

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

Кафедра детской анестезиологии и реаниматологии

**ПРИНЦИПЫ СОВРЕМЕННОГО МОНИТОРИНГА В
АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И НЕОТЛОЖНОЙ ТЕРАПИИ У ДЕТЕЙ**

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано учебно-методическим объединением
в сфере дополнительного образования взрослых
по профилю образования «Здравоохранение»

Минск, БелМАПО
2021

УДК 616.08-039.35-07-053.2(075.9)

ББК 53.5я73

П 76

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия
НМС Государственного учреждения образования
«Белорусская медицинская академия последипломного образования»
от 28.12.2020 (протокол № 8)

Рекомендовано учебно-методическим объединением в сфере
дополнительного образования взрослых по профилю образования
«Здравоохранение» от 22 марта 2021 года (протокол № 1)

Авторы:

Кулагин А.Е., заведующий кафедрой детской анестезиологии и реаниматологии
ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»,
кандидат медицинских наук, доцент;

Волков В.И., доцент кафедры детской анестезиологии и реаниматологии ГУО
«Белорусская медицинская академия последипломного образования», кандидат
медицинских наук;

Миронов Л.Л., доцент кафедры детской анестезиологии и реаниматологии ГУО
«Белорусская медицинская академия последипломного образования», кандидат
медицинских наук, доцент;

Волошко Т.И., врач анестезиолог-реаниматолог УЗ «Минская городская детская
инфекционная клиническая больница».

Рецензенты:

Дегтярев Ю.Г., профессор кафедры детской хирургии УО «Белорусский
государственный медицинский университет», доктор медицинских наук

Кафедра анестезиологии и реаниматологии УО «Белорусский государственный
медицинский университет».

П 76 **Принципы** современного мониторинга в анестезиологии и
неотложной терапии у детей: учеб.-метод. пособие. / А.Е. Кулагин
[и др.]. – Минск : БелМАПО, 2021. – 40 с.

ISBN 978-985-584-565-3

В учебно-методическом пособии изложены современные представления о
необходимом контроле жизненно-важных функций и процессов организма
ребенка. С современных позиций рассмотрены показания, противопоказания,
преимущества и недостатки различных методов мониторинга.

Учебно-методическое пособие предназначено для слушателей,
осваивающих содержание образовательных программ: переподготовки по
специальностям «Анестезиология и реаниматология», «Неонатология»,
«Педиатрия»; повышения квалификации врачей-анестезиологов-
реаниматологов, врачей-педиатров, врачей-педиатров-неонатологов.

УДК 616.08-039.35-07-053.2(075.9)

ББК 53.5я73

ISBN 978-985-584-565-3

© Кулагин А.Е. [и др.], 2021

© Оформление БелМАПО, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|---------|
| Введение | 4 стр. |
| Причины анестезиологических осложнений..... | 7 стр. |
| Анестезиологические стандарты | 10 стр. |
| Системный мониторинг | 14 стр. |
| Мониторинг системы дыхания | 14 стр. |
| Кислород | 15 стр. |
| Пульсовая оксиметрия | 16 стр. |
| Транскутанный мониторинг кислорода | 18 стр. |
| Углекислый газ | 20 стр. |
| Мониторинг сердечно-сосудистой системы | 24 стр. |
| Системное артериальное давление | 24 стр. |
| Центральное венозное давление | 28 стр. |
| Электрокардиография | 31 стр. |
| Газовый состав артериальной крови | 32 стр. |
| Приложения 1, 2..... | 38 стр. |
| Рекомендуемая литература | 39 стр. |

ВВЕДЕНИЕ

Мониторинг – от латинского *monitor* – надзирающий, напоминающий, предупреждающий. Мониторинг – это процесс наблюдения за различными параметрами функционирования систем и органов организма, позволяющий проведение своевременной их регуляции и/или управления. Высокий уровень современной анестезиологии и интенсивной терапии отчасти связан с развитием аппаратуры контролирующей основные физиологические параметры пациента. Безопасность анестезиологического пособия остается одной из ведущих проблем специальности, что связано с высокой частотой анестезиологических осложнений.

Рассматривая проблемы мониторинга необходимо выделить несколько определений. **Стандарты** – общепризнанные принципы диагностики и терапии, которые могут рассматриваться как обязательные мероприятия. **Рекомендации** – лечебные и диагностические мероприятия, рекомендованные к использованию в конкретных клинических ситуациях. **Не рекомендуется** – лечебные и диагностические мероприятия, не имеющие положительного эффекта или способные нанести вред пациенту.

Одним из старейших стандартов мониторинга является так называемый Гарвардский стандарт мониторинга в операционной, внедренный в 1980-х годах: постоянная электрокардиография (ЭКГ), контроль артериального давления (АД) и пульса каждые 5 минут, контроль параметров вентиляции (аускультация, капнометрия или капнография, наблюдение за дыхательным мешком), контроль системы кровообращения (пульс – наполнение, напряжение, частота; кривая АД, пульсоксиметрия).

Виды мониторинга:

- клинический (наблюдение) – проводится непосредственно у койки пациента (цвет кожных покровов, влажность слизистых, симптом «бледного пятна», аускультация и т.д.) – фиксируется в медицинской документации; позволяет оценить динамику состояния ребенка и предсказать прогноз;
- аппаратный / инструментальный (мониторы) – не инвазивный и инвазивный – позволяет оценить клиническое состояние ребенка в режиме реального времени и его динамику;
- лабораторный – общий анализ крови и мочи, биохимический анализ, КОС, анализ маркеров воспаления и т.д.

Помимо этого, можно выделить:

- дискретный мониторинг – периодический (измерение АД неинвазивным методом, контроль температуры тела с помощью обычной термометрии и т.д.);
- непрерывный – в режиме on line (пульсоксиметрия, капнография, ЭКГ, измерение АД неинвазивным методом и т.п.)

Цели мониторинга:

- контроль состояния пациента – измерение необходимых параметров гомеостаза (ЧД, ЧСС, АД и т.д.);
- контроль терапевтических мероприятий – параметры гемодинамики при назначении кардиотонической терапии, параметров ИВЛ и т.п.;
- контроль окружающей среды – влажность и t° кювеза, температура операционной или палаты интенсивной терапии.

Требования к мониторингу

- измерять значимые для данного пациента параметры;
- полученные показатели должны иметь необходимую точность обеспечивающую правильность принятых решений;
- не должен зависеть от проводящего медперсонала – оператор-независимые методики;
- обеспечивать возможность быстрой оценки получаемых данных;
- информация должна обеспечивать возможность быстрого принятия решений;
- мониторинг не должен вызывать осложнений у пациента.

Одним из самых серьезных осложнений анестезиологического обеспечения остается **анестезиологическая смертность (АС) – показатель летальности, связанный с анестезиологическим пособием**. По данным литературы (*Daies u Strunin*) за последние 30 лет риск АС упал с 1 на 2680 до 1 на 10000 случаев анестезиологического пособия (АП). Исследования, проведенные во Франции, показали, что 1 из 8000 больных умирает в результате причин, связанных с АП, а в США, что 1 из 1300 больных умирает вследствие причин, частично связанных с АП. Уровень АС колеблется в различных странах: Франция 1:13000 (*Tiret L. et al.*, 1986), Великобритания 1:185000 (*Buck N., Devlin H.B., Lunn J.N.*, 1987), США 1:200000 (*Eichhorn J.H.*, 1989). Что касается педиатрической практики, то по данным *Murray J.P.* (2000) остановка кровообращения, связанная с анестезиологическим пособием, имела место в 1,4 случая на 10000 анестезий.

Наиболее частые причины, приводящие к АС или тяжелым церебральным нарушениям:

- технические неисправности аппаратуры;
- сопутствующие заболевания (особенно недооценка их тяжести);
- медикаментозная гиперчувствительность, передозировка и/или ошибки при введении медикаментов;
- артериальная гипотензия и/или кровопотеря;
- недостатки пред- и интраоперационного мониторинга;
- неадекватная предоперационная оценка;
- гипертермия, эмболии и др. осложнения;
- ошибки анестезиолога.

Оценка смертности проще определения **частоты осложнений** **АП**. Чаще всего частоту осложнений оценивают, как 1 на 100 анестезий, хотя по данным литературы по данному вопросу очень разнообразны – от 0,2 до 24%. Под **анестезиологическим осложнением (АО)** понимают: **ошибку анестезиолога или поломку оборудования, не обнаруженные вовремя и могущие привести или приводящие к нежелательным последствиям, начиная от продолжительной госпитализации и до летального исхода.**

Как показывает практика, большинство осложнений (до 70%) является результатом ошибок медицинского персонала (Cooper J.V., 1978, 1984, 1991). Поломки оборудования являются причиной 13–15% осложнений (зависят от степени оснащённости отделения и уровня подготовки врачей). Обращает на себя внимание однообразие ошибок. **Наиболее частые ошибки:** введение не того медикамента и отсоединение пациента от респиратора (до 13%). В другую группу выделены: нарушения проходимости дыхательных путей; интубация пищевода; аспирация желудочного содержимого; случайное включение или выключение испарителя анестетиков и/или их передозировка; неправильное соединение или прекращение подачи кислорода.

В вопросе насколько предотвратимы АО и АС единого мнения нет, но, по мнению различных исследователей (Cooper J.V., 1991; Eichorn J.H., Edsall D.M., 1991), половина смертей могла бы быть предотвращена. Частота предотвратимой смерти колеблется от 10% до 90%. Ряд авторов считает, что деление АО на предотвратимые и непротвратимые может способствовать росту числа анестезиологов, уличенных во врачебных ошибках. Многочисленные

исследования позволили убедиться, что анестезиологи, как и все люди, совершают ошибки и *только широкое использование мониторинга позволяет значительно повысить безопасность вмешательства.*

ПРИЧИНЫ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ

Наиболее частой причиной АО считается **неадекватная вентиляция** (до 50%), вследствие ошибочной интубации пищевода, разгерметизации дыхательного контура, перегиба или непроходимости эндотрахеальной трубки или шлангов, некорректно заданных параметров вентиляции либо неадекватной спонтанной или вспомогательной вентиляции.

