

Лекманов А.У.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ПРОТОКОЛ ПО МОНИТОРИНГУ ДЕТЕЙ ПРИ ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ (ПРОЕКТ)

НИИ хирургии детского возраста, Москва;
ГБОУ ВПО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России», Москва;
ДГКБ № 9 им. Г.Н. Сперанского, Москва

Lekmanov A.U.

GUIDELINES FOR MONITORING OF PEDIATRIC PATIENTS DURING GENERAL ANESTHESIA AND INTENSIVE CARE THERAPY (PROJECT)

Scientific and Research Institute of Pediatric Surgery of N.I.Pirogov; Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; G.N. Speransky Municipal Children's Clinical Hospital No.9, Moscow

МЕТОДОЛОГИЯ

Методы, использованные для сбора/селекции доказательств:

- поиск в электронной базе данных;
- публикации в профильных медицинских журналах, монографиях.

Описание методов, использованных для сбора/селекции доказательств: доказательной базой для рекомендаций стали публикации, вошедшие в базу данных MedLine, PubMed, DiseasesDB, eMedicine. Глубина поиска составила 10 лет.

Методы, использованные для оценки качества доказательств:

- обзоры опубликованных метаанализов;
- систематические обзоры с таблицами доказательств;
- оценка значимости в соответствии с рейтинговой схемой.

Экономический анализ

Анализ стоимости не проводился, публикации по фармакоэкономике не анализировались.

Основные рекомендации

Сила рекомендаций (A–D), уровни доказательств (1++, 1+, 1–, 2++, 2–, 3, 4) и индикаторы доброкачественной практики – Good Practice Points (GPPs) приводятся при изложении текста рекомендаций.

Определение

Под термином «мониторинг» в настоящее время понимается не только и даже не столько простой

контроль жизненно важных функций и процессов организма, сколько проведение его в целях предсказания опасностей и предупреждения осложнений. Сам термин «мониторинг» происходит от латинского глагола *monere* – предупреждать.

Основная цель рекомендаций – градация на стандарты, рекомендации и опции имеющихся в литературе методов мониторинга у детей при проведении анестезиологического пособия и в отделении интенсивной терапии.

Стандарты – это общепризнанные принципы диагностики и лечения, которые могут рассматриваться в качестве обязательной лечебной тактики. Преимущественно это данные, подтвержденные наиболее доказательными исследованиями (1–2-го класса), – мультицентровыми проспективными рандомизированными исследованиями, или же данные, подтвержденные результатами независимых крупных нерандомизированных проспективных или ретроспективных исследований, выводы которых совпадают.

Рекомендации – это лечебные и диагностические мероприятия, рекомендованные к использованию в качестве вариантов выбора лечения в конкретных клинических ситуациях. Эффективность рекомендаций показана в исследованиях 2-го и, реже, 3-го класса доказательности, т.е. в проспективных нерандомизированных проспективных или ретроспективных исследований. Для перехода этих положений в разряд стандартов необходимо их подтвердить в проспективных рандомизированных исследованиях.

Таблица 1. Рейтинговая схема для уровня доказательности

Уровни доказательств	Описание
1++	Метаанализы высокого качества, систематические обзоры рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) или РКИ с очень низким риском систематических ошибок.
1+	Качественно проведенные метаанализы, систематические или РКИ с низким риском систематических ошибок.
1–	Метаанализы, систематические или РКИ с высоким риском систематических ошибок.
2++	Высококачественные систематические обзоры исследований типа «случай–контроль» или когортных исследований. Высококачественные систематические обзоры исследований типа «случай–контроль» или когортных исследований с очень низким риском эффектов смешивания или систематических ошибок и средней вероятностью причинных взаимосвязей.
2+	Хорошо проведенные исследования типа «случай–контроль» или когортные исследования со средним риском эффектов смешивания или систематических ошибок и средней вероятностью причинной взаимосвязи.
2–	Исследования типа «случай–контроль» или когортные исследования с высоким риском эффектов смешивания или систематических ошибок и средней вероятностью причинной взаимосвязи.
3	Неаналитические исследования (например, описания случаев, серий случаев).
4	Мнение эксперта.

