomia, u dzieci w dobrym stanie ogólnym, u których nie stwierdzono w wywiadzie incydentów krwawienia [29]. Jednak w praktyce i w porozumieniu z laryngologiem warto ocenić morfologię, wartość aPTT czy stężenie białka C-reaktywnego (CRP – *C-reactive protein*), zwłaszcza u dzieci z częstymi i nawracającymi infekcjami dróg oddechowych. Badanie układu krzepnięcia bywa konieczne w przypadku pozytywnego wywiadu w kierunku krwawień (z nosa, dziąseł, ucha itp.). Określenie grupy krwi może być

przydatne przed tonsillotomią czy tonsillektomią w związku z wyższym ryzykiem krwawienia śród- i pooperacyjnego. Ważne jest ustalenie obecności u dziecka objawów OSAS. Pacjenci ci są w szczególności narażeni na zwiększone ryzyko desaturacji, skurczu krtani i rozwoju niedrożności dróg oddechowych podczas indukcji znieczulenia oraz cechuje ich zwiększona wrażliwość na działanie opioidów i leków uspokajających oraz zmniejszona odpowiedź na wzrost stężenia CO₂. U tych chorych mogą również występować zaburzenia w zakresie układu krążenia (nadciśnienie tętnicze, niekiedy nadciśnienie płucne) wymagające dodatkowej oceny kardiologicznej [29].

U dziecka z podejrzeniem i/lub rozpoznaniem aspiracji ciała obcego musi zostać wykonane badanie rentgenowskie (RTG).

Premedykacja

Dzieciom w dobrym stanie ogólnym lek można podać doustnie – jest to głównie midazolam w dawce 0,3–0,5 mg kg m.c.⁻¹ 20–30 min przed znieczuleniem. Można również zastosować deksmedetomidynę w formie donosowej 1 µg kg m.c.⁻¹ 60 min przed indukcją znieczulenia [30].

U pacjentów z OSAS najlepiej unikać premedykacji lekami sedacyjnymi. U dzieci współpracujących i/lub którym założono wcześniej dostęp dożylny, premedykację można pominąć.

Indukcja znieczulenia

Przed intubacją korzystne jest zastosowanie deksametazonu (0,1–0,15 mg kg m.c.⁻¹, maks. 4 mg) nie tylko w celu zmniejszenia ryzyka wystąpienia nudności i wymiotów w okresie pooperacyjnym (PONV – *postoperative nausea and vomiting*), ale również ograniczenia zapotrzebowania na nieopiodowe leki przeciwbólowe w okresie pooperacyjnym [31]. W przypadku operacji szczególnie zagrożonych wywoływaniem PONV dodatkowo korzystne jest podanie ondansetronu dożylnie w dawce 0,1–0,15 mg kg m.c.⁻¹ bądź zastosowanie TIVA. U dzieci w dobrym stanie ogólnym można zastosować indukcję:

- wziewną (przy braku dostępu dożylnego) – sewofluran w mieszaninie tlenu z powietrzem. U dzieci z OSAS preferuje się tę drogę indukcji, a ponadto korzystne jest utrzymanie zwiększonego ciśnienia w drogach oddechowych (CPAP – *continuous positive airway pressure*), by zapobiec niedrożności górnych dróg oddechowych;

- dożylną – propofol, tiopental lub ketamina – tę ostatnią zwłaszcza u dzieci z niestabilnym układem krążenia, z towarzyszącym krwawieniem czy w przypadku konieczności zachowania oddechu własnego.

Do większości zabiegów konieczna jest intubacja dotchawiczą poprzedzona podaniem środka zwiotczającego o krótkim lub średnim czasie działania (miwakurium, rokuronium czy atrakurium), zależnie od rodzaju zabiegu czy wyboru anestezjologa. Do zabiegów typu adeno- czy tonsillektomii wskazane jest użycie rurki z mankietem uszczelniającym lub uszczelnienie okolicy wejścia do krtani wilgotnym bandażem, a także zastosowanie rurek z adaptowaną do twarzy krzywizną (RAE – *right-angle endotracheal*) lub zbrojonych. Mankiet uszczelniający zapobiega dostawaniu się krwi z operowanego miejsca do tchawicy, a dzięki użyciu odpowiednich rurek intubacyjnych unika się ich zaginania.

Podtrzymanie znieczulenia

W podtrzymaniu znieczulenia jest preferowane znieczulenie ogólne dotchawicze złożone. Można zastosować również TIVA z użyciem propofolu i remifentanilu, szczególnie u dzieci starszych, do operacji ucha środkowego, przegrody nosa czy zatok [funkcjonalna endoskopowa chirurgia zatok (FESS – *functional endoscopic sinus surgery*)] czy też u pacjentów obciążonych dużym ryzykiem PONV. Metodą z wyboru przy przeciwwskazaniach do zastosowania środków wziewnych jest TIVA. Do krótkich zabiegów (np. nacięcie błony bębenkowej) wystarczy zwykle znieczulenie VIMA. Należy również pamiętać, że znieczulenia do zabiegów laryngologicznych wiążą się ze zwiększonym ryzykiem występowania ED, szczególnie w grupie wiekowej 2–5 lat [32].

Optymalną analgezję śródoperacyjną zazwyczaj łatwo uzyskać, stosując syntetyczne opioidy – fentanyl ($1\text{--}3\text{ }\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$) lub sufentanyl ($0,1\text{--}0,3\text{ }\mu\text{g kg m.c.}^{-1}$). U pacjentów z OSAS należy unikać długodziałających opioidów. Analgetykiem może być także remifentanyl ($0,1\text{--}0,5\text{ }\mu\text{g kg m.c. min}^{-1}$), podawany w infuzji, ze wstępną dawką bolusową lub bez niej (ryzyko wywołania bradykardii, spadku ciśnienia tętniczego i sztywności klatki piersiowej). Analgezję opioidową uzupełnia się podażą ibuprofenu (dożylnie $10\text{ mg kg m.c.}^{-1}$ u dzieci w wieku > 6 . r.ż.) i/lub paracetamolu (dożylnie $15\text{ mg kg m.c.}^{-1}$) bądź metamizolu (dożylnie $15\text{ mg kg m.c.}^{-1}$), optymalnie z wyprzedzeniem. Po

operacjach w okolicy gardła preferowane jest budzenie w pozycji na boku, z ograniczonym do minimum drażnieniem cewnikiem (tzw. *no touch technique*), co obniża ryzyko skurczu krtani. Dodatkowo przed ekstubacją można podać dożylnie lidokainę w dawce 1 mg kg m.c.^{-1} . Po zabiegu, w celu ograniczenia bólu, poleca się nalbufinę w dawce $0,1\text{--}0,2\text{ mg kg m.c.}^{-1}$, paracetamol i, ewentualnie, metamizol. Sytuacje szczególne to przede wszystkim usuwanie ciała obcego z tchawicy czy oskrzeli oraz powtórna adeno- czy tonsillektomia z powodu krwawienia. W pierwszym przypadku zaleca się wykorzystanie bronchoskopu wentylacyjnego, założonego do dróg oddechowych po wprowadzeniu do znieczulenia (dowolną metodą). W podtrzymaniu natomiast preferuje się metodę złożoną – dożylną-wziewną. W przypadku krwawienia po adenotonsillektomii należy postępować jak u chorego we wstrząsie i z „pełnym żołądkiem”. Zalecane jest wprowadzenie dożylnie (propofol, ketamina) metodą cRSI.

Znieczulenie w ortopedii

Zabiegi wykonywane w ortopedii dziecięcej obejmują leczenie wad wrodzonych, wad rozwojowych, urazów i nowotworów narządu ruchu.

Ważnym aspektem w procesie uzyskiwania świadomej zgody, wyrażonej przez pacjenta i rodziców/opiekunów, jest rzetelna informacja na temat procedur z zakresu znieczulenia i operacji. Edukacja pacjenta wpisuje się w założenia protokołu ERAS. Jest on możliwy do zaadaptowania do specyfiki ortopedii dziecięcej po uwzględnieniu faktu, że dotyczy współdziałania z parą dziecko–rodzic. Korzyści z zastosowania protokołu ERAS są szczególnie zauważalne w przypadku operacji o długim czasie trwania i związanych z dużym ryzykiem utraty krwi. Udowodniono, że zastosowanie protokolizowanej opieki poprawia wyniki pooperacyjne oraz umożliwia skrócenie czasu hospitalizacji i obniżenie kosztów [33].

Przygotowanie do znieczulenia

Przed kwalifikacją do znieczulenia pacjenta musi zbadać anestezjolog. Podstawami decyzji co do wykonania badań laboratoryjnych powinny być: ocena ryzyka zaplanowanej procedury chirurgicznej oraz ocena stanu ogólnego dziecka i chorób współistniejących.

Zakres badań nie odbiega od zakresu w ogólnie przyjętych wytycznych [34, 35]. Zabiegi ortopedyczne, które wiążą się z ryzykiem dużej utraty krwi i długim czasem operacji, to korekcje wad kręgosłupa,

osteotomie miednicy i kości udowej, a także zabiegi onkologiczne. Konieczne jest wówczas oznaczenie grupy krwi, morfologii, stężenia elektrolitów w surowicy i badanie układu krzepnięcia. Do procedur, przed którymi warto wykonać badanie echokardiograficzne serca oraz spirometrię, należą korekcje wad kręgosłupa i przedniej ściany klatki piersiowej. W tych przypadkach należy zastosować monitorowanie zaawansowane: inwazyjny pomiar ciśnienia tętniczego z oceną parametrów hemodynamicznych, monitorowanie głębokości znieczulenia, diurezy, temperatury głębokiej, ocenę stopnia zwiotczenia.

Zabiegi z zakresu ortopedii dziecięcej wykonywane w trybie planowym można odpowiednio usystematyzować, analizując ryzyko wystąpienia powikłań pooperacyjnych wynikające z utraty krwi, długiego czasu zabiegu lub uszkodzenia blisko położonych ważnych struktur (tab. 21).

Zabiegi małego ryzyka najczęściej wykonywane u dzieci poniżej 3. roku życia to korekcja wad stóp. W grupie wiekowej powyżej 3. roku życia zabiegi dużego ryzyka obejmują:

- duże wyrośla kostne;
- osteotomię w obrębie miednicy i kości udowej;
- repozycję prostą (otwartą) stawu biodrowego;
- leczenie skoliozy wczesnodziecięcej.

Główne przyczyny operacji wykonywanych w trybie pilnym to złamania otwarte i złamania z uszkodzeniem struktur naczyniowo-nerwowych. Natomiast w trybie przyspieszonym zaopatrywane są pozostałe rodzaje złamań i urazy więzadłowo-torebkowe [36].

Zabiegi wysokiego ryzyka wykonuje się najczęściej na sprofilowanych oddziałach ortopedii dziecięcej. Zabiegi zakontraktowane wyłącznie dla tych oddziałów to PZH03 – kompleksowe zabiegi w zakresie miednicy i kończyny dolnej u pacjentów poniżej 18. roku życia (np. osteotomia miednicy, kompleksowe

rekonstrukcje w obrębie stopy) oraz PZH08 – kompleksowe zabiegi korekcyjne kręgosłupa u pacjentów poniżej 18. roku życia (np. skolioza, choroba Scheuermanna – młodzieńcza kyfoza piersiowa, wady wrodzone kręgosłupa). Pozostałe rodzaje operacji można wykonywać w ramach oddziału chirurgii dziecięcej lub oddziału ortopedii i traumatologii.