Второй причиной часто отмечают **недостаточный поток вдыхаемой газовой смеси** или **дефицит в ней кислорода** (до 30%). Определенное значение имеют и другие причины:

- передозировка анестетика (относительная или абсолютная);
- своевременно невозмещенная кровопотеря и гиповолемия;
- аспирация желудочного содержимого;
- неправильный выбор метода АП;
- недостаточное наблюдение за больным во время и после операции;
- отсутствие преоксигенации;
- случайная или преждевременная экстубация трахеи;
- неисправность ларингоскопа;
- отсоединение капельницы от внутривенного катетера;
- неадекватная коррекция водно-электролитного баланса;
- неадекватная предоперационная оценка.

В среднем 4,3 ошибки на 1 больного могут привести к АС. Ошибки в анестезиологии – это обычно сложная цепь событий, которая может иметь множество причин. Поэтому нельзя допускать даже мелких ошибок, так как они могут спровоцировать ряд последствий, приводящих к АО. Основной причиной АО (70–90%) является **«человеческий фактор»** (Cooper J.B., 1984; Pierce E.C., 1986; Schreiber P., 1987).

Частые ошибки анестезиологов: незнание оборудования или методики анестезии; недостаточное обучение среднего и младшего персонала; недостаточная подготовка больного к АП; невнимательность; неправильная схема сбора дыхательного контура; невнимательная подготовка к началу АП. Ошибки происходят от усталости, скуки, недостаточной внимательности. По крайней мере, один из этих факторов обнаруживается в 70% выявленных

критических случаях. Поэтому очень важна поддержка ассистентов, которые могут предупредить анестезиолога об изменениях в состоянии пациента или неисправностях аппаратуры.

Анализ возникновения АО в зависимости от этапа операции показывает: до индукции происходит – 4% осложнений, во время индукции – 26%, начало оперативного вмешательства – 17%, середина операции – 42%, конец операции – 9%, после вмешательства – 3%.

Для снижения влияния «человеческого фактора» необходимо:

- проведение специального отбора специалистов;
- улучшение общей подготовки анестезиологов;
- улучшение обучения быстрому распознаванию опасных сигналов и правильной стратегии действий;
- необходимость постоянных особых пометок в анестезиологической карте (клинические параметры, используемые препараты);
- использование электронных и механических приспособлений (анализатор FiO_2 , EtCO_2 , устройство для определения разгерметизации);
- создание компьютерных мониторинговых систем и быстрое внедрение их в практику.

Более сложным моментом является сам характер работы анестезиологического персонала. **Анестезиологи** имеют немногочисленные межличностные контакты; мало общаются с больными до и после операции (нет удовлетворения от наблюдения за улучшением состояния пациента); утомительность и безличность работы способствуют рассеиванию внимания при длительных процедурах. Возможно, перечисленные причины способствуют и быстрому развитию синдрома эмоционального выгорания, что также отрицательно сказывается на работе.

Большинству анестезиологов присуще особое психоневрологическое состояние (Reeve P.E., 1980), выражающееся в эмоциональной нестабильности, погруженности в себя, чрезмерной осторожности, нерешительности и нерациональности вне работы, напряженности, ощущения постоянного расстройств планов. Исследование смертности среди анестезиологов показало, что она в 3–4 раза превышает смертность среди врачей других специальностей. Эти данные остаются актуальными и на сегодняшний день.

Для отбора специалистов разработаны **идеальные качества** для анестезиологов: академические способности; энтузиазм и энергичность; человечность; хорошее здоровье; психическая устойчивость; приверженность концепции членства бригады; чувство юмора и добросовестность. **Нежелательные качества** анестезиолога: рассеянность; высокомерие; небрежность, лживость и

неряшливость, забывчивость и упрямство; безответственность и лень; несносность и сварливость.

Основные моменты, снижающие АО, связанные с «человеческим фактором»: добавочное обучение с целью повышения квалификации практических анестезиологов; усиление надзора опытным анестезиологом над младшими; необходимость постоянных пометок в анестезиологической карте; усиление мониторинга за физиологическими параметрами пациента; более внимательная предоперационная подготовка пациента и оборудования; индивидуальный подбор АП для конкретного пациента с учетом имеющейся патологии.

Интересно отметить, хотя иски по поводу АО в США имеют небольшой процент (около 3% от всех исков по поводу врачебных ошибок), плата по этим искам, в период с 1975 по 1978 г. была на 96822 \$ выше, чем за хирургические. Вторыми по величине были иски за нейрохирургические и гинекологические ошибки. Как показывает статистика стоимость оборудования для обеспечения безопасности очень низка относительно потерь по искам. Для избежания АО **медицинской администрации необходимо** провести ряд мероприятий:

- включить анестезиологическое оборудование в программу периодического тестирования;
- документирование всех случаев поломки оборудования;
- дооперационной проверки всего оборудования анестезиологом;
- вовремя производить смену устаревшего анестезиологического и мониторного оборудования (считается, что 10 лет – максимально допустимое время безопасной работы наркозно-дыхательной аппаратуры);
- проводить текущие и итоговые конференции по АО и АС;
- установить стандарты для практикующих врачей;
- утвердить специальные протоколы, предписывающие персоналу стандартную последовательность действий;
- установить жесткие критерии допуска анестезиологического персонала к практической работе;
- обеспечить техническое обслуживание оборудования.

Роль высококлассного оборудования в работе анестезиолога-реаниматолога (собственный опыт) представлена в табл. 1

Т а б л и ц а 1

Некоторые критерии работы ОАИТР центра детской хирургии за 1992–1994

год

| № | Критерий | 1992 г | 1993 г | 1994 г |
|----|--------------------------------|--------|--------|--------|
| 1. | Количество пролеченных больных | 531 | 501 | 652 |
| 2. | Общая летальность в ОИТР ЦДХ | 12,8% | 7,5% | 3,8% |

| | | | | |
|----|------------------------------------|-----|-----|-----|
| 3. | Летальность в группе новорожденных | 52% | 48% | 22% |
| 4. | Летальность при атрезии пищевода | 92% | 83% | 37% |

Примечание: в течение 1993 году было произведено первое техническое переоснащение ОИТР, состав работающих специалистов практически не изменился.

АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ

Задачи, решаемые с помощью стандартов минимального мониторинга: снижение частоты инвалидизации и смерти пациентов в результате АО; использование коллективного опыта для предотвращения очень редких осложнений; обеспечение объективной эволюции стандартов; защита практиков от судебных исков, если доказана полная приверженность стандартам.

На данный момент нет точных данных указывающих, какие мониторы использовать. Факторами, принятыми во внимание, для определения оптимального стандартного набора мониторов, явились:

- наличие данных мониторов;
- цена и простота использования;
- минимальная физиологическая задержка ответа;
- регулируемая чувствительность;
- регулируемая специфичность;
- предсказуемость;
- стандартный монитор должен оказывать разумную помощь.

Стандарты должны быть реалистичными и достижимыми для среднего практика. Главное внимание постоянному мониторингу вентиляции и оксигенации, лучше всего этой цели служит капнография и пульсоксиметрия. *Оптимальная характеристика мониторной системы (Philip J.H., Raemer D.V., 1985):*

- эффективность – способность системы быстро определять текущее состояние пациента и оценивать его динамику.
- неинвазивность – минимизация риска самого мониторинга; различают *6 степеней неинвазивности*:
 - абсолютно неинвазивный (наблюдение);
 - неинвазивный (ЭКГ, забор газа из дыхательных путей);
 - умеренно неинвазивный (катетер в поверхностной вене);
 - умеренно инвазивный (канюля в артерии, катетер в легочной вене);
 - инвазивный (проникновение в орган – внутричерепное давление);
 - абсолютно инвазивный (биопсия, аутопсия).

- управляемость – наличие оптимального взаимодействия в системе пациент-аппаратура-анестезиолог.
- экономичность – минимальные затраты.

Рассматривая вопрос о инвазивных методах мониторинга необходимо взвесить все аргументы за и против (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

За и против инвазивных методов мониторинга

| Аргументы за применение инвазивных методик | Главные аргументы против инвазивных методик |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ точность; ▪ возможность использования в широком патофизиологическом диапазоне; ▪ расширение наших патофизиологических представлений. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ достаточно высокий процент осложнений; ▪ высокая стоимость. |
| Главные аргументы за применение неинвазивных методик | Главные аргументы против неинвазивных методик |
| <ul style="list-style-type: none"> □ увеличение их точности в связи с техническим прогрессом; □ наличие информативного анализа динамических изменений (трендов) даже при низкой точности измерения показателей | <ul style="list-style-type: none"> □ чем «нефизиологичней» представляется ситуация с кровообращением, тем не нагляднее полученные данные; □ некоторые вновь разработанные методики не имеют достаточной зрелости для широкого клинического использования. |

Инвазивные методы мониторинга имеют высокую степень риска, поэтому, необходима **оценка отношения риск/польза** перед их использованием. Польза должна превышать наносимый в связи с применением выбранной методики ущерб. Инвазивный мониторинг используют у пациентов с высоким риском АП, у пациентов с низким риском его использование не целесообразно. Общей тенденцией в последние годы является переход на неинвазивные методы мониторинга. Поэтому, решая вопрос выбора: инвазивный или неинвазивный, следует ответить на 3 вопроса:

1. Оправдывает ли ценность информации полученной при применении инвазивной методике риск возможных осложнений?
2. Имеются ли все необходимые условия для быстрой и точной интерпретации полученных данных?

3. Имеется ли возможность для проведения немедленной терапевтической коррекции осложнений?

«Минимальный мониторинг стандарт» принятый Гарвардской медицинской школой был положен в основу общепринятого в настоящее время стандарта. Этот стандарт предписывают использовать при проведении любой анестезии, он может быть превышен по решению анестезиолога, но не уменьшен (в этом случае отметка в карте с обоснованием причин). Стандарты предназначены для поддержания высокого качества медобслуживания, но их *соблюдение не гарантирует от осложнений*.