Таблица 2. Рейтинговая схема для оценки силы рекомендаций

Сила	Описание
A	По меньшей мере один метаанализ, систематический обзор или РКИ, оцениваемые как 1++, напрямую применимые к целевой популяции и демонстрирующие устойчивость результатов, или группа доказательств, включающих результаты исследования, оцененные как 1+, напрямую применимые к целевой популяции и демонстрирующие общую устойчивость результатов.
B	Группа доказательств, включающая результаты исследований, оцененные как 2++, напрямую применимые к целевой популяции и демонстрирующие общую устойчивость результатов, или экстраполированные доказательства из исследований, оцененных как 1++ или 1+.
C	Группа доказательств, включающая результаты исследований, оцененные как 2+, напрямую применимые к целевой популяции и демонстрирующие общую устойчивость результатов, или экстраполированные доказательства из исследований, оцененных как 2++.
D	Доказательства уровня 3 или 4 или экстраполированные доказательства из исследований, оцененных как 2+.

Опции основаны на небольших исследовательских работах 3-го класса доказательности, они представляют главным образом мнение отдельных авторитетных экспертов.

Не рекомендуется. Лечебные и диагностические мероприятия, не имеющие положительного эффекта или могущие принести вред (любой уровень подтверждения).

Введение

Система мониторинга сначала появилась для операционных в 1950–1970-е гг. В 1970-е гг. Американская ассоциация анестезиологов (ASA)

рекомендовала стандарты мониторинга для акушерской анестезии. В 1978 г. в Нидерландах был принят первый стандарт мониторинга. После его введения уже в следующее пятилетие число осложнений в операционной снизилось более чем в 5 раз, а страховые компании отметили 7-кратное снижение страховых выплат за осложнения при анестезии. Поэтому стало очевидно, что мониторинг является одним из факторов, способствующих снижению риска смертности и осложнений в анестезиологии и интенсивной терапии.

В 1980-е гг. был внедрен так называемый Гарвардский стандарт мониторинга в операционной:

постоянная электрокардиография (ЭКГ), измерение артериального давления (АД) и пульса каждые 5 мин, параметры вентиляции – минимум 1 из параметров (пальпация или наблюдение за дыхательным мешком, аускультация дыхательных шумов, капнометрия или капнография, мониторинг газов крови, мониторинг выдыхаемого потока газов), кровообращение – минимум 1 из параметров (пальпация пульса, аускультация сердечных тонов, кривая АД, пульсоплетизмография, пульсоксиметрия), дыхание – аудиосигнал тревоги для контроля дисконнекции дыхательного контура, кислород – аудиосигнал тревоги для контроля нижнего предела концентрации на вдохе. В 1989 г. Eichhorn и соавт. при анализе 1,3 млн анестезий с 1976 по 1988 г. выявили, что после внедрения Гарвардского мониторинга в 1985 г. существенно повысилась безопасность анестезии.

Tinker и соавт. (1989) при анализе 1175 связанных с анестезией побочных эффектов пришли к выводу, что из 345 негативных исходов 31,5% могли быть предупреждены с помощью мониторинга, а применение пульсоксиметрии, капнографии и мониторинга артериального давления могло бы предупредить 93% инцидентов. Carlan и соавт. (1990) при анализе респираторных нарушений при общей анестезии выявили, что 72% неблагоприятных исходов могли быть предупреждены адекватным мониторингом.

Weeb и соавт. (1993) рассмотрели 2000 различных инцидентов при общей анестезии в Австралии и пришли к выводу, что одновременный мониторинг пульсоксиметрии, капнографии, оксиграфии и АД позволил бы предупредить 95% из них, причем в 67% случаев еще до возникновения повреждений.