Znieczulenie

Powszechnie zalecanym i preferowanym sposobem znieczulenia jest znieczulenie ogólne w połączeniu z analgezą regionalną. Natomiast w przypadku blokad centralnych w sedacji, choć nie zawsze chętnie wybieranych przez pacjentów i ich opiekunów, obserwuje się wyraźny trend pozytywny zwiększenia ich liczby ze względu na korzyści wynikające z analgezji regionalnej.

Do operacji o dłuższym czasie trwania warto rozważyć wykorzystanie TCI. Wlewy propofolu w ramach tej techniki stosuje się szczególnie u dzieci podczas operacji skoliozy, w przypadku której priorytetami są ochrona rdzenia kręgowego i możliwość precyzyjnego monitorowania funkcji nerwowych za pomocą śródoperacyjnego kontrolowania ruchowych potencjałów wywołanych (MEP – *motor evoked potentials*). W porównaniu z tradycyjnymi modelami dawkowania technika TCI pozwala na zmniejszenie całkowitej dawki propofolu, co ma istotne znaczenie w populacji pediatrycznej ze względu na większą objętość dystrybucji i szybszy metabolizm u dzieci. Precyzyjne dawkowanie umożliwia ograniczenie działań niepożądanych, takich jak depresja krążeniowa czy przedłużony czas wybudzenia. Ponadto TCI zapewnia większą kontrolę nad stężeniem propofolu w osoczu, co obniża ryzyko wybudzenia śródoperacyjnego, zmniejszając prawdopodobieństwo wystąpienia wartości wskaźnika

Tabela 21. Podział zabiegów ortopedycznych ze względu na ryzyko okołoperacyjne

Zabiegi małego ryzyka	Zabiegi umiarkowanego ryzyka	Zabiegi dużego ryzyka
Zabiegi modulujące wzrost kości (epifizjodeza, hemiepifizjodeza) Zabiegi artroskopowe stawów obwodowych Zabiegi na aparacie mięśniowo-ścięgnowym (wydłużenia, przeszczepienia ścięgien, tenotomie) Zabiegi artroerezy (w leczeniu stopy płasko-koślawej)	Resekcje wyrośli chrzęstno-kostnych Osteotomie kości długich (z wyjątkiem kości udowej) Wydłużanie podudzia dystraktorem zewnętrznym lub gwoździem śródszpikowym	Osteotomia w obrębie miednicy i kości udowej Repozycja prosta (otwarta) stawu biodrowego Wydłużanie uda dystraktorem zewnętrznym lub gwoździem śródszpikowym Rekonstrukcyjne zabiegi układu kostnego w leczeniu pierwotnych i wtórnych guzów kości Zabiegi rekonstrukcyjne przedniej ściany klatki piersiowej Leczenie deformacji kręgosłupa o różnej etiologii

bispektralnego (BIS – *bispectral index*) przekraczających 60. Dzięki temu metoda ta jest efektywniejsza i bezpieczna, wspiera bowiem szybkie wybudzenie pacjenta po zakończeniu operacji, co pozostaje szczególnie istotne w kontekście szybkiej oceny funkcji neurologicznych.

Interdyscyplinarna protokolizowana opieka okołoperacyjna realizowana przez stały zespół (lekarze, pielęgniarki, rehabilitant, dietetyk, psycholog) ma szczególne znaczenie w przypadku operacji wad kręgosłupa. Udowodniono szczególne korzyści z zastosowania protokołu ERAS w tej grupie pacjentów w postaci ograniczenia powikłań, skrócenia czasu hospitalizacji i poprawy komfortu pacjenta [37]. Zastosowanie protokołu znieczulenia do operacji kręgosłupa u dzieci zwiększa bezpieczeństwo procedury. Rutynowe korzystanie ze śródoperacyjnego neuromonitorowania wymaga od anestezjologa znajomości wpływu leków i parametrów na układ nerwowy i przewodnictwo nerwowo-mięśniowe. W tabeli 22 przedstawiono rodzaj wpływu najczęściej stosowanych leków na czuciowe i ruchowe potencjały wywołane [MEP, somatosensoryczne potencjały wywołane (SEP – *somatosensory evoked potentials*)] [38]. Z tego powodu wiele ośrodków stosuje deksmedetomidynę

zamiast midazolamu w premedykacji przed zabiegami korekcji skolioz.

Leczenie bólu

Operacje z zakresu ortopedii wywołują ból ostry o umiarkowanym lub dużym natężeniu, trwający od kilku dni do kilku tygodni. Ryzyko wystąpienia przewlekłego bólu pooperacyjnego (CPSP – *chronic postsurgical pain*) może sięgać 30% w przypadku torakoskopowych korekcji deformacji przedniej ściany klatki piersiowej oraz 10–40% w przypadku korekcji wad kręgosłupa [39]. Z tego powodu podstawami planu uśmierzania bólu powinny być zasady analgezji multimodalnej z wykorzystaniem analgetyków, koanalgetyków, technik analgezji regionalnej i metod alternatywnych (np. krioanalgezja). W przypadku większości procedur obarczonych małym i umiarkowanym ryzykiem należy w regularnych odstępach czasu, w dawkach adekwatnych do wieku i masy ciała stosować paracetamol, metamizol oraz NLPZ wraz z opioidami i lekami znieczulenia miejscowego do blokad regionalnych. W przypadku procedur najbardziej bolesnych: osteotomii, korekcji wad kręgosłupa i ściany klatki piersiowej, należy zastosować

Tabela 22. Wpływ leków i innych czynników na czuciowe i ruchowe potencjały wywołane

Lek/czynnik	Amplituda	Latencja
Sewofluran, MAC > 0,6	↓	↑
Barbiturany	↓	↑
Etomidat	↑	↔
Ketamina	↑	↔
Midazolam	↓	↔
Opioidy	↔	↔
Propofol > 6 mg kg m.c. godz. ⁻¹	↓	↑
Lidokaina > 2 mg kg m.c. ⁻¹	↓	↑
Deksmedetomidyna	↔	↔
MgSO ₄	↓	↑
Hipoksja	↓	↑
Hipokapnia	↓	↑
Niedokrwistość	↓	↑
Hipotensja	↓	↑
Hipotermia	↓	↑

MAC (*minimum alveolar concentration*) – minimalne stężenie pęcherzykowe; MgSO₄ – siarczan magnezu

dotatkowo analgetyczne dawki ketaminy, agonistów receptorów α_2 -adrenergicznych oraz koanalgetyki (siarczan magnezu, steroidy), a także dożylny ciągły wlew opioidu w okresie pooperacyjnym, u starszych dzieci z wykorzystaniem analgezji kontrolowanej przez pacjenta (PCA – *patient-controlled analgesia*) [40]. Udowodniono korzystny wpływ dożylnego wlewu lidokainy w przypadku operacyjnej korekcji deformacji przedniej ściany klatki piersiowej oraz wad kręgosłupa. Trzeba zachować odpowiedni odstęp czasowy zgodnie z obowiązującymi zasadami, jeśli przed operacją zastosowano blokadę regionalną z użyciem długodziałającego anestetyku.

Zasady postępowania przeciwbólowego obejmują analgezję z wyprzedzeniem, analgezję ochronną oraz analgezję zapobiegawczą (poszerzenie analgezji ochronnej o leki zapobiegające hiperalgezji i sensytyzacji ośrodkowej, takie jak: agoniści receptorów α_2 -adrenergicznych, ketamina, lidokaina, gaba-pentyna) [41–45]. U dzieci znieczulenie regionalne powinno być wykonywane w znieczuleniu ogólnym lub głębokiej sedacji, co może jednak maskować powikłania neurologiczne wykonywanej blokady. Stosowane techniki znieczulenia regionalnego są takie same jak w populacji dorosłych pacjentów i obejmują blokady centralne, znieczulenie nerwów obwodowych przed rozpoczęciem zabiegu lub znieczulenie nasiękowe miejsca operowanego długodziałającym lekiem znieczulenia miejscowego. W celu poprawy jakości i bezpieczeństwa należy wykonywać blokady regionalne pod kontrolą USG. Metody anestezji regionalnej powinno się stosować zawsze wtedy, gdy jest taka możliwość, ponieważ wpływa to istotnie na ograniczenie zapotrzebowania na leki opioidowe w okresie pooperacyjnym, a co więcej – na opanowanie dolegliwości bólowych w stopniu akceptowanym przez pacjenta. Umożliwia także funkcjonalny powrót do zdrowia w zakresie współpracy, wczesnej rehabilitacji, tolerancji posiłków, pełnej funkcji przewodu pokarmowego i układu wydalniczego oraz prawidłowego cyklu snu, a nie tylko efektywne uśmierzanie bólu pooperacyjnego. Istotnymi czynnikami ułatwiającym kontrolowanie bólu są opanowanie stresu i lęku separacyjnego oraz zniwelowanie ryzyka bólu proceduralnego.

Znieczulenie w okulistyce

Operacje okulistyczne i procedury diagnostyczne lub terapeutyczne wykonuje się u dzieci w każdym wieku,

najczęściej w znieczuleniu ogólnym lub złożonym (znieczulenie ogólne połączone w blokadą regionalną lub znieczuleniem miejscowym kroplami) [46, 47].

Dzieci znieczulane do operacji okulistycznych są zazwyczaj zdrowe (I lub II wg ASA). Zdarza się jednak, że z chorobami oczu współistnieją wrodzone choroby lub zespoły chorobowe, obejmujące wady serca, trudne drogi oddechowe lub zaburzenia metaboliczne. Identyfikacja zagrożeń i odpowiednie przygotowanie (m.in. wideolaryngoskop, profilaktyka zapalenia wsierdza u pacjentów z wadą serca) zwiększą bezpieczeństwo dziecka w okresie okołoperacyjnym.

Patofizjologia

Zakres wiedzy i umiejętności anestezjologa, który podejmuje się znieczulenia dziecka do procedur okulistycznych, musi obejmować następujące zagadnienia: anatomia gałki ocznej i oczodołu, fizjologiczne uwarunkowania ciśnienia wewnątrzgałkowego (IOP – *intraocular pressure*), wpływ leków stosowanych podczas znieczulenia na IOP, mechanizm powstawania odruchów ocznych oraz efekt fizjologiczny śródoperacyjnych manipulacji chirurgicznych.

Ciśnienie wewnątrzgałkowe

Wartość IOP jest wynikiem równowagi między wytwarzaniem i odprowadzaniem cieczy wodnistej w gałce ocznej. Istnieje wiele czynników wpływających na tę wartość (tab. 23, 24).

W przypadku potwierdzenia nadciśnienia wewnątrzgałkowego należy wdrożyć odpowiednie postępowanie (tab. 25).

Leki stosowane podczas znieczulenia do operacji okulistycznych mogą powodować wzrost lub obniżenie IOP i tym samym wpływać na odczyt wykonywanych pomiarów (tab. 26).