Основным требованием стандарта является постоянное присутствие квалифицированного анестезиологического персонала при проведении общей анестезии. Единственное ограничение – наличие прямого риска радиации. Обязательное речевое дублирование назначений врача медицинской сестрой (анестезисткой) перед выполнением.

Стандарт предписывает **постоянное слежение за оксигенацией, вентиляцией, кровообращением и температурой** пациента:

1. Слежение за адекватностью FiO_2 и SaO_2 или PaO_2 (обязательное установление тревоги по нижнему уровню безопасности).
2. Адекватность вентиляции постоянно оценивается с помощью слежения за экскурсией грудной клетки; изменением объема дыхательного мешка и/или аускультацией; спирометрии или $EtCO_2$. При ИВЛ необходимо использовать устройство, определяющее разгерметизацию любой части дыхательного контура.
3. Постоянное отображение ЭКГ, измерение АД и частоты пульса (ЧСС) каждые 5 мин. использование добавочных методов оценки гемодинамики: пальпация пульса, аускультация сердца, инвазивный мониторинг АД, пульсовая плетизмография.
4. Измерение температуры тела необходимо у новорожденных, при намеренных изменениях или подозрении на изменение температуры, если вскрыта брюшная/грудная полость.

Объем мониторинга зависит от результатов предоперационного обследования, тяжести оперативного вмешательства, принятого «стандарта». Обязательная калибровка приборов и выставление «уровней тревоги». Основными вопросами мониторинга в анестезиологической практике являются: что и как долго контролировать. В настоящий момент можно рекомендовать **состав**

мониторного анестезиологического обеспечения в зависимости от вида оперативного вмешательства:

- **Малые операции** – процедуры, продолжающиеся менее 30 мин, масочный наркоз – *минимальный мониторинг*: обязательное наличие дыхательного аппарата; постоянное слежение за пульсом (пальпация, пульсоксиметр, прекардиальный или эзофагеальный стетоскоп); неинвазивное измерение АД; мониторинг за подачей и концентрацией O_2 ; мониторинг за «дыхательными шумами», экскурсией грудной клетки и раздуванием дыхательного мешка.
- **Стандартные операции** – включают большинство рутинных операций у относительно здоровых пациентов с применением эндотрахеальной интубации, продолжительность обычно менее 3 часов, а кровопотеря не превышает 10% от объема циркулирующей крови – *расширенный мониторинг*: аналогично вышеперечисленному; при ИВЛ необходимо измерение объема выдоха (волюметр) и $EtCO_2$; ЭКГ-мониторинг; пульсоксиметр; обязательное ведение наркозной карты. Желательна термометрия и измерение глубины нервно-мышечного блока, а также учет часового диуреза.
- **Большие операции** – продолжительность более 3 часов, кровопотеря более 10% ОЦК, или оперативные вмешательства на органах грудной клетки, сердечно-сосудистой системе, ЦНС – *максимальный мониторинг*: вышеперечисленное плюс инвазивное измерение АД, ЦВД; измерение кровопотери и анализ коагуляционного статуса; анализ газов крови, измерение мочевыделения (часовой диурез), температуры (градиента температур).

СИСТЕМНЫЙ МОНИТОРИНГ

Нельзя полагаться на то, что даже полный мониторинг может полностью устранить риск непредвиденных осложнений и неправильных действий анестезиолога, так как не всегда имеет место правильная интерпретация полученных данных. Аппаратный мониторинг не должен использоваться как альтернатива клиническому контролю со стороны анестезиолога, он служит только дополнением к нему!

По данным исследований, около 50–52% критических ситуаций сначала обнаруживаются монитором, причем в половине случаев первые изменения выявлены пульсоксиметром и/или капнографом. ЭКГ, монитор АД и система сигнализации снижения давления в дыхательном контуре – в оставшихся случаях (*Webb R.K. et al., 1993*). Пульсоксиметр может обнаружить до 80% осложнений, причем в 60% – до потенциального повреждения органов. Комбинация пульсоксиметр, капнограф и мониторинг АД может выявить до 93% возможных осложнений.

МОНИТОРИНГ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ

Мониторинг системы дыхания включает постоянное наблюдение за цветом кожных покровов и слизистых оболочек пациента, адекватностью движений грудной клетки, движением резервуарного мешка и дыхательных мехов.

Аускультация производится с помощью прекардиального или пищеводного стетоскопа (последний противопоказан при сужениях или варикозном расширении вен пищевода). При аускультации устанавливают, одинаково ли прослушивается дыхание обеих сторон; определяется тип дыхательных шумов; имеются ли хрипы и если да, то какие; прослушивают сердечные тоны (приглушение сердечных тонов обусловлено снижением сердечного выброса).

Частота дыхания – зависит от возраста. Так, физиологическая частота дыхания (ЧД) у недоношенные новорожденные 40–60 в мин; новорожденных 40–50 в мин; в 1–2 года 30–35 в мин; 5–6 лет 22–27 в мин; 10–12 лет 18–22 в мин; 14–15 лет 16–20 в мин; у взрослых 12–16 в минуту. При искусственной вентиляции ЧД первоначально устанавливается близкой к возрастной норме.

Дыхательный объем – это достаточно постоянная величина, приблизительно составляет 6–8 мл/кг массы тела. При ИВЛ первоначально устанавливают 10–15 мл/кг в зависимости от объема дыхательной системы вентилятора. Разница между значениями установленного и получаемого пациентом ДО означает утечку газовой

смеси в респираторе или дыхательном контуре. Различие ДО на вдохе и выдохе свидетельствует об утечке выдыхаемой смеси из-за нарушения герметичности между манжеткой и трахеей.

Максимальное давление вдоха у детей в среднем составляет 14–18 см вод.ст. Высокое давление может быть следствием как повышения сопротивления дыхательных путей, так и снижения податливости легких. *Резкое повышение* может быть вызвано:

- неправильным положением интубационной трубки (в одном из главных бронхов) или перегиб шлангов аппарата;
- обтурацией трубки или крупных бронхов секретом;
- бронхоспазмом;
- пневмотораксом;
- появлением нового или прогрессированием имеющегося заболевания.

Изменение пикового давления на 8–10 см вод.ст. во время ИВЛ с неизменным ДО, обычно свидетельствует о нарушениях податливости легких, грудной клетки или брюшной стенки.

Минутная вентиляция – зависит от возраста, у новорожденных она составляет 150–170 мл/кг, у грудных детей 170–180 мл/кг; у остальных детей 100–150 мл/кг, у взрослых 70–90 мл/кг. Эти различия объясняются тем, что скорость метаболизма у детей выше, чем у взрослых.

КИСЛОРОД

Уровень оксигенации является одним из решающих показателей состояния организма при проведении анестезиологического пособия или интенсивной терапии. Поэтому, непрерывное наблюдение за этим показателем следует рассматривать как необходимое условие безопасности пациента.

Стандартное наблюдение за ребёнком при ИВЛ подразумевает мониторинг **концентрации кислорода в дыхательной смеси (F_{iO_2})**. Необходимо помнить, что длительная (свыше 48 ч), бесконтрольная ингаляция дыхательной смеси, через интубационную трубку, содержащей более 60% O_2 опасна. Если такую смесь подавать через маску, риск побочного действия кислорода меньше. Газовая смесь, содержащая $\leq 40\%$ O_2 считается безопасной. Помнить: ***гипоксемия более опасна, чем кратковременная подача газовой смеси с высоким содержанием кислорода.*** Поток кислорода подбирается на основании его парциального давления в артериальной крови ($P_{aO_2} > 80$ мм рт.ст., но не более 100 мм рт.ст.).

ПУЛЬСОВАЯ ОКСИМЕТРИЯ

Пульсовая оксиметрия (пульсоксиметрия) – метод *неинвазивного чрескожного определения уровня насыщения гемоглобина крови кислородом (SpO_2)*, отражает способность легких к оксигенации смешанной венозной крови. Использование пульсоксиметра (ПО) позволяет одновременно следить за ЧСС и артериальной сатурацией с точностью в пределах $\pm 2\%$. Пульсоксиметрия – самый значительный прогресс мониторинга 80-х годов, входит в стандарт обязательного интраоперационного мониторинга, не имеет противопоказаний для использования.

Метод основан на спектрофотозлектрической оксигемометрии. Свободный и окисленный гемоглобин абсорбирует различное количество света в диапазоне волн от 650 до 950 нм, за исключением волн длиной 803 нм. При пульсоксиметрии используются только две световые волны – около 660 и 940 нм. Диоды, испускающие монохроматичный свет, находятся в пальцевом датчике, они быстро включаются и выключаются; измерение выполняется фотодиодом при появлении света. Оценивается только тот свет, который постоянно меняется в зависимости от пульсовой волны (т.е. артериальная кровь) в тканях, находящихся между источником света и фотодиодом. Данные обрабатываются аппаратом и рассчитывается уровень сатурации.

Источники возможных ошибок: пигментация и краски (лак для ногтей, метиленовый синий); наличие патологических форм гемоглобина (особенно карбоксигемоглобина и метгемоглобина); двигательные артефакты; засветка фотодиода посторонним светом; пульсация венозного ложа при недостаточности трехстворчатого клапана; низкая перфузии при централизации кровообращения.

Датчик ПО может быть помещен на палец, мочку уха, носовую перегородку или же обертывается вокруг пальца (у детей раннего возраста); способен исключать абсорбционные свойства тканей, измеряя свет двух различных волн в течение каждой пульсовой волны. Преимущества и недостатки пульсоксиметрии приведены в табл. 3.