В 1986 г. ASA приняла стандарт операционного мониторинга, в 1990 г. – Австралия, в 1993 г. – страны Западной Европы. Однако в нашей стране, несмотря на широкое применение различных видов мониторинга в повседневной практике, отсутствует минимальный (обязательный) стандарт мониторинга в анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии.

Основные цели и объекты мониторинга

1. Контроль функций больного – измерение тех или иных параметров гомеостаза (например, частоты пульса, температуры и т. д.).

2. Контроль лечебных действий – такой мониторинг включает контроль терапевтических действий (например, оценка параметров кровообращения после начала инотропной поддержки) и режима работы различных аппаратов (например, контроль параметров дыхания после начала искусственной вентиляции легких (ИВЛ)).

3. Контроль окружающей среды – для детей простейшим примером является измерение температуры и влажности воздуха в кювезе.

Среди требований к мониторингу можно выделить следующие:

- 1) необходимо измерять значимые параметры;
- 2) полученные показатели должны быть достаточно точными;
- 3) мониторинг не должен зависеть от проводящего его персонала – быть оператор-независимым;
- 4) иметь возможность для быстрой оценки данных;
- 5) не вызывать осложнений;
- 6) получать информацию для быстрого принятия терапевтических решений.

Виды мониторинга

Мониторинг может быть клиническим или инструментальным.

Клинический мониторинг медперсонал проводит непосредственно у постели больного (цвет и тургор кожи, аускультация, движения грудной клетки и т. д.), он должен фиксироваться в картах интенсивного наблюдения. При этом трудно переоценить важность тщательности выполнения этих записей, которые позволяют не только оценивать динамику изменений и терапевтических воздействий, но и во многом предсказывать направление дальнейших мероприятий.

Инструментальный мониторинг может быть инвазивным и неинвазивным, при котором не требуется введения катетеров или датчиков в сосуды, органы и ткани. Неинвазивность при получении необходимой и достоверной информации очень важна для педиатрической практики не только в связи опасностями и осложнениями большинства инвазивных методик, но и в связи с тем, что ряд из них затруднителен или даже невозможен у детей раннего возраста и новорожденных. Однако результаты, получаемые при помощи неинвазивного мониторинга, как правило, основаны на косвенных дан-

ных, поэтому для применения такого мониторинга требуется современная аппаратура, позволяющая получать достоверные данные в сравнении с инвазивными методиками. Получение точных и репрезентативных данных при мониторинге в интенсивной терапии очень важно, ведь именно на них основывается оценка состояния больного и лечебных мероприятий.

Наконец мониторинг бывает непрерывным (пульсоксиметрия, ЭКГ, окси- и капнография) и дискретным (к примеру, мониторинг АД неинвазивным методом). Выгоды непрерывного мониторинга связаны с тем, что он позволяет не только постоянно следить за состоянием пациента, но и быстро оценивать динамику изменений и при необходимости практически мгновенно принимать терапевтические действия. К тому же большинство современных мониторов снабжено системой тревоги (аларма), что позволяет использовать их в качестве сторожей при больном.

1. Гемодинамический мониторинг.

Гемодинамический мониторинг играет фундаментальную роль в анестезиологии-реаниматологии, так как позволяет не только определить направление патофизиологических процессов, но и выбрать соответствующий вид терапии.

В качестве рутинных показателей обычно мониторируют ЭКГ, частоту сердечных сокращений (ЧСС) и АД.

Мониторинг ЭКГ показан всем детям при анестезиологическом пособии и проведении интенсивной терапии. Стандартная техника проводится при записи от трех отведений. Надо отметить, что в педиатрии мониторинг ЭКГ необходим для выявления нарушений ритма, так как показатели пульсоксиметрии для этого не надежны.

Артериальное давление. Его мониторинг также показан всем детям при анестезиологическом пособии и проведении интенсивной терапии. АД чаще всего измеряется неинвазивно, дискретно. Метод имеет ряд существенных недостатков: потеря точности измерения при систолическом АД ниже 60 мм рт. ст., занижение высокого АД, невозможность определения АД во время аритмии и неспособность улавливать резкие скачки АД.