Odruchy oczne

Odruch oczno-sercowy

Wielokrotne pociąganie mięśni zewnątrzgałkowych podczas operacji (operacje zeza, szkliskowo-siatkówkowe, enukleacja, opasanie gałki ocznej) blokady regionalne i uciśnięcia gałki ocznej mogą wywołać odruchowe zaburzenia rytmu serca (bradykardia, dodatkowe skurcze komorowe, zahamowanie zatokowe, migotanie komór) (ryc. 1).

Ryzyko zaburzeń rytmu serca wzrasta w przypadku współwystępowania hiperkapnii i wysokich stężeń

Tabela 23. Zmiany ciśnienia wewnątrzgałkowego wewnątrzgałkowego zależnie od określonych stanów bądź czynników

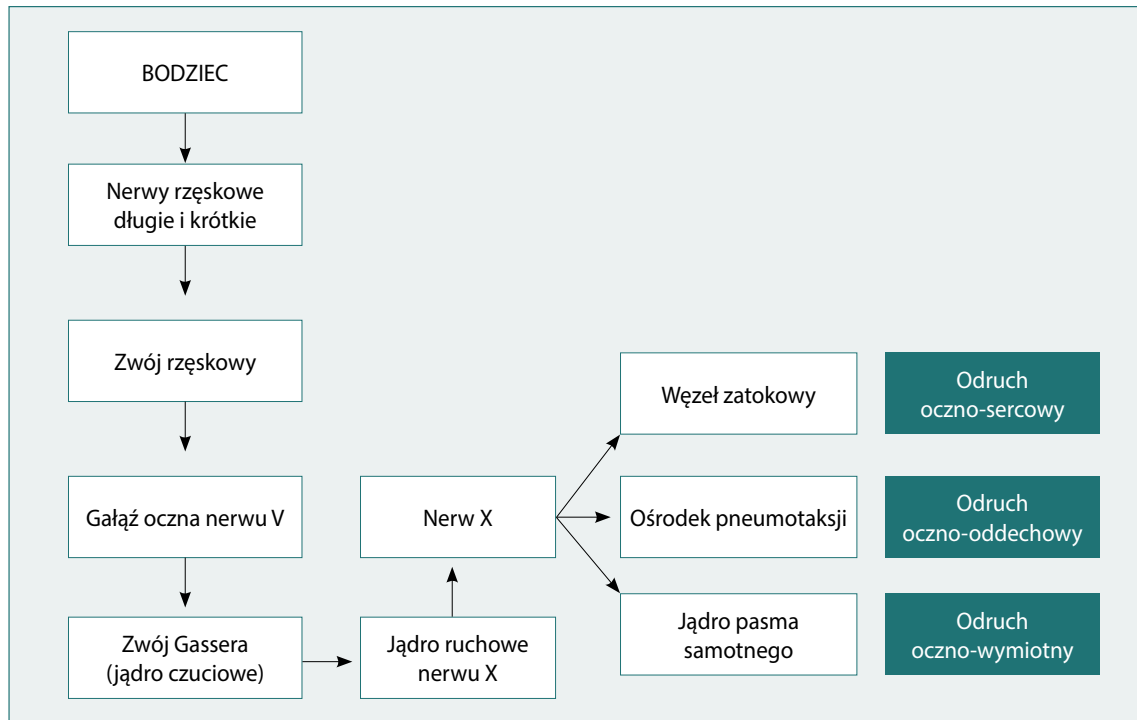
Stan/czynnik	Zmiana ciśnienia wewnątrzgałkowego [mm Hg]
Noworodek	9,5
Dziecko ≥ 5 lat	10–20
Wahania dobowe	$\uparrow$ o 3–6
Mruganie	$\uparrow$ o 5
Ucisk gałki ocznej	$\uparrow$ o 26
Perforacja pourazowa, operacyjne otwarcie	Ciśnienie atmosferyczne

Tabela 24. Czynniki wpływające na wartość ciśnienia wewnątrzgałkowego (IOP – intraocular pressure)

Czynniki zwiększające IOP	Czynniki obniżające IOP
Upośledzony odpływ cieczy wodnistej	Obniżenie ciśnienia żylnego (uniesienie wezgłowia)
Ucisk zewnętrzny gałki ocznej (maska twarzowa)	Obniżenie ciśnienia tętniczego (skurczowego < 90 mm Hg, hipokarbia)
Wzrost ciśnienia żylnego (kaszel, wymioty, manewr Valsalvy)	Anestetyki dożylnie (z wyjątkiem ketaminy), anestetyki wziewne, niedepolarizujące środki zwiotczające
Przekrwienie naczyńówki (kwasica oddechowa, hiperkapnia, hipoksja, nadciśnienie tętnicze)	Zmniejszenie objętości cieczy wodnistej (acetazolamid)
Zwiększenie zawartości osoczołu (wstrzyknięcie dużej objętości leku znieczulającego miejscowo)	Zmniejszenie objętości ciała szklistego (mannitol)
Chlorsukcynylocholina (skurcz mięśni zewnętrznych – efekt po 2–4 min, maks. 7 min)	Obniżenie ciśnienia żylnego (uniesienie wezgłowia)
Ketamina (≥ 5 mg kg m.c. ⁻¹)	
Laryngoskopia i intubacja	

Tabela 25. Postępowanie w przypadku wzmożonego ciśnienia wewnątrzgałkowe podczas operacji

Czasowe zaprzestanie operacji do czasu przyspieszenia tętna
Odpowiednie wentylacja, oksygenacja i głębokość znieczulenia
Atropina w dawce $10 \mu\text{g kg}^{-1}$ dożylnie lub glikopirynium w dawce $10 \mu\text{g kg}^{-1}$ dożylnie
Znieczulenie nasiękowe mięśni prostych
Blokada regionalna



Rycina 1. Odruchy oczne

Tabela 26. Wpływ leków znieczulających na ciśnienie wewnątrzgałkowe (IOP – *intraocular pressure*)

Leki/lek	Wpływ na IOP
Anestetyki dożylnie (propofol, tiopental)	Obniżają IOP o 20–30% (3–7 mm Hg)
Anestetyki wziewne	
Ketamina	Działanie zależy od dawki. W dawce $\geq 5 \text{ mg kg m.c.}^{-1}$ zwiększa IOP
Atropina	Nie wpływa bezpośrednio na IOP
Niedepolaryzujące środki zwiotczające	Nie wpływają bezpośrednio na IOP
Chlorsukcynylocholina	W ciągu 30 s powoduje znamieny wzrost IOP o ok. 8 mm Hg. Efekt utrzymuje się 4–7 min, krócej w przypadku równoległego podania leków obniżających ciśnienie
Acetazolamid, mannitol, dekstran	Stosuje się śródoperacyjne w celu obniżenia IOP

Tabela 27. Leki oczne przyjmowane przez pacjenta

Leki	Wskazania	Działania niepożądane
Antycholinergiczne (atropina, tropikamid)	Rozszerzenie źrenicy	Tachykardia, gorączka, suchość w jamie ustnej
Współczulne:	Rozszerzenie źrenicy	
• agonista receptorów alfa (fenylefryna)		Przejściowy wzrost ciśnienia, bradykardia, obrzęk płuc
• adrenalina		Tachykardia, nadciśnienie tachyarytmie
• antagoniści receptora beta (tymolol, betaksolol)	Zmniejszenie ciśnienia wewnątrzgałkowego	Bradykardia, hipotensja, bronchospazm
Przywspółczulne (pilocarpina)	Obniżenie ciśnienia wewnątrzgałkowego	Bronchospazm, bradykardia wzmożone wytwarzanie śluzu
Diuretyki (acetazolamid, mannitol)	Zmniejszenie ciśnienia wewnątrzgałkowego	Zaburzenia wodno-elektrolitowe i kwasowo-zasadowe

anestetyków wziewnych. Profilaktyczne stosowanie leków antycholinergicznym nie zapobiega wystąpieniu zaburzeń rytmu. Strzykawka z roztworem atropiny lub glikopirynium musi być przygotowana do użycia na stanowisku znieczulenia na wypadek wystąpienia bradykardii.

Odruch oczno-oddechowy

Odruch występuje podczas operacji zeza. Ramię aferentne odruchu jest takie samo jak w odruchu oczno-sercowym, rozpoczyna się w ośrodku pneumatotaksji w moście i prowadzi do spłycenia oddechu, przyspieszenia, zwolnienia lub wręcz zatrzymania oddechu. Atropina nie zapobiega wystąpieniu odruchu.

Odruch oczno-wymiotny

Odruch oczno-wymiotny występuje najczęściej podczas operacji zeza i jest następstwem pobudzenia nerwu błędnego podczas pociągania zewnętrznych mięśni gałki ocznej przez operatora.

Leki oczne przyjmowane przez pacjenta

Wiele dzieci poddawanych operacjom okulistycznym przyjmuje krople oczne [48]. Krople te mogą spływać do gardła lub przez kanaliki nosowo-łzowe do jamy nosowej, zostać wchłonięte przez śluzówkę do krążenia systemowego i wywołać niepożądany efekt (tachykardia, nadciśnienie tętnicze, bradykardia, skurcz oskrzeli) (tab. 27).

Blokady regionalne do operacji okulistycznych

Ze względów bezpieczeństwa rzadko wykonuje się u dzieci blokady okołogałkową i pozagałkową [49]. Gałka oczna u dzieci zajmuje ponad dwa razy większą przestrzeń w oczodole niż gałka oczna dorosłych. Wykonuje się natomiast blokadę podtorebkową (podtorebka Tenona). Zwykle robi to operator w celu zablokowania nerwów rzęskowych (krótkich i długich). Blokada zapewnia unieruchomienie gałki ocznej podczas operacji i dobrą analgezję, zapobiega wystąpieniu odruchu oczno-sercowego oraz obniża ryzyko nudności i wymiotów po operacji. Do blokady służy niewielka objętość leku znieczulającego miejscowo, aby uniknąć ucisku roztworu na gałkę oczną i wzrostu IOP. Stosuje się 1- lub 2-procentową lidokainę albo 0,5-procentową bupiwakainę w objętości, odpowiednio, 1,5–2 ml u dzieci w wieku 5–10 lat i 2–3,0 ml u starszych dzieci.

Leki znieczulające miejscowo są również podawane bezpośrednio do worka spojówkowego w formie kropli. Jest to analgezja skuteczna, tania i pozbawiona powikłań związanych z nakłuciem zakrzywioną igłą.

Znieczulenie do operacji okulistycznych w trybie pilnym

Penetrujące urazy gałki ocznej oraz obecność ciała obcego wymagają pilnego zaopatrzenia. Jeśli nie ma możliwości zachowania przepisowej karencji po spożytym posiłku, to tchawica musi być zaintubowana w ramach procedury cRSI. Indukcja i zwióczenie mięśni muszą być odpowiednio głębokie, aby nie doszło do wzrostu ciśnienia i wycieknięcia zawartości gałki ocznej przez otwory powstałe w następstwie urazu, ponieważ grozi to całkowitą utratą wzroku. Od dawna zaleca się unikanie chlorsukcynylocholiny, gdyż powoduje ona przejściowy znamieny wzrost IOP i wykonanie intubacji po podaniu wysokiej dawki niedepolaryzującego środka zwióczającego. W rzeczywistości nie ma dobrze udokumentowanych raportów, w których opisano by wpływ ciała szklatego po podaniu chlorsukcynylocholiny i zawsze należy rozważyć ryzyko i korzyści wynikające z jej użycia [50, 51]. Zbyt płytka indukcja grozi wywołaniem odruchu kaszlowego, który także powoduje wzrost ciśnienia w gałce ocznej.