Преимущества и недостатки пульсовой оксиметрии

| Преимущества пульсоксиметрии | Недостатки пульсоксиметрии |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ неинвазивное и длительное измерение насыщения артериальной крови кислородом; ▪ показания не зависят от перфузии кожи, а зависят от перфузии ткани, метод более точен, чем транскутанное определение; ▪ не травмирует кожу и не требует калибровки; ▪ ошибка при нормальных показателях оксигемоглобина составляет не более $\pm 2\%$; ▪ метод обеспечивает оценку всех систем, задействованных в доставке кислорода тканям. | <ul style="list-style-type: none"> • не обеспечивает точности при ненормальных показателях гемоглобина; • наличие мощного постороннего источника света дает искажение результата (фототерапия); • ненадежен у детей в состоянии шока (уменьшение пульсового объема); • нет точности при крайних значениях pH (pH < 7,2 или > 7,5); • невозможность определения гипероксии (при SpO₂ равной 100%, PaO₂ м.б. 90–120–200 мм рт.ст.); • чувствителен к движениям пациента; • неточность измерения при гипербилирубинемии или присутствии чужеродных красителей крови. |

Парциальное давление кислорода в артериальной крови, а следовательно, и SpO₂ зависят от возраста, атмосферного давления и состояния пациента. У здоровых людей коэффициент корреляции между SpO₂ и PaO₂ составляет 0,98. Приблизительное соответствие значений SpO₂ и PaO₂ у детей следующее:

- SpO₂ 96–100% соответствуют PaO₂ 80–120 мм рт.ст.;
- SpO₂ 98% соответствует PaO₂ 80–110 мм рт.ст.;
- SpO₂ 97% соответствует PaO₂ 76–90 мм рт.ст.;
- SpO₂ 95% соответствует PaO₂ 71–75 мм рт.ст.;
- SpO₂ 90% соответствует PaO₂ 57–60 мм рт.ст.;
- SpO₂ 60% приблизительно соответствует PaO₂ 30 мм рт.ст.

Цианоз обычно развивается при SpO₂ ≤ 80%. У новорожденных SpO₂ 90–95% соответствует PaO₂ 60–80 мм рт.ст. У недоношенных детей при SpO₂ ≥ 95% может иметь место гипероксия, поэтому у них SpO₂ должна поддерживаться на уровне 90–92%, что коррелирует с PaO₂ 50–88 мм рт.ст.

Завышенные значения SpO_2 отмечаются при алкалозе, гипотермии, повышенном содержании фетального гемоглобина, гипометаболизме, разрежении воздуха, на фоне высокого уровня карбоксигемоглобина (при отравлении угарным газом кожа и слизистые приобретают вишневый оттенок и пульсоксиметр воспринимает карбоксигемоглобин как оксигемоглобин). **Заниженные значения SpO_2** отмечается при ацидозе, повышенной температуре, гиперкапнии, гиперметаболизме.

Пульсоксиметрия позволяет оценить перфузию тканей (по амплитуде пульса). С ее помощью можно определить дисконекцию, гиповентиляцию, интубацию пищевода, гипоксию, пневмоторакс. С помощью пульсоксиметра можно заподозрить и серьезные вентиляционно-перфузионные нарушения (венозная примесь или легочной шунт) – в данной ситуации после 3–5 минут дыхания чистым O_2 показатель SpO_2 не достигает 100%. Пульсоксиметр стал стандартным инструментом для мониторинга у новорожденных и детей старшего возраста.

Большинство моделей пульсоксиметров не обладают высокой точностью измерения при низком насыщении крови кислородом и для них характерно отставание в реагировании на изменения PaO_2 . Датчики на мочке уха, реагируют на изменения насыщения быстрее пальцевых, так как оксигенированная кровь поступает к уху раньше, чем к пальцам. Трудно получить надежные данные SpO_2 при слабой пульсовой волне (слабый сигнал) и мелкой дрожи.

ТРАНСКУТАННЫЙ МОНИТОРИНГ КИСЛОРОДА

Транскутанный мониторинг кислорода – позволяет определить напряжение кислорода в коже. Согревание кожи и расширение поверхностных капилляров «артериализируют» кровь, увеличивая кровоток данной области и смещая кривую диссоциации оксигемоглобина вправо (повышая парциальное давление кислорода). Кислород быстрее диффундирует через кожу, поскольку согревание изменяет состояние жиров в роговом слое. Через мембрану кислород попадает на поляграфический электрод Кларка с платиновым катодом и серебряным анодом. В результате электрохимической реакции возникает движение электрического тока между катодом и анодом, которое измеряется с помощью усилителя и переводится в пропорциональную величину напряжения кислорода.

При использовании методики, во избежание ожогов кожи,

необходимо перемещать электрод каждые 2–4 часа. Перед каждым наложением электрода осуществляется калибровка монитора. Лучшим местом для электрода у детей является плечо, бедро, туловище.

Данная методика особенно часто используется в неонатологии, может использоваться и у детей старшего возраста и даже взрослых, как в условиях интенсивной терапии, так и при хирургических вмешательствах. При нарушениях системной гемодинамики отмечается плохая корреляция напряжения кислорода, определяемого черескожно (PtO_2) и из артерии (PaO_2). На фоне стабильной гемодинамике коэффициент корреляции между PtO_2 и PaO_2 у детей составляет не менее 0,87. Сравнительная характеристика методов определения напряжения кислорода представлена в таблице 4.

Таблица 4

Сравнительная характеристика методов контроля напряжения кислорода

| Метод | Преимущества | Недостатки |
|------------------------|--|---|
| Пульсовая оксиметрия | <ul style="list-style-type: none"> ▪ неинвазивное и длительное измерение насыщения артериальной крови кислородом ▪ нет необходимости в калибровке ▪ не требует нагревания и нет угрозы ожогов кожи ▪ не требует перемещения электродов | <ul style="list-style-type: none"> ▪ калибровка не может быть проверена ▪ при движении больного может появляться артефакт пульсации ▪ может оказаться неэффективен при тяжелой анемии или гемодилуции ▪ не обеспечивает информации о величине периферического кровотока |
| Транскутанный контроль | <ul style="list-style-type: none"> □ неинвазивное и длительное измерение напряжения кислорода □ дает оценку предполагаемых изменений PaO_2 в полном диапазоне □ позволяет определить низкий минутный объем кровообращения | <ul style="list-style-type: none"> □ требует калибровки □ необходимо нагревание в течение 10 мин □ требуется еженедельная смена мембраны □ необходимо перемещение электрода каждые 4-6 часов |

УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ

Мониторинг углекислого газа в дыхательной смеси в конце выдоха (EtCO_2) должен являться *стандартной процедурой*. Содержание CO_2 в конце выдоха отражает его концентрацию в альвеолярном газе (в норме 30–40 мм рт.ст.). Между PaCO_2 и EtCO_2 прослеживается тесная корреляция, что дает возможность использования EtCO_2 для предсказания PaCO_2 ($\text{EtCO}_2 \leq \text{PaCO}_2 \leq \text{PaCO}_2$). Градиент между PaCO_2 и EtCO_2 в норме составляет 2–5 (по некоторым данным до 10) мм. рт.ст. и отражает вентиляцию альвеолярного «мертвого пространства» – альвеолы которые вентилируются, но не перфузируются. Любое *существенное снижение перфузии легких (эмболия, снижение сердечного выброса) увеличивает альвеолярное мертвое пространство и снижает концентрацию CO_2 в конце выдоха* (разница между PaCO_2 и EtCO_2 увеличивается). Вообще, в среднем на каждые 100 мл крови приходится 4 мл CO_2 , из этих 4 мл 7% составляет растворенный CO_2 , 23% карбаминогемоглобин и 70% HCO_3^- .

Капнометрия является физиологичным и безопасным методом мониторинга углекислого газа. Капнограмма – это кривая концентрация CO_2 –время (рис. 1). Капнография – это продолжительный мониторинг капнограммы пациента (от греческого *karpos* – дым). В капнограмме выделяют 4 фазы:

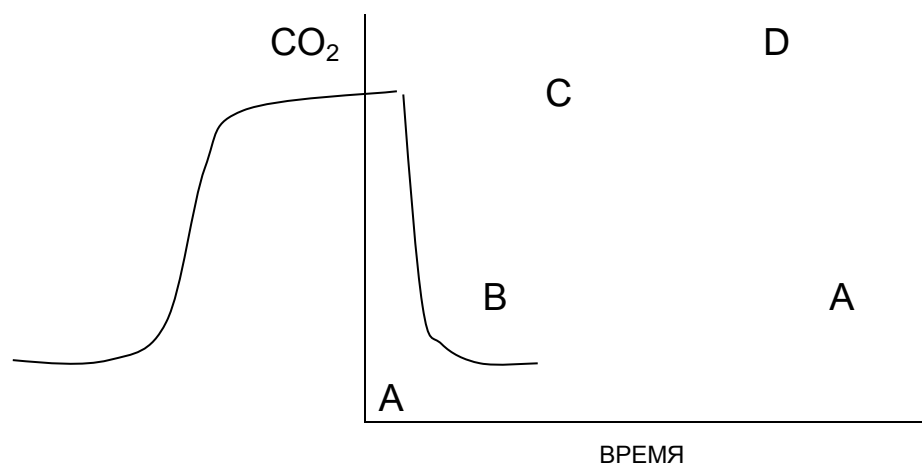


Рис. 1. Кривая капнограммы

- АВ – начальная стадия выдоха, заполнение газом анатомического мертвого пространства, в норме CO_2 отсутствует;
- ВС – отражает увеличение концентрации углекислого газа, наклон кривой определяется скоростью выдоха и параметрами вентиляции;
- CD – представляет альвеолярное или экспираторное плато; в норме

эта часть капнограммы почти горизонтальная и отражает среднюю концентрацию CO_2 в альвеолярном газе; точка «D» – наивысший пункт кривой и называется *end-tidal* CO_2 (EtCO_2) – наилучшим образом отражает альвеолярное содержание CO_2 ;

- DA – фаза вдоха, поступление свежего газа свободного от CO_2 приводит к резкому падению его концентрации до базовой линии.