Инвазивный мониторинг АД проводится посредством катетеризации периферических артерий, чаще лучевой, реже бедренной.

Показания для инвазивного мониторинга АД следующие:

1. Высокий риск значительных сдвигов АД во время оперативного вмешательства.
2. Критические пациенты с нестабильной гемодинамикой (шок, гипоперфузия, ОРДС и т. д.).
3. Инфузия инотропов и вазоактивных препаратов.
4. Необходимость частого исследования газов артериальной крови.

Центральное венозное давление

Мониторинг центрального венозного давления (ЦВД) может проводиться только при нахождении кончика катетера в верхней полой вене, его нахождение в нижней полой вене, например, при катетеризации бедренной вены, не должно использоваться. Ранее мониторинг ЦВД предлагалось использовать для динамической оценки ответа организма на нагрузку жидкостью. Однако работы последних лет свидетельствуют о том, что в половине случаев полученные данные не соответствуют истинным и применение для этих целей мониторинга ЦВД должно быть оставлено.

Вместе с тем нахождение катетера в верхней полой вене позволяет определять такой интегральный показатель кислородного гомеостаза, как насыщение центральной венозной крови кислородом ($ScvO_2$). См. ниже в разделе «Дыхательный мониторинг».

Итак, мониторинг ЦВД может проводиться критическим пациентам с ожидаемыми и/или предполагаемыми нарушениями волемии, при массивной инфузии и для параллельного исследования насыщения центральной венозной крови кислородом ($ScvO_2$).

У пациентов при операциях высокого риска и критических больных необходимо проводить расширенный мониторинг гемодинамики, который включает мониторинг параметров центральной гемодинамики (сердечного выброса (СВ) и его производных) и сопряженных показателей (газы крови, транспорт кислорода и т. д.).

Сердечный выброс. Особое значение имеет мониторинг СВ – это главная детерминанта доставки кислорода. Физический осмотр и витальные признаки часто не отражают нарушения СВ, хотя наши многие терапевтические действия направлены на увеличение СВ. Наконец «золотой стандарт» для мониторинга ответа на изменения уровней

жидкостей при проведении инфузионной терапии – постоянное измерение СВ. Поэтому мониторинг СВ очень полезен для принятия решений у критических пациентов и хирургических больных высокого риска.

Среди методов измерения СВ необходимо выделить неинвазивные методы, которые имеют преимущество в педиатрии.

Биоимпедансная техника. Ее преимуществом является неинвазивность. Однако метод имеет много существенных недостатков: чувствительность метода зависит от движений пациента и расположения электродов, он достаточно точен у стабильных, но не у критических пациентов, поэтому наличие сепсиса, артериальной гипертензии, внутрисердечных шунтов приводит к недооценке СВ. Сравнительные исследования определения СВ у детей в периоперационном периоде между инвазивными методами и биоимпедансом продемонстрировали плохую корреляцию этих показателей. В связи с этим биоимпедансная методика пока не рекомендуется для принятия клинических решений.

Ультразвуковые методы

В последнее десятилетие эти методы получили широкое распространение в педиатрии. Среди них широкое применение получили методы с использованием эффекта Доплера, которые основаны на измерении изменений в частоте передаваемых звуковых волн, отражающихся от движущихся клеток крови, что позволяет измерить скорость потока в сердце и сосудах. Это не новые методы, однако появление новых устройств (монитор сердечного USCOM и cardioQP) позволили именно у детей получить их широкое распространение для мониторинга СВ. Несомненным достоинством этих методик является возможность работы на них без необходимости сертифицированного специалиста в области эхографии. К сожалению, используемый у взрослых пациентов метод транспищеводной доплерографии мало применим у детей.