Znieczulenie do badania okulistycznego i pomiaru ciśnienia wewnątrzgałkowego

U dzieci leczonych okulistycznie pomiary IOP i badanie okulistyczne zazwyczaj wykonuje się wielokrotnie i regularnie. Dzieci rzadko współpracują podczas badania, a suboptymalne warunki wydłużają je i podtrzymują związany z nim stres.

Podczas znieczulenia ogólnego prawidłową drożność dróg oddechowych można zapewnić przy użyciu maski twarzowej lub urządzeń nadgłośniowych. Okulista bada IOP po indukcji wziewnej przed założeniem urządzenia nadgłośniowego, aby wpływ znieczulenia na wartość mierzonego ciśnienia był możliwie najmniejszy.

Znieczulenie do operacji jaskry

Przyczyną jaskry u dzieci jest utrudniony odpływ cieczy wodnistej z komory przedniej oka. Najczęściej

jest to wada wrodzona polegająca na niedorozwoju siateczki beleczkowatej. Nielezione nadciśnienie wewnętrzne grozi utratą wzroku. Farmakoterapia (tymolol w kroplach) zazwyczaj nie wystarcza. Pacjent może podczas zabiegu (goniometria, trabekulektomia, trabekulotomia) oddychać spontanicznie, zazwyczaj jednak operator woli, aby oko było nieruchome. Wlew remifentanyl zapewnia właściwą analgezę i pozwala uniknąć stosowania środków zwiotczających.

Znieczulenie do operacji zaćmy

Zaćma u dzieci może być wrodzona lub nabyta (porazowa lub w następstwie zakażenia). Leczenie operacyjne wrodzonej zaćmy (aspiracja lub usunięcie soczewki) przeprowadza się w okresie noworodkowym (6.–8. t.ż. – operacja ratująca wzrok). Wymogiem jest zapewnienie unieruchomienia gałki ocznej podczas operacji i unikanie wzrostu IOP w fazie budzenia.

Znieczulenie do operacji zęza

W trakcie operacji zęza stosunkowo często dochodzi do wywołania odruchu oczno-sercowego i PONV. W myśl rekomendacji brytyjskich z 2016 roku pacjent powinien śródoperacyjnie otrzymać dwa leki przeciwwymiotne (ondansetron i dekstametazon) [52]. W planie znieczulenia i operacji zęza powinno się uwzględnić terapię ratunkową. W Polsce może to być blokada podtorebkowa wykonana przez okulistę na początku lub na końcu operacji. Dehydrobenzperidol stosowany w terapii ratunkowej pozostaje niedostępny w Polsce. Od 2019 roku lek jest dopuszczony do użytku na rynku amerykańskim przez Agencję ds. Żywności i Leków (FDA – Food and Drug Administration) pod nazwą *Inapsine*, jednak nie ma możliwości zamówienia go w ramach importu docelowego. Skuteczną analgezę pooperacyjną zapewniają leki z grupy NLPZ, paracetamol, metamizol i krople oczne zawierające lek znieczulający miejscowo (0,5% tetrakaina lub 0,4% oksybuprokaina). Miopatie oczne rzadko prowadzą do hipertermii złośliwej, jednak zaleca się unikanie chlorsukcynylocholiny, monitorowanie wydechu CO_2 i pomiar temperatury podczas znieczulenia.

Znieczulenie do operacji szklistkowo-siatkówkowych

Odwarstwienie siatkówki może być punktowe lub wielomiejscowe i najczęściej powstaje w następstwie

urazu. Może również występować w chorobach wrodzonych (np. zespół Marfana, Sticlera, Knobloch i inne). Krioterapia i fotokoagulacja laserowa stanowią leczenie z wyboru w przypadku niewielkiego odwarstwienia i teleangiektazji (choroba Coats). W leczeniu większych odwarstwień do gałki ocznej podaje się olej silikonowy lub wchłaniany gaz, wykonuje naszyście wszczepu (*scleral buckle*) lub opierścienienie gałki ocznej. Zabiegi są przeprowadzane na nieruchomej gałce ocznej. Śródoperacyjnie wymagana jest analgeza opioidowa lub wykonanie przed operacją blokady podtorebkowej. Jeśli do gałki ocznej podaje się gaz [powietrze, heksafluorek siarki (SF_6), oktafluoropropan (C_3F_8)], to należy unikać stosowania podtlenku azotu podczas znieczulenia i przez kolejne 12 tygodni lub do czasu całkowitego wchłonięcia się gazu.

Znieczulenie do leczenia retinopatii wcześniaczej

Nieprawidłowy rozrost naczyń siatkówki może prowadzić do odwarstwienia siatkówki, nieostrego widzenia, ambliopii i utraty wzroku. Wczesne stadia choroby są leczone fotokoagulacją laserową, natomiast stadium IV i V wymagają wykonania operacji szklistkowo-siatkówkowej. U dzieci przedwcześnie urodzonych mogą występować liczne schorzenia towarzyszące (wady serca, dysplazja oskrzelowo-płucna, krwawienie dokomorowe, okresowe bradykardie, anemia, martwicze zapalenie jelit). W okresie pooperacyjnym u wcześniaków częściej niż u noworodków donoszonych występują hipotermia, bradykardie i bezdech.

Preferuje się znieczulenie ogólne z intubacją dotchawiczą, gdyż może wystąpić konieczność wentylowania płuc w okresie pooperacyjnym, natomiast stosownie do zaawansowania choroby są opisywane zabiegi w znieczuleniu dożylnym lub wziewnym wykonywane bez intubacji z użyciem urządzeń nadgłośniowych lub bez nich, w połączeniu z blokadą podtorebkową lub znieczuleniem miejscowym. Fotokoagulacja laserowa jest mniej bolesna i lepiej tolerowana niż krioterapia. Obie terapie mogą wywołać niestabilność krążeniowo-oddechową u dziecka, dlatego oba zabiegi oraz iniekcje doszklistkowe [przeciwciała przeciw czynnikowi wzrostu śródbłonna naczyniowego (VEGF – vascular endothelial growth factor)] wykonuje się w znieczuleniu złożonym (ogólne w połączeniu z regionalnym).

Znieczulenie pacjentów z siatkówczakiem

Retinoblastoma jest najczęstszym nowotworem gałki ocznej u dzieci. U najmłodszych dzieci, do 3. roku życia, badania okulistyczne w znieczuleniu wykonuje się co 4–8 tygodni.

Stosownie do zaawansowania choroby małe guzy są leczone fotokoagulacją laserową, krioterapią lub brachyterapią nadtwardówkową w znieczuleniu ogólnym. W przypadku większych guzów leczeniem z wyboru jest chemioterapia doszkliskowa lub selektywna chemioterapia dotętnicza. Dotętnicze podanie leku wymaga zapobiegawczej osłony heparynowej ($75 \mu\text{g kg m.c.}^{-1}$). Zabieg wykonuje się w znieczuleniu ogólnym z intubacją i zwióceniem mięśni. Po zabiegu pacjent ma założony opatrunek uciskowy na kaniulowaną tętnicę. Podczas budzenia należy unikać kaszlu i wzrostu IOP. Melfalan powoduje obrzęk gałki ocznej i wymioty pooperacyjne, dlatego każdego pacjenta należy poddać dwulekowej profilaktyce PONV.

Znieczulenie do udrożnienia kanalików nosowo-łzowych

Udrożnienie kanalików nosowo-łzowych to krótkotrwała procedura wykonywana w znieczuleniu ogólnym z użyciem maski krtaniowej i ssaka (0,9% NaCl lub fluorosceina mogą spływać do nosogardła). Otwarta dakryocystorinostomia klasyczna i endoskopowa są zabiegami bardziej bolesnymi i wymagającymi zastosowania krótko działających opioidów, intubacji rurką profilowaną lub zbrojoną i wysetonowania gardła. Krwawienie ze śluzówek zwykle udaje się opanować kroplami z lekiem obkurczającym naczynia (lidokaina z fenylefryną)

Znieczulenie do zabiegów diagnostycznych – pracownia rezonansu magnetycznego, tomografia komputerowa, zabiegi endoskopowe przewodu pokarmowego

Znieczulenie do badań i zabiegów diagnostycznych zwykle odbywa się poza blokiem operacyjnym w pracowni TK, MR czy też w pracowni endoskopowej. Głównymi celami działań anestezjologicznych w tym przypadku są: zmniejszenie lub całkowite zniesienie u dziecka lęku i strachu, zniesienie bólu, jeżeli dana

procedura ten ból wywołuje, zniesienie aktywności ruchowej dziecka po to, by umożliwić bezpieczne wykonanie badania, zminimalizowanie urazu psychicznego i zwiększenie tak zwanego potencjału amnestycznego. Procedury diagnostyczne i endoskopowe zwykle wykonuje się w trybie jednodniowym, a znieczulenie musi być przeprowadzone tak, aby było bezpieczne, a pacjent mógł szybko odzyskać świadomość i zostać wypisany do domu lub na oddział macierzysty.

Organizację i wyposażenie stanowiska do znieczulenia znajdującego się w każdej z wymienionych pracowni diagnostycznych regulują takie same przepisy, jakie obowiązują w odniesieniu do stanowisk mieszczących się w obrębie bloku operacyjnego. To samo dotyczy dostępności wszystkich leków stosowanych w stanach nagłych. W przypadku znieczuleń wykonywanych w pracowniach diagnostycznych również obowiązuje konieczność zapewnienia dzieciom kompetentnego i odpowiednio monitorowanego stanowiska w sali nadzoru poznieczuleniowego.

Znieczulenie poza salą operacyjną – pracownia tomografii komputerowej, pracownia rezonansu magnetycznego, pracownia badań endoskopowych

Pracownia tomografii komputerowej i pracownia rezonansu magnetycznego

Zarówno w pracowni TK, jak i MR anestezjolog wykonujący i nadzorujący znieczulenie znajduje się w sporej odległości od znieczulanego dziecka, co oznacza, że ma je poza bezpośrednim zasięgiem wzroku. Tym bardziej niezbędny jest bardzo dobrej jakości sprzęt monitorujący zapewniający nieprzerwane monitorowanie podstawowych parametrów życiowych, włącznie z pomiarem kapnometrycznym u dziecka znieczulanego z zachowanym oddechem własnym [53].

Należy podkreślić, że w przypadku stanowiska do znieczulenia znajdującego się w pracowni MR wszystkie elementy wyposażenia muszą być dostosowane do pracy w silnym polu elektromagnetycznym, co znaczy, że nie mogą zawierać elementów ferromagnetycznych. Dotyczy to zarówno samego aparatu do znieczulenia i kardiomonitora, jak i pozostałego sprzętu, takiego jak laryngoskop, pompy infuzyjne, a nawet stojak na kroplówkę.