В основе работы монитора лежит инфракрасная абсорбция углекислого газа. Забор пробы выдыхаемой газовой смеси обычно производится у наружного конца эндотрахеальной трубки, из Y-образного коннектора маски или носовой канюли. Различают капнографы прямого потока (измеряет степень абсорбции инфракрасных лучей в процессе прохождения потока газа) и аспирационные капнографы (отсасывают газовую смесь из дыхательного контура в измерительную камеру монитора). *Источники ошибок:*

- При высокой скорости аспирации (около 250 мл/мин) из дыхательного контура у детей (низкий ДО) может засасываться свежая дыхательная смесь и занижаться показатели EtCO_2 . В педиатрии предпочтительнее использовать устройства подсоединяющиеся непосредственно в эндотрахеальную трубку и имеющие минимальное мертвое пространство.
- Низкая скорость аспирации (менее 50 мл/мин) увеличивает запаздывание ответа по времени и занижает концентрацию CO_2 при высокой частоте дыхания (больше 16–18 в мин). При высокой ЧД исходный уровень капнограммы может не возвращаться к нулевой отметки (исключить истощение адсорбера).
- Хотя нормальное различие между EtCO_2 и PaCO_2 не превышает 5–6 мм рт.ст., на это различие заметно влияет FiO_2 , остаточный объем, отношение вдох:выдох, гипотензия или кровопотеря, заболевания легких.

На наш взгляд, наиболее оптимальные значения EtCO_2 у детей – 33–37 мм рт.ст. Состояния, влияющие на данный показатель отражены в табл. 5.

Мониторинг EtCO_2 позволяет определить

- режим вентиляции (нормовентиляция, гипо- или гипervентиляция);
- разъединение дыхательного контура;
- интубацию пищевода (пульс на сонной артерии пальпируется, пациент выглядит цианотичным, сатурация снижается, дыхательные шумы отсутствуют);

Общая этиология изменений EtCO₂

| Увеличение EtCO ₂ | Уменьшение EtCO ₂ |
|---|--|
| Изменения продукции CO ₂ | |
| <ul style="list-style-type: none"> • гипертермия • сепсис • злокачественная гипертермия • мышечная активность | <ul style="list-style-type: none"> □ гипотермия □ гипометаболизм |
| Изменения элиминации CO ₂ | |
| <ul style="list-style-type: none"> • гиповентиляция • повышение уровня углекислого газа в дыхательном контуре | <ul style="list-style-type: none"> □ гипервентиляция □ гипоперфузия □ эмболия |

- увеличение продукции CO₂ (ранний признак злокачественной гипертермии);
- снижение продукции CO₂ (снижение легочного кровотока, снижение периферической перфузии за счет уменьшения сердечного выброса, эзофагеальная интубация, воздушная эмболия, увеличение доли вентиляции мертвого пространства);
- накопление CO₂ в дыхательном контуре (истощение адсорбера CO₂, неисправность клапанов вдоха и выдоха, низкий приток свежего газа) – отмечается приподнятый исходный уровень капнограммы.

Для мониторинга уровня углекислого газа можно использовать и **чрезкожный метод определения парциального давления двуокиси углерода (PtCO₂)**. Принципы неинвазивного чрезкожного измерения pCO₂ и ограничения данного метода приблизительно те же, что и при измерении PtO₂ и зависят от возраста (самое точное измерение у новорожденных), тургора кожи и гемодинамического статуса.

Используют транскутанный электрод содержащий инфракрасный фоторезистор, который уменьшаясь в присутствии CO₂, непосредственно определяет его уровень. Электрод нагревается до 39°C, поэтому, во избежание ожогов, следует изменять его расположение по меньшей мере каждые 4 часа. Калибровка аппарата производится перед каждым наложением электрода. В случае «подтекания» воздуха показатели CO₂ бывают ниже реальных. Не рекомендуется использовать участки с низким кровотоком. К недостаткам метода относят необходимость длительной (у детей 20 мин, у взрослых 30 мин) калибровки электрода и наличия

относительно дорогих расходных материалов.

У новорожденных отмечается четкая корреляция значений $PtCO_2$ и $PaCO_2$, но при транскутанном измерении показатели CO_2 незначительно выше данных значений в артериальной крови, что по мнению ряда исследователей способствует лучшей коррекции состояния ребенка. Более существенное увеличение $PtCO_2$ по сравнению с $PaCO_2$ у детей старшего возраста и взрослых имеет место на фоне сниженного сердечного выброса.

Низкие концентрации CO_2 хорошо переносятся в течение короткого периода времени. Однако значение $PaCO_2$ менее 5 мм рт.ст. от уровня покоя является порогом апноэ (не вызывает спонтанного вдоха). Концентрации CO_2 более 5% вызывают побочные эффекты, а выше 10% – наркоз. Концентрация более 30% приводит к гиперкапнической коме. Эффекты CO_2 :

- является стимулятором дыхания;
- вызывает падение рН ликвора;
- вазодилататор, действующий непосредственно на сосудистую стенку, в связи, с чем при передозировке наблюдается теплый кожный покров, скачкообразный пульс и головная боль;
- наркоз связан с рН ликвора и развивается при падении рН ниже 7,1, что соответствует $PaCO_2 \approx 90$ мм рт.ст. (12кПа); максимальное падение рН в ликворе – 6,8.

Клинические признаки гиперкапнии: повышение ЧСС и АД при теплой периферии, повышенном потоотделении и треморе. Тяжелая гиперкапния приводит к потере сознания, коме и остановке сердца (вторична по отношению к респираторному ацидозу). Гиперкапния – увеличивает кровоток мозга, гипокапния снижает. Изменение PCO_2 на 7,5 мм рт.ст. изменяет мозговой кровоток на 12% у детей первых суток жизни, а у старших детей и взрослых МК изменяется на 30%.

Пульсоксиметр и капнограф являются наиболее действенными мониторными системами. Используемые вместе, они дают эффект в 50% случаев предотвратимых осложнений. Правда, для этого необходимо соблюдать ряд условий:

1. мониторы должны применяться правильно и работать непрерывно;
2. получаемая информация должна усваиваться, корректироваться и на ее основе должны делаться правильные выводы;
3. сами приборы не должны приводить к дополнительным осложнениям и отвлекать анестезиолога от работы.

Другие газы – необходим мониторинг подаваемых пациенту ингаляционных анестетиков (севоран, энфлюран, изофлюран, закись азота). При использовании низкопоточковых методик ИВЛ необходимо измерение всех газов как во вдыхаемой, так и в выдыхаемой газовой смеси.

МОНИТОРИНГ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Аускультация сердечных тонов – ритмичность, наличие шумов, частота сердечных сокращений (табл. 6). При этом необходимо помнить, что помимо аускультации, даже при малых оперативных вмешательствах обязательна регулярная пальпация периферического пульса.

Т а б л и ц а 6

Нормальная ЧСС в зависимости от возраста ребенка

| Возраст | Средняя ЧСС (в 1 мин) | Брадикардия (в 1 мин) | Тахикардия (в 1 мин) |
|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Недоношенный | 150±20 | 120 | 180 |
| Новорожденный | 130±18 | 110 | 170 |
| 10–30 дней | 120–140 | 100 | 170 |
| 1–12 мес | 110–130 | 95 | 160 |
| 1–2 года | 110–120 | 90 | 150 |
| 3–4 года | 100–110 | 85 | 130 |
| 5–6 лет | 90–100 | 75 | 125 |
| 7–8 лет | 80–95 | 70 | 115 |
| 9–10 лет | 80–90 | 65 | 110 |
| 11–12 лет | 75–80 | 60 | 105 |
| 13–15 лет | 70–80 | 55 | 100 |

Системное артериальное давление

Ритмичные сокращения левого желудочка вызывают колебания артериального давления. Пик артериального давления, генерируемый во время систолического сокращения, называется систолическим артериальным давлением (АДсист.); снижение артериального давления в период диастолического расслабления – это диастолическое артериальное давление (АДдиаст.). Пульсовое давление – это разница между систолическим и диастолическим артериальным давлением. Среднее артериальное давление (АДср.) – средневзвешенное во времени значение артериального давления на протяжении сердечного цикла, рассчитывается по формуле:

$$\text{АДср.} = \text{АДдиаст} + 1/3 \text{ пульсового} \text{ или } \text{АДср.} = (\text{АДсист.} + 2\text{АДдиаст.}) / 3.$$

Показатели артериального давления зависят от возраста ребенка и представлены в табл. 7.1. и 7.2.

Таблица 7.1

**Нормальные показатели АД первые 12 часов жизни
и их зависимость от веса новорожденного:**

| Показатель (мм рт.ст.) | Масса тела | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 кг | 2 кг | 3 кг | 4 кг |
| АД сист. | 35–60 (M=45) | 42–65 (M=48) | 45–72 (M=62) | 58–80 (M=70) |
| АД диастол. | 18–38 (M=22) | 22–40 (M=30) | 28–48 (M=34) | 30–50 (M=41) |
| АД среднее | 25–45 (M=35) | 30–50 (M=42) | 38–58 (M=48) | 45–63 (M=54) |

где M – средняя величина показателя.

Таблица 7.2

Средние показатели АД у детей в зависимости от возраста

| Возраст | АД | Возраст | АД |
|---------------|-----------------------|---------|--------------------------|
| Новорожденные | 60–70/35–40 мм рт.ст. | 3–6 лет | 95–100 / 60–65 мм рт.ст. |
| 1 мес | 70/45 мм рт.ст. | 9 лет | 105/70 мм рт.ст. |
| 3 мес | 85/50 мм рт.ст. | 12 лет | 110/70 мм рт.ст. |
| 1 год | 90/55 мм рт.ст. | 15 лет | 115/70 мм рт.ст. |

Для неинвазивного определения АД в настоящее время используются: пальпация, аускультация тонов Короткова (сфигмоманометр), осциллометрия (осциллометр), автоматические методы – определения подвижности стенки артерии (ультразвуковой метод) или оценки кровотока дистальнее наложения манжеты. Точность измерения АД зависит от правильного выбора размера манжетки. По длине манжетка должна, по крайней мере, 1,5 раза оборачиваться вокруг конечности, а ее ширина должна на 30–40% превышать диаметр конечности. Не следует накладывать манжетку на конечность с аномальными сосудами (артериовенозная фистула для гемодиализа) или установленным катетером для внутривенной инфузии.