Ze względu na generowany przez aparat do MR ogromny hałas, którego natężenie sięga 95 dB,

niezbędnym elementem wyposażenia są zatyczki do uszu lub specjalne słuchawki, obowiązkowo zakładane na uszy badanego dziecka.

Przygotowanie do znieczulenia

Nie jest wymagane szczególne przygotowanie dziecka do wymienionych badań obrazowych. Przed badaniem MR należy się upewnić, czy dziecko nie ma jakichkolwiek implantów zawierających materiały ferromagnetyczne (dopuszczalne i bezpieczne: aluminium, nikiel, stal wysokiej jakości, stopy tytanu), a w przypadku wątpliwości należy sprawdzić, czy dany materiał/implant jest dopuszczony do umieszczania w polu ferromagnetycznym (zastawki komorowo-otrzewnowe (tak), zbrojone rurki intubacyjne (nie), implanty ortopedyczne (nie wszystkie)).

Dziecka z wszczepionym rozrusznikiem serca nie można kwalifikować do badania MR ze względu na duże ryzyko zaburzeń funkcjonowania urządzenia, włącznie z jego całkowitym przeprogramowaniem. Przed badaniem z użyciem środka kontrastowego konieczne jest oznaczenie stężenia kreatyniny w surowicy.

Premedykacja

Premedykacja nie zawsze jest konieczna, a jeżeli tak, to najczęściej stosuje się midazolam w postaciach doustnej, doustnej lub donosowej. Można też sięgnąć po inne środki, takie jak deksmedetomidyna czy ketamina.

Znieczulenie

Badanie diagnostyczne jest bezbolesne, dlatego w tym przypadku anestezja powinna służyć zagwarantowaniu dziecku komfortu oraz zminimalizowaniu jego lęku i stresu, a także zapewnieniu bezruchu pacjenta, gdyż artefakty ruchowe uniemożliwiają wykonanie i ocenę badania. Można zastosować zarówno znieczulenie wziewne (sewofluran), jak i doustne (propofol, tiopental, ketamina, deksmedetomidyna). Brak impulsacji bólowej skłania do rezygnacji ze stosowania opioidów, jednak u części pacjentów mogą być one pomocne w uzyskaniu stabilnej anestezji.

Badanie TK trwa bardzo krótko – zwykle kilka minut, dlatego wymaga krótkotrwałej sedacji, z zachowanym oddechem własnym dziecka. Najczęściej stosuje się propofol w dawkach frakcjonowanych, ale przydatne mogą być także takie leki jak midazolam lub ketamina.

Podczas badania MR konieczne jest znacznie głębsze i dłużej trwające znieczulenie (od 20 min do nawet 1–2 h), które można uzyskać metodą TIVA, stosując wlew propofolu z szybkością dostosowaną do wieku i stanu dziecka (często ≥ 10 mg/kg m.c. godz.⁻¹). Instrumentalne utrzymanie drożności dróg oddechowych nie jest niezbędne, jednak w praktyce długotrwałe sedacja i pozycja ciała (badanie wykonuje się u pacjenta w pozycji leżącej na plecach) predestynują do ograniczania drożności dróg oddechowych, dlatego u dzieci znieczulanych z zachowaniem oddechu własnego monitorowanie stężenia wydechowego CO₂ jest niezbędne dla wczesnego rozpoznania zaburzeń oddychania [52–54].

Pracownia endoskopowa przewodu pokarmowego

U dzieci wykonuje się gastroskopie i kolonoskopie, a liczba tych procedur przeprowadzanych w pracowniach endoskopowych u pacjentów pediatrycznych sukcesywnie się zwiększa. Pracownia endoskopowa, w której wykonuje się u dzieci badania w sedacji lub w znieczuleniu ogólnym, powinna być wyposażona w sprzęt anestetyczny zapewniający bezpieczne znieczulenie, zgodnie z zasadami przedstawionymi powyżej [53].

Najbardziej inwazyjna z omawianych procedur to gastroskopia. Przeprowadzenie gastrokopu jest czynnikiem silnie drażniącym. Powoduje gwałtowne odruchy gardłowe z towarzyszącym skurczem mięśni podniebienia i gardła, kaszel, odruchy wymiotne. Drażnienie okolicy wejścia do krtani może być przyczyną zaburzeń oddychania czy odruchowego skurczu głośni, a włożenie gastrokopu może się wiązać z trudnościami w utrzymaniu drożności dróg oddechowych, co dodatkowo utrudnia, częsty u tych pacjentów, przerośnięty migdałek gardłowy i/lub migdałki podniebienne. Nie ma jednak konieczności wykonywania u dzieci rutynowej intubacji dotchawiczej do tej procedury, chyba że istnieją ku temu dodatkowe wskazania, takie jak usuwanie dużego ciała obcego, krwawienie z przewodu pokarmowego, zwężenie przełyku czy ocena stanu dziecka powyżej II według ASA.

Znieczulenie

U dzieci rzadko udaje się przeprowadzić gastroskopie w płytkiej sedacji – zwykle wymagają do tej procedury sedacji głębokiej lub znieczulenia ogólnego. Obecnie

najczęściej stosuje się znieczulenie dożylnie propofolem podawanym w dawkach frakcjonowanych lub metodą TIVA. W celu zmniejszenia dawki propofolu i stabilizacji analgesodacji dodatkowo można zastosować ketaminę, deksmedetomidynę, midazolam lub lek opioidowy, tak aby uzyskać zadowalającą anestezję. Można także wykonać i przeprowadzić znieczulenie wziewne z użyciem sewofluranu.

Kolonoskopia jest procedurą związaną z dużym dyskomfortem i znaczną impulsacją bólową, jednak rutynowo nie ma potrzeby instrumentacji dróg oddechowych. U dzieci najczęściej przeprowadza się ten zabieg w głębokiej sedacji z zachowanym własnym oddechem pacjenta [55].

Znieczulenie dzieci w stanach nagłych

Dzieci w stanie zagrożenia życia, wymagające pilnej interwencji chirurgicznej i znieczulenia, mogą trafić do szpitala najbliższego położonego od miejsca zdarzenia, który może nie dysponować w pełni wyposażonym zapleczem ani chirurgicznym, ani anestezjologicznym przeznaczonym dla pacjentów pediatrycznych.

Niemniej znajomość podstawowych zasad dotyczących stabilizacji i znieczulenia dziecka w stanie zagrożenia życia powinna obowiązywać każdego anestezjologa, zwłaszcza gdy konieczne jest przeprowadzenie pilnego zabiegu i znieczulenia ze wskazań nieplanowych, zdefiniowanych jako natychmiastowe, nagłe czy przyspieszone. Najczęściej dotyczy to dzieci po urazach wymagających pilnej interwencji chirurgicznej. Inną grupą są pacjenci z zaburzeniami drożności dróg oddechowych z powodu stanu zapalnego, ciała obcego, krwawień czy z zaburzeniami przytomności/świadomości, spowodowanymi na przykład niewydolnością układu zastawkowo-komorowego. Pacjenci z tymi zaburzeniami często są ocenieni na III E według ASA (ASA III E; *emergence*) lub wyżej. Z kolei dzieci z rozpoznaniem ostrego zapalenia wyrostka robaczkowego, łagodną niedrożnością i/lub perforacją przewodu pokarmowego, skrętem jądra lub jajnika – w przypadku braku istotnych chorób współistniejących – mogą być ocenione na II E według ASA (ASA II E). Należy pamiętać, że dzieci i młodzież kwalifikowane do znieczulenia w stanach nagłych mogą stanowić nieheterogenną grupę, co wymusza zindywidualizowane postępowanie.

Przygotowanie zespołu medycznego i sprzętu do znieczulenia pacjenta pediatrycznego w trybie nieplanowym

W zdecydowanej większości przypadków istnieje możliwość przygotowania zespołu i sprzętu **przed przybyciem pacjenta**. Zasada ta dotyczy zarówno szpitalnego oddziału ratunkowego (SOR), jak i bloku operacyjnego. Należy zadbać o następujące zabezpieczenia:

- możliwość pomocy drugiego anestezjologa, drugiej pielęgniarki, laryngologa w przypadku potencjalnie trudnej intubacji, chirurga w celu wykonania ratunkowej torakostomii lub torakocentezy igłowej, lub torakotomii, ewentualnie zabezpieczenia zewnętrznych krwawień;
- przygotowanie kart/taśm pediatrycznych lub możliwość skorzystania z aplikacji na urządzenia mobilne [56, 57] w celu ustalenia prawidłowych wartości parametrów życiowych dla danego pacjenta i doboru odpowiedniego sprzętu oraz obliczenia dawek leków – zarówno stosowanych w trakcie znieczulenia, jaki i reanimacyjnych. Należy również przygotować sprzęt do alternatywnego udrażniania dróg oddechowych: bronchofibroskop, wideolaryngoskop. Trzeba pamiętać, że na przykład taśma Broselowa jest dokładna, ale korzystanie z niej wiąże się z tendencją do niedoszacowania masy ciała w populacjach z dużą częstością występowania otyłości. Dokładniejsze są systemy przeliczeń skorygowane do budowy ciała (np. Pawper);
- przygotowanie aparatu (do wykonania badania USG w punkcie opieki (POCUS – *point-of-care ultrasound*) – w celu rozpoznania/wykluczenia odmy, obrzęku płuc, płynu w opłucnej, tamponady osierdzia, oceny kurczliwości serca, rozpoznania krwawienia wewnętrznego oraz oszacowania stopnia wypełnienia łożyska naczyniowego [58];
- rozważenie przygotowania przenośnego aparatu RTG (ramienia C) na podstawie znajomości mechanizmu urazu;
- powiadomienie pracowni radiologii, serologii, laboratorium, transportu wewnątrzszpitalnego, jeśli nie wykonano tego wcześniej.

Przygotowanie pacjenta do znieczulenia w trybie nieplanowym

Po przybyciu pacjenta do szpitala przede wszystkim trzeba wykluczyć sytuacje bezpośrednio zagrażające życiu, takie jak: niedrożność dróg oddechowych, odma opłucnowa, przężna, masywny krwotok zewnętrzny, tamponada worka osierdziowego. Jeśli interwencje przeprowadził zespół SOR, to przed przystąpieniem do znieczulenia ogólnego należy potwierdzić, czy nie jest konieczna ponowna interwencja.

Ogólną zasadą jest dążenie do maksymalnej stabilizacji stanu pacjenta **przed przystąpieniem do transportu lub znieczulenia**.

Zasadę „załaduj i jedź” stosuje się w wyjątkowych sytuacjach, w których uzyskanie poprawy jest możliwe wyłącznie w szpitalu specjalistycznym, lub ze względu na brak natychmiastowej interwencji chirurgicznej, co może doprowadzić do znacznego pogorszenia stanu pacjenta ze zgonem włącznie. Nawet w takiej sytuacji nie zwalnia to z obowiązku badania pacjenta, zabezpieczenia podstawowych funkcji życiowych i próby stabilizacji jego stanu [59].

Postępowanie według schematu ABCDE

Przygotowanie do znieczulenia ułatwia, stosowany powszechnie w medycynie ratunkowej, schemat ABCDE. Istotne jest to, że wiele z poniższych czynności wykonuje się równocześnie, a schemat pozwala zapamiętać wszystkie składowe.