Типичный источник ошибки – неправильное наложение манжеты. *У пациентов с нестабильными показателями гемодинамики (особенно при систолическом давлении ниже 60 мм рт.ст.) непрямой метод измерения АД дает ложные результаты.* Так на фоне артериальной гипотензии истинные значения систолического АД могут быть занижены (у взрослых до 20 мм рт.ст., а при сердечной недостаточности и более) вследствие того, что тоны Короткова теряют звучность. Все непрямые методы измерения АД – периодические, т.е. имеется временной интервал между измерениями. Обычная кратность измерения АД в период проведения анестезиологического пособия – 1 раз в 5 минут, в условиях ОИТР – в зависимости от клинического

состояния ребенка. Несмотря на возможные ошибки измерения АД с помощью мониторов, они хорошо отражают динамику состояния ребенка.

Инвазивное измерение АД является эталонным методом для всех способов измерения давления. Позволяет постоянно получать точные, регистрируемые в динамике данные о систолическом, диастолическом и среднем давлении; дает возможность многократного проведения анализа газов крови. Показано:

- в случаях, когда имеется нестабильное состояние сердечно-сосудистой системы или сердечно-легочной функции;
- обширные операции на сердце и крупных сосудах;
- управляемая гипотензия;
- нейрохирургические и длительные травматические оперативные вмешательства;
- в ситуациях, требующих частых заборов крови для анализа ее газового состава.

Сочетание прямого измерения АД с ЭКГ позволяет следить за электромеханической функцией сердца. Изменение формы пульсовой кривой служит ранним и чувствительным показателем внутрисосудистого объема крови и сократительной функции миокарда. Пульсовая кривая имеет несколько важных особенностей:

- В начальной ее части отмечается резкий подъем. Наклон кривой коррелирует (хотя и приблизительно) с повышением АД во время систолы. Медленный подъем кривой (при отсутствии артефакта) обычно указывает на существенные аномалии сократимости или высокое сопротивление оттоку крови.
- Примерно на середине нисходящей части кривой (катакрота) виден отчетливо выраженный дикротический зубец, отражающий закрытие аортального клапана. При уменьшении внутрисосудистого объема или периферического сопротивления дикротический зубец появляется ниже или может исчезнуть совсем.
- Все анакроты достаточно широкие. При уменьшении ударного объема сердца (гиповолемия) область кривой суживается, на ней появляются пики.
- Максимальные уровни давления не меняются при изменении давления плевральной полости. Если ИВЛ проводится на фоне гиповолемии, часто наблюдаются изменения системного АД связанные с циклической работой дыхательного аппарата.

Для прямого измерения АД производят катетеризацию артерии, используют лучевую, локтевую, плечевую, подмышечную артерии;

тыльную артерию стопы; заднюю большеберцовую, бедренную и пупочную (у новорожденных) артерии. Диаметр артериального катетера должен быть как можно меньше, это позволит избежать искажений при измерении. Частота серьезных осложнений, таких как тромбоз, вызывающий ишемию или гангрену, составляет 0–3%; частичный тромбоз наблюдается в 15–30% случаев. Риск развития тромбоза зависит от следующих факторов:

- Материала, из которого изготовлен катетер, при использовании полиэтиленовых катетеров развитие тромбоза более вероятно, чем при применении катетеров из менее реактивной пластмассы (тефлон).
- Размер катетера по отношению к диаметру артерии, чем больше диаметр катетера по отношению к просвету артерии, тем выше риск ее полного закрытия тромбом, у детей (от 0 до 14 лет) вполне пригоден катетер 22-го калибра.
- Продолжительность катетеризации, чем длительнее катетеризация, тем выше риск осложнений. Как только состояние пациента стабилизируется и необходимость в постоянном измерении АД отпадает, катетер должен удаляться.
- Клиническое состояние пациента – осложнения более вероятны в случае гипотонии, сепсиса, при синдроме Рейно или гиперлипидемии.
- Способ внутривенного введения, обеспечивающий проходимость катетера. Использование системы для продолжительной инфузии солевого раствора и гепарина (1–2 ЕД/мл) обеспечивает хорошую проходимость катетера.
- Повторные попытки катетеризации артерии. После 2-х безуспешных попыток введения катетера в данном месте, катетеризацию прекращают.

При появлении любых признаков ишемии конечности, на которой произведена катетеризация артерии, катетер удаляется! В осложнения входят: инфицирование (частота септических осложнений при чрескожном введении катетера обычно ниже, чем при венесекции) – отмечается у 1–3% больных и не зависит от места введения катетера; периферическая и центральная эмболия сгустком крови, воздухом или инородным телом; случайное разъединение в каком-либо звене.

Плечевая артерия является основным сосудом, снабжающим кровью нижележащие отделы верхней конечности, ее полное закрытие способно повлечь за собой более тяжелые последствия, чем

окклюзия лучевой или локтевой артерии. **Подмышечная артерия** – хотя она и представляет определенные трудности для катетеризации, имеет хороший коллатеральный кровоток в случае возникновения тромбоза. **Бедренная артерия** – ее закрытие сопряжено с опасностью последующего замедления роста нижней конечности. Частота осложнений при ее катетеризации не отличается от таковой при катетеризации лучевой артерии и составляет 7–10%. Ишемические повреждения пальцев ног отмечаются в 3% случаев, а стойкие нарушения наблюдаются весьма редко. Артерия **тыла стопы** – у детей систолическое АД в этой артерии может быть на 15–20 мм рт.ст. выше, чем в лучевой артерии, за счет большой длины соединительных трубок от катетера до датчика.

Лучевая артерия – катетеризируется намного чаще остальных. При ее катетеризации часто используют тест Аллена для определения коллатеральной циркуляции, хотя в последнее время он подвергается сомнению. Сам тест заключается в следующем: 1) пережимают лучевую и локтевую артерию большим и указательным пальцами; 2) поднимают руку пациента выше головы и просят сжимать и разжимать пальцы до тех пор, пока они не побледнеют; 3) освобождают локтевую артерию и определяют время, в течение которого пальцы приобретут нормальный цвет. Нормальное время – 7 сек. Неадекватный коллатеральный кровоток – 14 сек и больше.

ЦЕНТРАЛЬНОЕ ВЕНОЗНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Центральное венозное давление (ЦВД) – это гидростатическое давление, создаваемое кровью внутри правого предсердия или крупных венах грудной клетки в области непосредственно прилегаемой к правому предсердию. Чаще всего ЦВД определяют в верхней полой вене, оно возможно отражает:

- объем циркулирующей крови,
- венозный приток,
- функцию правых отделов сердца.

Отражает «преднагрузку» на правые отделы сердца, при отсутствии обструкции между правым предсердием и желудочком – соответствует конечному диастолическому давлению в правом желудочке.

Мониторинг ЦВД показан:

- у всех тяжелых больных в критических состояниях (нестабильная гемодинамика, шок);

- при гиповолемии и предполагаемой тяжелой кровопотери;
- при тяжелой политравме;
- нарушении функций сердца, легочной гипертензии;
- при оперативных вмешательствах на сердечно-сосудистой системе.

Величина ЦВД не постоянна и в норме у детей колеблется от 1 до 6 см. вод.ст., что зависит от степени гидратации, способа вентиляции легких (спонтанная или искусственная), положения тела, сократительной способности миокарда и растяжимости камер сердца.

Что необходимо помнить: измерение ЦВД не является достаточно информативным показателем волемиического статуса – низкая чувствительность; оценка ЦВД не м.б. точным способом выявления гиповолемии – ЦВД плохо отражает преднагрузку (*Bentzer P., et al. JAMA. 2016; 316. Roberts D.J., et al. Curr. Opin. Crit. Care. 2016; 22*).

Катетер для измерения ЦВД устанавливается таким образом, чтобы его конец находился прямо над местом впадения верхней полой вены в правое предсердие (уровень трехстворчатого клапана). При данной локализации в фазу вдоха ЦВД будет повышаться (при ИВЛ) или снижаться (при самостоятельном дыхании) за счет изменения внутригрудного давления. На рентгенограмме – 2-3-е межреберье справа при катетеризации ВПВ

Постановка центрального катетера всегда связана с достаточно высоким риском развития осложнений: пункция сонной артерии, пневмо- и гемоторакс, пункция грудного лимфатического протока (при левосторонней катетеризации), срезание кончика катетера и т.д. Поэтому, количество осложнений данного метода мониторинга определяется в основном опытом врачебного персонала.

Мониторируя ЦВД необходимо помнить о рисках, связанных с высокими показателями ЦВД:

- ЦВД > 8 мм рт. ст. (10,8 см вод.ст.) независимый предиктор летального исхода, нормальное ЦВД близко к нулю;
- снижение венозного возврата и сердечного выброса;
- острое повреждение почек;
- ЦВД — показатель, предсказывающий ОПП при значениях > 4 мм рт. ст. (6 см вод.ст.), ЦВД > 15 мм рт.ст. при сепсисе риск развития ОПП до 80%!

Катетеризация легочной артерии – среди инвазивных методов мониторинга является самым дорогостоящим. Показана у пациентов с нестабильной гемодинамикой и повышенном риском кардиальных

осложнений, особенно при наличии критических состояний. При решении вопроса о постановке катетера в легочную вену необходимо учитывать и состояние пациента, и вид хирургического вмешательства, и местные условия. Катетеризация легочной артерии не может быть использована в качестве рутинного метода. Процент осложнений зависит от квалификации врача и составляет около 0,1–0,5%. Время нахождения катетера в легочной артерии ограничено 4-мя сутками, так как в дальнейшем увеличивается риск инфекционных осложнений.

Катетер для измерения давления в легочной артерии с баллончиком на конце вводится через яремную или подключичную вену. Форма волны и давление мониторируются во время введения для определения успешного проникновения катетера через центральную вену в правое предсердие, затем в правый желудочек, легочную артерию и, наконец, удовлетворительного положения «заклинивания». Катетер *позволяет измерять ЦВД*, давление в легочной артерии (ДЛА) и давление заклинивания легочных капилляров (ДЗЛК). Обычно давление измеряется в конце выдоха. Этот катетер также используется при оценке преднагрузки левых отделов сердца, когда кровообращение в правых и левых отделах сердца неравнозначно (т.е. вероятна разница давления заполнения правого и левого желудочков).

Большое значение имеет возможность измерения насыщения кислородом смешанной венозной крови (дает информацию относительно общего кислородного баланса организма); в легочную артерию вводятся препараты, и измеряется сердечный выброс, если в катетер вмонтирован термистор. Метод термодилуции *позволяет рассчитать* ударный объем (УО), сердечный индекс (СИ), системное сосудистое сопротивление и легочное сосудистое сопротивление. Осложнения включают все виды, характерные для катетеризации центральных вен, а также инфаркт легкого, легочное кровотечение, перфорацию предсердия, желудочка или легочной артерии, повреждение клапанов, аритмии, перегиб и инфицирование катетера, генерализацию инфекции, включая эндокардит.

Чреспищеводная эхокардиография в двух отведениях становится весьма популярной при проведении периоперативного мониторинга сердечно-сосудистой системы у пациентов с высоким риском. Ишемия проявляется ранними регионарными изменениями функции стенки сердца. Это позволяет определять ишемию миокарда раньше, чем при использовании традиционной ЭКГ и контроля

гемодинамики. Слабые места:

- не все региональные нарушения движения стенки желудочка имеют ишемическое происхождение;
- существуют проблемы интерпретации при определении движений межжелудочковой перегородки, влияния нагрузки, температуры тела, постишемической дисфункции;
- невозможность использования в определенных стрессовых ситуациях;
- высокая стоимость;
- необходимость высокой квалификации врача, проводящего исследование.

Положительные моменты: дает возможность количественно определить такие важные детерминанты функции желудочков сердца, как преднагрузка и сократимость, тогда как катетер в легочной артерии дает информацию относительно потока и давления в легочной артерии или капиллярах легких.

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ (ЭКГ)

ЭКГ – является рутинным методом мониторинга. Известно, что нормальная ЭКГ м.б. даже в том случае, когда у пациента нет сердечного выброса. Поэтому в основном используется для:

- постоянной регистрации ЧСС;
- определения наличия ишемии миокарда;
- выявления сердечных аритмий и нарушений проводимости (а-в блокады);
- выявления других нарушений электрической активности миокарда;
- выявление нарушений электролитного баланса (калий).

Второе стандартное отведение используется в том случае, когда ожидаются нарушения ритма, а отведение V_5 – в случае вероятности эпизодов ишемии, в данном отведении выявляется 89% определяемых при ЭКГ ишемических эпизодов. Если V_5 используется вместе со II отведением, частота выявления патологии возрастает до 96%. В кардиохирургии применяются системы с несколькими отведениями и анализом сегмента ST. Часть клинических школ, для рутинного интраоперационного мониторинга используют систему отведений CM5 (отведение с правой руки – на рукоятку грудины; левое плечо – индифферентный электрод; электрод с левой руки – в отведении V_5), которая наглядно отражает изменения сегмента ST вследствие ишемии левого желудочка. Можно использовать и модифицированное отведение V_5 : «правая рука» – справа под ключицей; «левая рука» – в положении V_5 ; «левая нога» – в обычном

месте. При заболеваниях сердца лучше мониторировать ЭКГ одновременно во II стандартном V_5 отведениях.

Ишемия миокарда проявляется уплощением или косонисходящей депрессией сегмента ST ниже изолинии более чем на 1 мм, особенно в сочетании с отрицательным зубцом T или формированием глубокого и широкого зубца Q. Изменения на ЭКГ развиваются в зависимости от локализации ишемии: отведения II, III, aVF – ишемия/инфаркт миокарда нижней стенки; I, aVL, V_4-V_6 – боковой стенки; V_1-V_3 , – переднеперегородочная зона; V_1-V_6 – переднебоковая стенка.

При интраоперационном мониторинге ЭКГ во избежание поражения ребенка электрическим током необходимо контролировать заземление. Аккуратная обработка кожной поверхности под электродом уменьшает количество помех на ЭКГ. При предполагаемом попадании растворов на электроды их необходимо покрыть водозащитной пленкой.

Газовый состав артериальной крови

Газовый состав артериальной крови оценивается по парциальному напряжению кислорода, которое составляет 80–100 мм рт.ст. (новорожденные 55–65 до 90 мм рт.ст.) и парциальному напряжению углекислого газа 36–44 мм рт.ст. (новорожденные 35–40 мм рт.ст.) (табл. 8). При измерении в капилляре (при хорошей периферической перфузии) данные показатели ниже приблизительно на 5 мм рт.ст. чем показатели артериальной крови, поэтому, при анализе капиллярной крови мы получаем лишь ориентировочную информацию, и чем *значительнее нарушения гемодинамике, тем выше различия*. При выраженных нарушениях гемодинамики и централизации кровообращения капиллярные показатели не отражают истинной картины. Кроме того, по показателям капиллярной крови можно судить о направленности отклонений, но невозможно установить причину нарушений.

Т а б л и ц а 8

Газы крови и pH у детей в зависимости от возраста [1]

| Возраст | PaO_2 мм рт.ст. | $PaCO_2$ мм рт.ст. | pH |
|----------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| Недоношенный новорожденный | 60 ± 8 | 37 ± 6 | $7,37 \pm 0,03$ |
| Новорожденный | 70 ± 11 | 39 ± 7 | $7,40 \pm 0,02$ |
| 1 месяц жизни | 95 ± 8 | 40 ± 6 | $7,41 \pm 0,04$ |
| 1 год жизни | 93 ± 10 | 41 ± 7 | $7,39 \pm 0,02$ |

Газовый состав артериальной крови отражает состояние обмена газов в легких. При нарушениях газообмена отмечается снижение P_{aO_2} и S_{aO_2} . Для определения состояния газового обмена на тканевом уровне необходимо параллельно исследовать смешанную венозную кровь. Чем больше выражена кислородная задолженность тканей (циркуляторная гипоксия), тем больше снижено P_{vO_2} и S_{vO_2} . Такая ситуация говорит о необходимости оптимизации транспорта кислорода.

Причины низкого уровня кислорода в смешанной венозной крови:

- гипоксемия;
- повышенный уровень метаболизма;
- низкий сердечный выброс;
- анемия.

Если P_{vO_2} и особенно S_{vO_2} у пациентов в тяжелом состоянии нормальны или повышены – это указывает на весьма неблагоприятную ситуацию:

- наличие грубых нарушений микроциркуляции (шунтирование кровотока в тканях по артериовенозным анастомозам) характерных для гиповолемии, централизации кровообращения, выраженного артериолоспазма;
- нарушении свойств гемоглобина, что может иметь место при тяжелой длительной гипоксии на фоне снижения в эритроцитах концентрации органических фосфатов (преимущественно 2,3-дифосфоглицерата).

Парциальное напряжение CO_2 в артериальной крови определяется отношением между величиной метаболической продукции CO_2 и скоростью его выделения легкими. Основные причины увеличения P_{aCO_2} :

- увеличение продукции CO_2 ;
- снижение минутной вентиляции легких;
- увеличение мертвого пространства.

Помнить, что на современном этапе развития медицины рекомендуется у тяжелых пациентов определения одновременное исследование артериальной и венозной КОС, в крайнем случае – венозное или артериальной. *Исследование капиллярной КОС – не рекомендуется.*

Катетеризация внутренней яремной вены – широко используется для оценки церебрального метаболизма на основе биохимических исследований (определение содержания кислорода, глюкозы, лактата, пирувата, продуктов распада АТФ) крови,

оттекающей от мозга. *Показана* у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой, метаболической или токсической энцефалопатией, кардиохирургических операциях и вмешательствах на магистральных сосудах головного мозга.

Полученные показатели сопоставляются с таковыми полученными из артериальной крови, определяется величина артериовенозной разницы для мозга. Катетер вводят во внутреннюю яремную вену устанавливая его конец в области луковицы внутренней яремной вены. Эта часть венозной системы мозга содержит только оттекающую от него кровь без примеси экстрацеребральной крови. При этом делаются существенные допущения: данные показатели отражают метаболическое состояние всего мозга вне зависимости от стороны катетеризации.

Хотя имеются данные о существенном различии показателей между правой и левой внутренними яремными венами. Это объясняется особенностями венозного оттока из полости черепа. Существует, по меньшей мере, 3 точки зрения на данный вопрос:

1. между левой и правой внутренними яремными венами отсутствует какая-либо разница в биохимическом составе, так как оттекающая от полушарий кровь интенсивно смешивается в полости черепа;
2. каждая яремная вена содержит на 70% кровь от ипсилатерального полушария и на 30% от контралатерального;
3. правая яремная вена собирает кровь, оттекающую от коры обоих полушарий, а левая внутренняя вена – от субкортикальных структур.

Венозная система головного мозга подвержена глубоким индивидуальным отличиям у всех людей, характер венозного оттока из полости черепа зависит от положения больного (стоя или лежа) и характера дыхания (спонтанное или ИВЛ).

Контроль водно-электролитного баланса – подразумевает строгий учет вводимой и выводимой жидкости, с учетом всех видов патологических и неощутимых потерь. Важным показателем водно-электролитного обмена организма является динамика **осмолярности** плазмы крови и мочи.

В норме осмолярность плазмы крови колеблется от 270 до 300 мосм/л, мочи – от 600 до 1200 мосм/л. На данный показатель оказывает существенное влияние характер употребляемой пищи, так при преобладании белковой пищи над растительной, осмолярность выше. На осмолярность оказывает влияние концентрация натрия, глюкозы, мочевины, креатинина, а также количество вводимой и

выводимой жидкости. Осмолярность плазмы крови является интегральным показателем инфузионно-трансфузионной терапии в ОАИТР. Существует специальный тест, характеризующий тяжесть состояния – дискримината осмолярности: чем больше расхождение между величинами, определяемыми инструментально и по формуле, тем тяжелее состояние и хуже прогноз.