A – airway – drogi oddechowe

W stanach nagłych, zwłaszcza jeśli przewiduje się transport lub zabieg chirurgiczny, konieczne jest zabezpieczenie dróg oddechowych za pomocą intubacji

(tab. 28). Intubację zawsze należy wykonać po przygotowaniu/stabilizacji pacjenta [59, 60]. Jedynym wyjątkiem jest niedrożność dróg oddechowych i brak możliwości uzyskania drożności innymi metodami. W szczególności:

- zawsze trzeba mieć przygotowaną większą ilość sprzętu niż wynikająca z masy ciała lub wieku pacjenta pediatrycznego;
- w stanach nagłych może być uzasadnione zastosowanie rurki z mankietem w rozmiarze o jeden mniejszym od przewidywanego na wypadek wystąpienia trudności w intubacji;
- należy monitorować ciśnienie w mankiecie i dostosować je odpowiednio do zaleceń producenta (zwykle < 20–25 cm H₂O);
- zaleca się intubację przez usta, chyba że osoba intubująca ma wprawę w intubacji przez nos oraz nie ma przeciwwskazań do intubacji przez nos, takich jak podejrzenie złamania podstawy czaszki lub koagulopatie;
- po intubacji należy bardzo dokładnie umocować rurkę intubacyjną;
- u dzieci z podejrzeniem urazu odcinka szyjnego kręgosłupa należy unikać nadmiernego odchylania głowy i intubować w dwie osoby, przy czym druga ręcznie stabilizuje głowę w linii (MILS – *manual in-line stabilisation*);
- obecnie nie zaleca się rutynowego stosowania sztywnego kołnierza ortopedycznego, gdyż może on powodować problemy z udrożnieniem dróg oddechowych lub utrudniać perfuzję mózgu (ucisk na naczynia);
- jeśli to możliwe, aby zapobiec wtórnym urazom kręgosłupa szyjnego, należy minimalizować ruch całego kręgosłupa;
- po zaintubowaniu pacjenta należy założyć przez nos cewnik dożołądkowy w celu odbarczenia treści;

Tabela 28. Wskazania do intubacji w stanach nagłych

Schemat	Wskazanie
A	Brak zapewnionych drożności i ochrony dróg oddechowych
B	Niewydolność oddechowa
C	Zmniejszenie zużycia i optymalizacja dostarczania tlenu (np. sepsa, wstrząs kardiogeny)
D	4 pkt w części ruchowej GCS lub 8 pkt w całościowej GCS, lub niższe wartości wskazujące na poziom przytomności, przy którym prawdopodobnie nie są zachowane odruchy obronne dróg oddechowych. Ponadto lekooporny stan drgawkowy (wykluczyć hiponatremię i hipoglikemię!), ochrona przed wtórnym uszkodzeniem mózgu
Inne	Konieczność przeprowadzenia zabiegu operacyjnego, transport do innego szpitala

- w przypadku przeciwwskazań takich samych jak do intubacji przez nos cewnik należy założyć przez usta;
- nie wolno dopuścić do niedrożności rurki intubacyjnej z powodu zalegającej treści w drogach oddechowych (np. w wyniku aspiracji).

B – *breathing* – oddychanie/wentylacja

Wentylacja po zaintubowaniu tchawicy musi być dostosowana do jego masy ciała i ewentualnych urazów płuc. Właściwą wstępną wartością docelową powinna być objętość oddechowa wynosząca 6–8 ml/kg idealnej m.c.⁻¹, z uwzględnieniem przestrzeni martwej (aparatu). Konieczne jest sprawdzanie, czy nie doszło do wystąpienia odmy prężnej, a ponadto:

- nie wolno pozostawić zaintubowanego dziecka z oddechem spontanicznym przez rurkę intubacyjną;
- należy rozważyć stosowanie stetoskopu przedsercowego/przelykowego w trakcie trwania znieczulenia;
- obowiązkowe jest stosowanie kapnografii i utrzymanie normokapnii.

C – *circulation* – krążenie + leki

Jeśli personel przedszpitalny lub personel SOR nie założył pacjentowi dostępu dożylnego, to należy to zrobić bezzwłocznie przed znieczuleniem. W przypadku braku możliwości uzyskania dostępu dożylnego trzeba jak najszybciej założyć dostęp doszpikowy (w ciągu 5 min lub po 2 nieudanych próbach założenia dostępu obwodowego), który można wykorzystywać do momentu stabilizacji i uzyskania dostępu dożylnego (najlepiej do żyły centralnej). Następnie należy:

- pobrać krew do badań podstawowych (równowaga kwasowo-zasadowa, mleczany, morfologia, układ krzepnięcia włącznie ze stężeniem fibrynogenu, jonogram, badania biochemiczne) oraz oznaczenia grupy krwi i wykonania próby krzyżowej;
- w przypadku krwawienia zamówić preparaty krwio pochodne;
- poinformować laboratorium, jaki rodzaj próbki krwi będzie przekazany do badania (krew tętnicza, żylna, kapilarna, szpik), gdyż w większości przypadków analizator parametrów krytycznych nie umożliwia wykonania badania gazometrycznego ze szpiku;
- w przypadku wstrząsu niekardiogennego rozpocząć **resuscytację płynową** w bolusach

zbilansowanych (zrównoważonych) płynów krystaloidów, niezawierającego glukozy, o objętości 10 ml/kg m.c.⁻¹. Po każdym bolusie należy ocenić skuteczność resuscytacji płynowej, a w przypadku braku odpowiedzi na płynoterapię włączyć leki wazoaktywne;

- w przypadku wstrząsu krwotocznego ograniczyć stosowanie bolusów krystaloidów do minimum (maks. 20 ml/kg m.c.⁻¹) i jak najszybciej zastosować **preparaty krwio pochodne** (koncentrat krwinek czerwonych w połączeniu z osoczem i koncentratem płytek krwi) [54];
- w przypadku masywnego krwawienia i jednoczesnego braku odpowiednio dobranych preparatów dla pacjenta należy przetaczać krew uniwersalną grupy O Rh minus i/lub świeżo mrożone osocze grupy AB;
- jak najszybciej wdrożyć **leczenie przeciwbólowe**, jeśli nie wykonano tego wcześniej;
- u dzieci z niewydolnością krążenia, których stan kliniczny nie poprawił się mimo powtarzanych bolusów płynu, wcześniej zastosować **leki wazoaktywne** w ciągłym wlewie i kontynuować to w czasie znieczulenia. Lekiem obkurczającym naczynia krwionośne z wyboru jest noradrenalina lub adrenalina (0,01–0,05 µg/kg m.c. min⁻¹). Lek inotropowy rozszerzający naczynia to dobutamina (5–10 µg/kg m.c. min⁻¹) lub milrinon (0,4–0,7 µg/kg m.c. min⁻¹), który – w przeciwieństwie do dobutaminy – nie powoduje tachykardii. Użycie dopaminy jest dopuszczalne w przypadku braku dostępności zarówno adrenaliny, jak i noradrenaliny [60, 61];
- u dzieci we wstrząsie kardiogenym rozważyć zastosowanie leków moczopędnych.

W niektórych sytuacjach albuminy co najmniej dorównują krystaloidom pod względem wyników leczenia, ale z powodu wysokich kosztów powinny być traktowane jako płyn drugiego rzutu.

Kortykosteroidy w dawce stresowej można rozważyć u dzieci ze wstrząsem septycznym, które nie reagują na płyny i wymagają (umiarkowanych do dużych dawek) leków wazoaktywnych, niezależnie od jakichkolwiek parametrów biochemicznych lub innych. W takich sytuacjach zaleca się podać hydrokortyzonu [59–61].

D – *disability* – stan neurologiczny

Przed przestąpieniem do znieczulenia należy ocenić stan neurologiczny pacjenta w (pediatrycznej) Skali

Glasgow (GCS – *Glasgow Coma Scale*) lub części ruchowej tej skali. Należy ocenić źrenice (średnicę, symetrię i reakcję na światło), oznaczyć stężenie glukozy oraz zapoznać się z wynikiem badania TK/MR głowy, jeśli zostało wykonane.

E – exposure – ekspozycja

Jeśli zespół ratownictwa medycznego lub zespół SOR nie przekazał odnośnych informacji, to należy dokładnie zbadać pacjenta w celu wykrycia ewentualnych potencjalnych urazów/złamań. Konieczne jest zabezpieczenie dziecka przed utratą ciepła.

Premedykacja

Premedykacja zwykle nie jest zalecana.

Wprowadzenie do znieczulenia

Każdego pacjenta pediatrycznego w stanie zagrożenia życia wymagającego pilnej interwencji chirurgicznej i znieczulenia ogólnego należy traktować jak pacjenta z pełnym żołądkiem. O ile jest to możliwe, o tyle należy zastosować preoksygenację bierną – u dzieci z zaburzeniami drożności górnych dróg oddechowych jest to możliwe w pozycji siedzącej. To jedyna sytuacja, w której z wyboru stosuje się indukcję wziewną sewofluranem w 100-procentowym tlenie, po wcześniejszym uzyskaniu dostępu dożylnego. We wszystkich innych przypadkach u dzieci z pełnym żołądkiem stosuje się indukcję dożylną, ewentualnie dożypikową. Intubacja jest postępowaniem z wyboru. Zasady znieczulania dziecka z pełnym żołądkiem opisano w części ogólnej [62].

Do indukcji znieczulenia we wstrząsie o niewielkim nasileniu lekiem z wyboru jest ketamina, lecz nawet w przypadku jej zastosowania możliwa jest nieprzewidywana dekompensacja układu krążenia. Dzieciom starszym można podać etomidat. U dzieci stabilnych hemodynamicznie z pełnym żołądkiem zaleca się propofol, a do zwiótczenia mięśni – rokuronium lub w wyjątkowych sytuacjach – chlorsukcynylocholinę. Należy przy tym pamiętać o bezwzględnych przeciwwskazaniach do stosowania chlorsukcynylocholiny, takich jak: dystrofia mięśniowa (Beckera albo DMD), ciężka choroba nerwowo-mięśniowa (np. ciężkie mózgowe porażenie dziecięce), więcej niż 48–72 godz. od oparzenia, obrażenia wielonarządowe lub ostre uszkodzenie rdzenia kręgowego, uraz zmiżdżeniowy

z rabdomiolizą, dodatni wywiad rodzinny w kierunku hipertermii złośliwej, nasiloną hiperkaliemię [63].

Podtrzymanie znieczulenia

U pacjentów zakwalifikowanych, jak powyżej, do grupy III lub obciążonej wyższym ryzykiem według klasyfikacji ASA (ASA III), zwłaszcza w ciężkim stanie wyjściowym lub przed rozległym zabiegiem operacyjnym, warto po indukcji znieczulenia i ustabilizowaniu stanu pacjenta, założyć dostęp dotętniczy w celu inwazyjnego pomiaru ciśnienia tętniczego, cewnik do żyły centralnej (oba najlepiej pod kontrolą USG) oraz cewnik do pęcherza moczowego. Do rozważenia pozostaje stosowanie mało-inwazyjnego pomiaru rzutu serca.

Trzeba unikać nadmiernej podaży płynów, ale w oczekiwaniu na ostateczne zabezpieczenie krwawień należy zapewnić pacjentowi odpowiednią perfuzję tkankową. Permisywną hipotensję [średnie ciśnienie tętnicze (MAP – *mean arterial pressure*) na poziomie 5. centyla dla wieku] można rozważać wyłącznie u dzieci, u których nie ma ryzyka towarzyszącego urazu mózgu. U tych ostatnich grozi ona obniżeniem mózgowego ciśnienia perfuzyjnego.

U dzieci z grupy I lub II według klasyfikacji ASA, stabilnych krążeniowo i oddechowo, zakwalifikowanych na przykład do apendektomii, wystarcza standardowe monitorowanie.

W podtrzymaniu znieczulenia u dziecka w stanie ciężkim stosuje się znieczulenie złożone: leki opioidowe, anestetyki wziewne w mieszaninie tlenu z powietrzem, miareczkowane zależnie od ciśnienia tętniczego oraz niedepolaryzujące środki zwiótczające. Ponadto konieczne jest utrzymanie normoksemii i normokapnii (z wyjątkiem sytuacji nagłego wzrostu ciśnienia śródczaszkowego grożącego wklonowaniem, w której przejściowo wskazana jest hiperwentylacja).

W stanach nagłych u dzieci w ciężkim stanie anestezję regionalną stosuje się rzadko, niekiedy dopiero w okresie pooperacyjnym. Wtedy możliwe jest również zastosowanie ciągłej analgezji regionalnej.

Każdemu dziecku po ciężkim urazie, które wymagało transfuzji preparatów krwiopochodnych, należy jak najszybciej podać kwas traneksamowy (TxA – *tranexamic acid*), w czasie 3 pierwszych godzin po urazie i/ lub wystąpieniu ciężkiego krwawienia. Dawka wstępna to 15–20 mg kg m.c.⁻¹ (maks. 1 g), a następnie wlew 2 mg kg m.c. godz.⁻¹ przez co najmniej 8 godz. lub do ustąpienia krwawienia (maks. 1 g) [64].

Ponadto w trakcie znieczulenia należy zabezpieczyć pacjenta przed utratą ciepła lub aktywnie go ogrzewać. Należy monitorować temperaturę centralną i obwodową (optymalna różnica nie powinna $> 1^{\circ}\text{C}$). U dzieci we wstrząsie istnieje podwyższone ryzyko śródoperacyjnego wybudzenia, dlatego zaleca się monitorowanie głębokości znieczulenia.

Wybudzenie

Dzieci w ciężkim stanie zwykle nie wybudza się bezpośrednio po zabiegu, a kontynuuje leczenie na oddziałach intensywnej terapii lub intensywnej opieki pooperacyjnej. Jeżeli celem zabiegu operacyjnego

jest wstępne ustabilizowanie pacjenta pediatrycznego (np. opanowanie krwawienia), to przewiezienie pacjenta do ośrodka specjalistycznego powinno się odbyć odpowiednio przygotowanym transportem medycznym przeznaczonym do przewożenia pacjentów pediatrycznych (tab. 29).

W sytuacjach szczególnych konieczne może okazać się zastosowanie pozaustrojowych technik podtrzymywania funkcji narządów (ECLS – *extracorporeal life support*) (np. wstrząs septyczny oporny na leczenie, kardiomiopatia albo zapalenie mięśnia sercowego z opornym na leczenie zespołem małego rzutu, ciężka hipotermia, zatrucie lekami upośledzającymi kurczliwość mięśnia sercowego).

Tabela 29. Lista kontrolna przed transportem/znieczuleniem

Lista	Opis	Status
Monitorowanie	Podstawowe parametry: SpO_2 , EKG, BP, EtCO_2 , temperatura	Tak/Nie
Sprzęt + leki	Ssak + cewniki do odsysania, mocowanie rurki intubacyjnej, sprzęt do wentylacji: maski twarzowe, worek samorozprężalny lub samonapełniający się, rurki intubacyjne, prowadnice, co najmniej dwa laryngoskopy z różnymi rozmiarami łopatek, maski krtaniowe	Tak/Nie
	Źródło tlenu i respirator (ustawienia wstępne: FiO_2 takie, by SpO_2 93%, takie dodatnie ciśnienie wdechowe, by uzyskać widoczny ruch klatki piersiowej, PEEP min. 5 cm H_2O , f – fizjologiczna dla wieku)	Tak/Nie
	Pompy infuzyjne	Tak/Nie
	Leki: ketamina/etomidat/tiopental/propofol, rokuronium/sukcynylocholina, sugammadex, fentanyl/morfina/remifentanyl/sufentanyl, midazolam, atropina, adrenalina, dobutamina, milrinon, (3-proc NaCl, 10% mannitol – dzieci z podwyższonym ciśnieniem śródczaszkowym)	Tak/Nie
	Zbilansowane płyny infuzyjne, dodatkowo 10% glukoza (1–2 ml kg m.c.^{-1} dożylnie w celu wyrównania hipoglikemii)	Tak/Nie
Pożądane parametry	$\text{SpO}_2 > 93\%$, EtCO_2 35–45 mm Hg (w uszkodzeniu płuc permisywna hiperkapnia), SBP min. $70 + 2 \times \text{wiek}$ (≤ 10 lat), potem 90 mm Hg	Tak/Nie
	Skuteczna sedacja (+ zwiotczenie)	Tak/Nie

EKG – badanie elektrokardiograficzne; EtCO_2 – końcowo-wydechowe stężenie dwutlenku węgla; f – częstość oddechów; FiO_2 (*fraction of inspired oxygen*) – ilość tlenu w mieszaninie oddechowej; NaCl – chlorek sodu; PEEP – (*positive and expiratory pressure*) – dodatnie ciśnienie końcowo-wydechowe; SBP (*systolic blood pressure*) – skurczowe ciśnienie tętnicze; SpO_2 – saturacja krwi (wysycenie hemoglobiny tlenem)

Piśmiennictwo

1. Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 20 lutego 2024 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie standardu organizacyjnego opieki zdrowotnej w dziedzinie anestezjologii i intensywnej terapii. *Dz.U.* 2024, poz. 332.
2. Rove KO, Edney JC, Brockel MA. Enhanced recovery after surgery in children: promising, evidenced-based multidisciplinary care. *Paediatr Anaesth.* 2018; 28(6): 482–492. doi: 10.1111/pan.13380.
3. Habre W, Disma N, Virag K, Becke K et al.; APRICOT Group of the European Society of Anaesthesiology Clinical Trial Network. Incidence of severe critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. *Lancet Respir Med.* 2017; 5(5): 412–425. doi: 10.1016/S2213-2600(17)30116-9.
4. Frykholm P, Disma N, Andersson H, Beck C et al. Pre-operative fasting in children: a guideline from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care. *Eur J Anaesthesiol.* 2022; 39(1): 4–25 doi: 10.1097/EJA.0000000000001599.
5. Mellado-Cairel P, Hafre C, Sejourne E, Robel L. Behavioral training and mirroring techniques to prepare elective anesthesia in severe autistic spectrum disorder patients: An illustrative case and review. *Paediatr Anaesth.* 2019; 29(3): 226–230. doi: 10.1111/pan.13566.
6. Ryu J-H, Park J-W, Nahm FS, Jeon Y-T et al. The effect of gamification through a virtual reality on preoperative anxiety in pediatric patients undergoing general anesthesia: a prospective, randomized, and controlled trial. *J Clin Med.* 2018; 7(9): 284. doi: 10.3390/jcm7090284.
7. Zhang G, Xin L, Yin, Q. Intranasal dexmedetomidine vs. oral midazolam for premedication in children: a systematic review and meta-analysis. *Front Pediatr.* 2023; 11: 1264081. doi: 10.3389/fped.2023.1264081. eCollection 2023.
8. Eaddy N, Watene C. Perioperative management of fluids and electrolytes in children. *BJA Education.* 2023; 23(7): 273–278. doi: 10.1016/j.bjae.2023.03.006.
9. Sumpelmann R, Becke K, Brenner S. Perioperative intravenous fluid therapy in children: guidelines from the Association of the Scientific Medical Societies in Germany. *Paediatr Anaesth.* 2017; 27: 10–18. doi: 10.1111/pan.13007.
10. Andropoulos DB, Gregory GA, eds. Gregory's pediatric anesthesia. 6th ed. John Wiley & Sons Ltd., Chichester 2020.
11. Bartkowska-Śniatkowska A. Znieczulenie dzieci. In: Owczuk R, ed. *Anestezjologia i intensywna terapia*. PZWL, Warszawa 2021: 199–216.
12. Tałałaj M. Znieczulenie dzieci i młodzieży – zasady postępowania anestezjologicznego. In: Jakubów P, Tałałaj M, eds. *Znieczulenie dzieci i młodzieży – zasady postępowania anestezjologicznego*. UMB, Białystok 2021: 36.
13. Roberts S, ed. *Paediatric anaesthesia*. OUP, Oxford 2019: 106–107.
14. Walas W, Aleksandrowicz D, Borszewska-Kornacka MK, Gaszyński T et al. Unanticipated difficult airway management in children: the consensus statement of the Paediatric Anaesthesiology and Intensive Care Section and the Airway Management Section of the Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy and the Polish Society of Neonatology. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2017; 49(5): 336–349. doi: 10.5603/AIT.2017.0079.
15. Liu Y, Lee-Archer P, Sheridan NM, Seglenieks R et al.. Nitrous oxide use in Australian health care: strategies to reduce the climate impact. *Anesth Analg.* 2023; 137(4): 819–829. doi: 10.1213/ANE.0000000000006620.
16. Ali M, Munger K, Haines A, Rezac L, Yoon E. Use of nitrous oxide for minimal sedation in pediatric outpatients: a survey analysis of patient experience and parent-guardian satisfaction. *SD Med.* 2022; 75(3): 109–113.
17. Poonai N, Creene X, Dobrowlanski, Geda R A et al. Inhaled nitrous oxide for painful procedures in children and youth: a systematic review and meta-analysis. *CJEM.* 2023; 25(6): 508–528. doi: 10.1007/s43678-023-00507-0.
18. Gonzalez-Pizarro P, Brazzi L, Koch S, Trinks A et al. European Society of Anaesthesiology and intensive care consensus document on sustainability: 4 scopes to achieve a more sustainable practice. *Eur J Anaesthesiol.* 2024; 41(4): 260–277. doi: 10.1097/EJA.0000000000001942.
19. Absalom A, Struys MMRF. *Znieczulenie TIVA-TCI*. Wyd. 1. Wydawnictwo Makmed, Lublin 2020.
20. Glenski TA, Levine L. The implementation of low-flow anesthesia at a tertiary pediatric center: a quality improvement initiative. *Paediatr Anaesth.* 2020; 30(10): 1139–1145. doi: 10.1111/pan.13994.
21. Nasr V, Emmanuel J, Deutsch N. Carbon monoxide re-breathing during low-flow anaesthesia in infants and children. *Br J Anaesth.* 2010; 105(6): 836–841. doi: 10.1093/bja/aeq271.
22. Valla FV, Tume LN, Jotterand Chaparro C, Arnold P et al. Gastric point-of-care ultrasound in acutely and critically ill children (POCUS-ped): a scoping review. *Front Pediatr.* 2022; 10: 921863. doi: 10.3389/fped.2022.921863.
23. Engelhardt T. Rapid sequence induction has no use in pediatric anesthesia. *Paediatr Anaesth.* 2015; 25(1): 5–8. doi: 10.1111/pan.12544.
24. Neuhaus D, Schmitz A, Gerber A, Weiss M. Controlled rapid sequence induction and intubation: an analysis of 1001 children. *Paediatr Anaesth.* 2013; 23(8): 734–740. doi: 10.1111/pan.12213.
25. Campbell RL, Shetty NS, Shetty KS, Pope HL, Campbell JR: pediatric dental surgery under general anesthesia: uncooperative children. *Anesth Prog.* 2018; 65(4): 225–230. doi: 10.2344/anpr-65-03-04.
26. Puri S, Kapur A, Mathew PJ. General anesthesia for dental procedures in children: a comprehensive review. *J Postgrad Med Educ Res.* 2022; 56(1): 29–33. doi: 10.5005/jp-journals-10028-1555.
27. Świątkowska A, Świątkowska-Bury M. Sedacja w stomatologii – aktualne wytyczne anestezjologiczne. *Nowa Stomatol.* 2020; 25(3): 82–92. doi: 10.25121/NS.2020.25.3.82.
28. Bartella AK, Lechner C, Kamal M, Steegmann J et al. The safety of paediatric dentistry procedures under general anaesthesia. A five-year experience of tertiary care center. *Eur J Paediatr Dent.* 2018; 19(1): 44–48. doi: 10.23804/ejpd.2018.19.01.08.