Снижение осмолярности мочи в сочетании с повышением коэффициента K^+/Na^+ в моче – является одним из ранних признаков начинающейся острой почечной недостаточности при острой кровопотере, травме, краш-синдроме.

Обязателен контроль **электролитов**, таких как калий, натрий, кальций, хлор. При этом необходимо помнить, что при активном выходе калия из клетки – его концентрация в плазме крови может быть нормальной, повышенной или пониженной в зависимости от стадии процесса. Низкая концентрация натрия в плазме может отмечаться не только при его потерях, но и при активном переходе натрия в клеточный сектор, взамен теряемого калия при гипоксических состояниях (синдром «больной клетки»).

Контроль **диуреза** – интраоперационный диурез у ребенка должен составлять 1–1,5 мл/кг в час, у взрослых – 0,5–0,75 мл/кг/час. Снижение диуреза менее 1 мл/кг в час (особенно менее 0,5) или увеличение более 2 мл/кг в час – ставит вопрос адекватности волемической поддержки. Оценивая часовой диурез не забудьте оценить и удельный вес мочи. Обязателен мониторинг гемоглобина и гематокрита.

Контроль нейромышечной проводимости – необходим из-за значительных колебаний чувствительности пациентов к миорелаксантам. В подавляющем большинстве случаев, в практической деятельности, для оценки релаксации или восстановления нейромышечной проводимости (НМП) анестезиолог использует клинические признаки: расслабление поперечно-полосатой мускулатуры, отсутствие дыхания или самостоятельное открывание глаз, удерживание головы в приподнятом состоянии, выраженная двигательная активность. Но все эти признаки являются субъективными. Для более точной оценки степени миорелаксации используются специальные приборы, основанные на **электроимпульсной стимуляции нерва** с дальнейшей оценкой мышечного ответа (визуальной, силы сокращения мышц, электрического ответа), но все эти методики имеют определенные

недостатки и используются довольно редко.

В настоящее время наиболее удобной, точной и практичной считается акселерометрия. Метод базируется на законе Ньютона, который определяет силу (F) как произведение массы (m) на ускорение (A): $F = m \times A$. Причем m в этом случае неизменна. Для измерения ускорения используется пьезоэлектрический датчик с грузиком (m) на нем. Давление грузика на тензоэлемент пропорционально ускорению движения пальца, на котором фиксирован датчик. Этот сигнал преобразуется, усиливается и измеряется.

Измерение нейромышечной проводимости считается факультативной методикой интраоперационного мониторинга, но является необходимым условием в следующих случаях:

- у пациентов с нарушением функции печени и почек;
- пациенты с нейромышечными заболеваниями, имеющие атипичный или сниженный уровень холинэстеразы в плазме крови и получившие сукцинилхолин;
- при оперативных вмешательствах свыше 3 часов;
- при использовании в наркозе искусственной гипотермии;
- пациенты с противопоказаниями к введению антихолинэстеразных препаратов или при наличии показаний к спонтанному восстановлению нейромышечной проводимости;
- пациенты, получающие препараты, влияющие на клинические эффекты миорелаксантов (антибиотики, магнезия, препараты лития и т.п.).

Оценка уровня нейромышечного блока приведена в табл. 10.

Т а б л и ц а 10

Оценка нейромышечного блока

| | |
|--------------------------------|--|
| 25% нейромышечного блока | Снижение ЖЕЛ легкой или средней степени (у взрослых до 20 мл/кг при норме 50–60 мл/кг), самостоятельное поднятие головы, сгибание ног, эффективный кашель. |
| 75% нейромышечного блока | Снижение ДО и ЖЕЛ, хорошая миорелаксация, адекватные условия работы для хирурга. |
| 95% нейромышечного блока | Миорелаксация очень хорошая, оптимальные условия для интубации трахеи, ИВЛ, хирургического вмешательства. |

Мониторинг глубины анестезии – в клинической практике проводится на основании:

- параметров гемодинамики (АД и ЧСС) – при поверхностной анестезии имеет место гипертензия и тахикардия;
- степени анальгезии;
- степени арефлексии – состояния зрачков (мидриаз, слезотечение), защитные рефлексы верхних дыхательных путей, двигательная активность (часто предшествует изменениям гемодинамики или симпатической активации), потоотделение;
- оценки динамических параметров электроэнцефалограммы.

При этом даже опытный специалист не в состоянии четко определить степень глубины анестезии.

Анестезиолог не имеет права допустить у ребенка сохранение сознания под наркозом, если только не используются региональные методики анестезии (на фоне седации). Сохранение сознания при проведении наркоза может быть с болевым синдромом и без него. Сохранение сознания с болевым синдромом проявляется выраженными отрицательными последствиями в послеоперационном периоде (ночные страхи и кошмары, повышенная возбудимость и раздражительность, депрессия и т.п.). По данным литературы у взрослых частота сохранения сознания с болевым синдромом составляет 1 случай на 3000 наркозов, сохранение сознания без болевых ощущений встречается чаще – около 3 случаев на 1000 наркозов.

Наиболее часто данная ситуация имеет место при сочетанных травмах вследствие нестабильной гемодинамики (около 40–45% случаев), при кардиохирургических операциях, при кесаревом сечении. Риск сохранения сознания повышается при использовании миорелаксантов, особенно в комбинации с закисью азота или опиатами – маскируются признаки поверхностной анестезии. Достаточно часто сознание сохраняется и при применении тотальной внутривенной анестезии, намного реже при использовании ингаляционной. Хотя, альвеолярная концентрация ингаляционного анестетика необходимая для выключения сознания четко не определена и зависит от клинической ситуации, считается, что *0,7–0,8 МАК гарантирует отсутствие сознания* при проведении анестезиологического пособия.

Ощущения пациента при наркозе имеют форму эксплицитной либо имплицитной памяти. Сохранение сознания под наркозом является проявлением *эксплицитной* памяти на интраоперационные события – осознанные воспоминания. Эксплицитные воспоминания могут проявляться болевыми ощущениями, воспоминаниями

разговоров в операционной (*слух подавляется анестезией в самую последнюю очередь!*), а также неопределенными, неприятными ощущениями, связанными с операцией. *Имплицитная* память – это накопление информации на подсознательном уровне. Ряд клинических исследований продемонстрировал положительные моменты применения методики поведенческого внушения, вплоть до уменьшения доз анальгетиков в послеоперационном периоде.

Профилактика интраоперационного восстановления сознания заключается в четком мониторинге состояния пациента, назначении в премедиацию препаратов, вызывающих амнезию, поддержании достаточной глубины наркоза и анальгезии, не использовании миорелаксантов без необходимости и исключении негативных комментариев во время наркоза.

Приложение 1

Средние значения парциального напряжения кислорода и углекислого газа

| Среда | Парциальное напряжение O ₂ , мм рт.ст. | Парциальное напряжение CO ₂ , мм рт.ст. |
|-----------------------------|--|---|
| Атмосферный воздух | 150 | 0,2–0,3 |
| Альвеолярный газ | 95–105 | 30–40 |
| Артериальная кровь | 80–100 | 35–45 |
| Смешанная венозная кровь | 35–50 | 40–50 |
| Ткани | 10–20 | 45–60 |

Приложение 2

Некоторые физиологические показатели для подростков и взрослых

| Показатель | Нормальные значения |
|------------|--|
| АД | 120/80 мм рт.ст. |
| Среднее АД | 80–95 мм рт.ст. |
| ЧСС | 60–80 уд/мин |
| ЦВД | 0 – +10 см. вод.ст. |
| Гемоглобин | 130–150 г/л |
| Гематокрит | 42–45% |
| Диурез | 40–60 мл/час |
| ОЦК | 2,74 л/м ² (муж), 2,37 л/м ² (жен) |

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Анестезия в педиатрии ; пер. с англ. / под ред. Джорджа А. Грегори. – М. : Медицина, 2003. – С. 326–345.
2. Курек, В.В. Анестезия и интенсивная терапия у детей. / В.В. Курек, А.Е. Кулагин, Д.А. Фурманчук. – 4-е изд. ; пер. и доп. – М. : Мед. лит., 2019. – 480 с.
3. Курек, В.В. Детская анестезиология, реаниматология и интенсивная терапия : Практическое руководство / В.В. Курек, А.Е. Кулагин. М. : ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2011. – С. 512–531.
4. Лекманов, А.У. Рекомендательный протокол по мониторингу детей при общей анестезии и интенсивной терапии / А.У. Лекманов // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии, 2015. – Т. V. – № 1. – С. 112–123.
5. Секреты анестезии / Джеймс Дюк ; пер. англ./ под общ. ред. А.П. Зильберта, В.В. Мальцева. – М. : МЕДпресс-информ, 2005. – с. 144–178.
6. Textbook of critical care / William C. Shoemaker [et al.]. – 4th ed. – Philadelphia, 2000. – P. 74–91.

Учебное издание

Кулагин Алексей Евгениевич
Волков Владимир Игоревич
Миронов Леонид Леонидович
Волошко Тамара Игоревна

**ПРИНЦИПЫ СОВРЕМЕННОГО МОНИТОРИНГА
В АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И НЕОТЛОЖНОЙ ТЕРАПИИ У ДЕТЕЙ**

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Подписано в печать 22.03.2021. Формат 60x84/16. Бумага «Discovery».

Печать ризография. Гарнитура «Arial».

Печ. л. 2,5. Уч.- изд. л. 1,90. Тираж 120 экз. Заказ 63.

Издатель и полиграфическое исполнение –
государственное учреждение образования «Белорусская медицинская
академия последипломного образования».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/136 от 08.01.2014.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1275 от 23.05.2016.

220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 3, кор.3.

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

Кафедра детской анестезиологии и реаниматологии

**ПРИНЦИПЫ СОВРЕМЕННОГО МОНИТОРИНГА В
АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И НЕОТЛОЖНОЙ ТЕРАПИИ У ДЕТЕЙ**

Минск, БелМАПО
2021