29. Becke K. Anesthesia for ORL surgery in children. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* 2014; 13 Doc04. doi: 10.3205/cto000107. eCollection 2014.
30. Sengupta S, Bhattacharya P, Nag DS, Saha N. Search for the ideal route of premedication in children... far from over? *Indian J. Anaesth.* 2022; 66(Suppl 4): S188–S192. doi: 10.4103/ija.ija_415_22.
31. Czarnetzki C, Elia N, Lysakowski C, Dumont L et al. Dexamethazone and risk of nausea and vomiting and postoperative bleeding after tonsillectomy in children: a randomized trial. *JAMA* 2008; 300(22): 2621–2630. doi: 10.1001/jama.2008.794.
32. Yu H., Sun X., Li P, Deng X. Prevalence and risk factors of emergence agitation among pediatric patients undergo ophthalmic and ENT Surgery: a cross-sectional study. *BMC Pediatr.* 2023; 23(1): 598. doi: 10.1186/s12887-023-04434-y.
33. Garin C. Enhanced recovery after surgery in pediatric orthopedics (ERAS-PO). *Orthop Traumatol Surg Res.* 2020; 106 (1S): S101–S107. doi: 10.1016/j.otsr.2019.05.012.
34. Manowska M, Bartkowska-Śniatkowska A, Zielińska M, Kobylarz K et al. The consensus statement of the Paediatric Section of the Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy on general anaesthesia in children under 3 years of age. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2013; 45(3): 119–133. doi: 10.5603/AIT.2013.0027.
35. Bartkowska-Śniatkowska A, Zielińska M, Cettler M, Kobylarz K et al. The consensus statement of Paediatric Section of the Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy on general anaesthesia in children over 3 years of age. Part II. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2016; 48(2): 79–88. doi: 10.5603/AIT.2016.0023.
36. Bina K, Ronya L, Henric N, Moukoko D. Pediatric fracture reduction in the emergency department. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2022; 108(1S): 103155. doi: 10.1016/j.otsr.2021.103155.
37. Koucheiki R, Koyle M, Ibrahim GM, Nallet J, Lebel DE. Comparison of interventions and outcomes of enhanced recovery after surgery: a systematic review and meta-analysis of 2456 adolescent idiopathic scoliosis cases. *Eur Spine J.* 2021; 30(12): 3457–3472. doi: 10.1007/s00586-021-06984-0.
38. Fung A, Wong P. Anaesthesia for scoliosis surgery. *Anaesth Intensive Care Med.* 2023; 24(12): 744–750.
39. Sim NYW, Chalkiadis GA, Davidson AJ, Palmer GM. A systematic review of the prevalence of chronic postsurgical pain in children. *Paediatr Anaesth.* 2024; 34(8): 701–719. doi: 10.1111/pan.14918.
40. Martin S, Baines D, Holtby H, Carr AS. Guidelines in prevention of post-operative vomiting in children. The Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain & Ireland 2016; <https://www.apagbi.org.uk/sites/default/files/inline-files/2016%20APA%20POV%20Guideline-2.pdf> (dostęp: 8.07.2025).
41. Donatiello V, Alfieri A, Napolitano A, Maffei V et al. Opioid sparing effect of intravenous dexmedetomidine in orthopaedic surgery: a retrospective analysis. *J Anesth Analg Crit Care.* 2022; 2(1): 49. doi: 10.1186/s44158-022-00076-1.
42. Wang XX, Dai J, Dai L, Guo HJ et al. Caudal dexmedetomidine in pediatric caudal anesthesia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore).* 2020; 99(31): e21397. doi: 10.1097/MD.00000000000021397. PMID: 32756133.
43. Lee CS, Merchant S, Chidambaram V. Postoperative pain management in pediatric spinal fusion surgery for idiopathic scoliosis. *Paediatr Drugs.* 2020; 22(6): 575–601. doi: 10.1007/s40272-020-00423-1.
44. Heath C, Hii J, Thalayasingam P, von Ungern-Sternberg BS, Sommerfeld D. Perioperative intravenous lidocaine use in children. *Paediatr Anaesth.* 2023; 33(5): 336–346. doi: 10.1111/pan.14608.
45. Bas JL, Bas P, Bonilla F, Mariscal G et al. Efficacy of perioperative gabapentin use in patients with idiopathic scoliosis undergoing fusion surgery: a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J.* 2023; 32(7): 2521–2532. doi: 10.1007/s00586-023-07764-8.
46. Lewis H, James I. Update on anaesthesia for paediatric ophthalmic surgery. *BJA Educ.* 2021; 21(1): 32–38. doi: 10.1016/j.bjae.2020.09.002.
47. Anker R, Kaur N. Regional anaesthesia for ophthalmic surgery *BJA Educ.* 2017; 17(7): 221–227. doi: 10.1093/bjaed/mkw078.
48. Farkouh A, Frigo P, Czejka M. Systemic side effects of eye drops: a pharmacokinetic perspective. *Clin Ophthalmol.* 2016; 10: 2433–2431. doi: 10.2147/OPTH.S118409. eCollection 2016.
49. Sinha R, Ranjom Ray B. Anesthesia for ophthalmic procedures. In: Dhayagude SH, Dave NM, eds. Principles and practice of pediatric anesthesia. JP Medical Publishers, New Delhi. 1st ed. 2016: 258–270.
50. Vachon CA, Warner DO, Bacon DR. Succinylcholine and the open globe. Tracing and Teaching. *Anesthesiology.* 2003; 99(1): 220–223. doi: 10.1097/00000542-2003070000-00033.
51. Arunakiranthan M, Pappmichael E, Hacking R. Use of suxamethonium in open eye injuries: a dilemma with explosive consequences. *Br J Hosp (Lond).* 2014; 75(7): 418. doi: 10.12968/hmed.2014.75.7.418.
52. Coté CJ, Wilson S; American Academy of Pediatrics; American Academy of Pediatric Dentistry. Guidelines for monitoring and management of pediatric patients before, during, and after sedation for diagnostic and therapeutic procedures. *pediatrics.* 2019; 143(6): e20191000. doi: 10.1542/peds.2019-1000.
53. Zielinska M, Bartkowska-Śniatkowska A, Becke K, Hohne C et al. Safe pediatric procedural sedation and analgesia by anesthesiologists for elective procedures: a clinical practice statement from the European Society for Pediatric Anesthesiology. *Paediatr Anaesth.* 2019; 29(6): 683–690. Doi: 10.1111/pan.13615.
54. Artunduaga M, Liu CA, Morin CE, Serai SD et al. Safety challenges related to the use of sedation and general anesthesia in pediatric patients undergoing magnetic resonance imaging examinations. *Paediatr Radiol.* 2021; 51(5): 724–735 doi: 10.1007/s00247-021-05044-5.
55. Damps M, Stołtny L, Siemek-Mitela J, Lekstan A et al. Comparison of propofol–ketamine versus propofol – remifentanyl in children anesthetized for gastroscopy. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2019; 51(4): 262–267. doi: 10.5114/ait.2019.88185.
56. <https://www.pedi-stat.com> (dostęp: 8.07.2025).
57. <https://www.thepedidose.com> (dostęp: 8.07.2025).
58. Singh Y, Tissot C, Fraga MV, Conlon T. Point-of-care ultrasound for the neonatal and pediatric intensivist. A practical guide on use of POCUS. Springer, Berlin 2023.

59. Dawes J, Ramnarayan P, Lutman D. Stabilisation and transport of the critically ill child. *JICS* 2014; 15(1): 34–42.
60. Weiss SL, Peters MJ, Alhazzawi W, Agus MSD et al. Surviving Sepsis Campaign International Guidelines for the management of septic shock and sepsis-associated organ dysfunction in children. *Ped Crit Care Med*. 2020; 21(2): e52–e106. doi: 10.1097/PCC.0000000000002198.
61. Van de Voordeb P, Turne NM, Dżakowd J, de Lucas D et al. Rozdział 10: Zabiegi resuscytacyjne u dzieci. In: Wytoczne resuscytacji 2021. Polska Rada Resuscytacji, Kraków. Wyd. I. 2022: 381–443.
62. Agrawal D, Torrey SB, Wiley JF. Rapid sequence intubation (RSI) in children for emergency medicine: approach literature review current through 2024. [https://www.uptodate.com/contents/rapid-sequence-intubation-rsi-in-children-for-emergency-medicine-approach?search=Rapid%20sequence%20intubation%20\(RSI\)%20in%20children%20for%20emergency%20medicine%3A%20approach%20literature%20review%20current%20through&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1](https://www.uptodate.com/contents/rapid-sequence-intubation-rsi-in-children-for-emergency-medicine-approach?search=Rapid%20sequence%20intubation%20(RSI)%20in%20children%20for%20emergency%20medicine%3A%20approach%20literature%20review%20current%20through&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1) (dostęp 25.08.2024).
63. Disma N, Asai T, Cools E, Cronin A et al; and airway guidelines groups of the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care (ESAIC) and the British Journal of Anaesthesia (BJA). Airway management in neonates and infants: European Society of Anaesthesiology and Intensive Care and British Journal of Anaesthesia joint guidelines. *Eur J Anaesthesiol*. 2024; 41(1): 3–23. doi: 10.1097/EJA.0000000000001928.
64. Russell RT, Esparaz JR, Beckwith MA, Abraham PJ et al. Pediatric traumatic hemorrhagic shock consensus conference recommendations. *J Trauma Acute Care Surg*. 2023; 94(1S Suppl 1): S2–S10. doi: 10.1087/TA.0000000000003805.



**POLSKIE TOWARZYSTWO
ANESTEZJOLOGII I INTENSYWNEJ
TERAPII**