Другим более традиционным способом служит трансторакальная эхокардиография, который дает у детей достоверные результаты показателей СВ. Существенными ограничениями этой методики являются необходимость специалиста по эхокардиографии и дискретность методики. Кроме того, необходимо, чтобы у пациента имелось акустическое окно для проведения исследования.

Итак, ультразвуковая техника неинвазивна, позволяет определить эхокардиографически объемы сердца, фракцию выброса, функцию клапанов и т.д. и может широко использоваться у детей для мониторинга СВ.

К инвазивным методам гемодинамики прежде всего следует отнести применение легочного артериального катетера (катетер Сван-Ганца), который практически не используется у детей.

Инвазивный мониторинг СВ чаще всего проводится менее инвазивным методом транспульмональной термодилуции (PiCCO-технология), не требующим катетеризации легочной артерии. При этом холодный раствор вводят в центральную вену, а в большой периферической артерии (у детей чаще всего в бедренной) термистром измеряют изменение температуры и кривую разведения индикатора. Этот метод помимо параметров СВ позволяет измерять объем внесосудистой воды в легких, который многие считают важнейшим показателем для проведения целенаправленной терапии у критических больных.

2. Дыхательный мониторинг.

Пульсоксиметрия

Входит в состав обязательного мониторинга. Основу этого метода составляет измерение поглощения света определенной волны, испускаемого светодиодом датчика пульсоксиметра, гемоглобином крови. Пульсоксиметрия дает возможность непрерывно мониторировать качество оксигенации артериальной крови в легких пациента.

Измеряемую в процентах величину насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом обычно обозначают SaO_2 (S – от сатурация – насыщение). Более правильно обозначать эту величину SpO_2 , т.е. насыщение артериальной крови кислородом, измеренное методом пульсоксиметрии, так как датчик прибора не отличает оксигемоглобин от карбоксигемоглобина и метгемоглобина, поэтому при наличии их в крови SpO_2 будет выше истинной величины SaO_2 .

Обычно, снижение SpO_2 менее 92% расценивается как гипоксемия. В этом случае прежде всего обращают внимание на вдыхаемую концентрацию кислорода (FiO_2), так что в большинстве случаев ее повышение позволяет ликвидировать гипоксемию. Вместе с тем увеличение SpO_2 выше 98% при дыха-

нии кислородом указывает на гипероксию, которая не содействует заметному улучшению оксигенации тканей, но повышает риск токсического действия кислорода. Особенно опасна гипероксия у детей первых месяцев жизни, у которых с помощью пульсоксиметрии можно контролировать FiO_2 и избежать как гипер-, так и гипоксемию.

Пульсоксиметрия является сегодня одним из наиболее часто используемых видов мониторинга в детской анестезиологии и интенсивной педиатрии, так как она позволяет постоянно контролировать насыщение артериальной крови кислородом. Выгодные стороны ее связаны несколькими факторами: 1) неинвазивное постоянное измерение SpO_2 ; 2) профилактика гипоксии; 3) адекватная оценка сатурации у новорожденных и грудных детей; 4) позволяет избежать токсичности кислорода и рано начать лечение гипоксии; 5) отображает изменения кожной перфузии.

Вместе с тем имеются и отрицательные стороны метода: 1) пульсоксиметрия не может выявлять карбокси- и метгемоглобин; 2) на показатели SpO_2 и амплитуду плетизмограммы могут влиять температура, давление датчика, симпатическая иннервация, поэтому необходимо постоянно анализировать полученные показатели; при длительном мониторинге рекомендуется менять место установки датчика каждые 5–6 ч; 3) выраженные изменения сатурации отражаются прибором с некоторым запозданием, обычно это 40–50 с, поэтому в критических ситуациях это надо учитывать.

Газы крови

Их мониторинг имеет важнейшее значение для интенсивной терапии. Сегодня, например, невозможно говорить о дыхательной недостаточности больного без знания у него величины напряжения кислорода и углекислоты. В настоящее время известно несколько способов инвазивного и неинвазивного мониторинга газов крови.

Транскутанный мониторинг газов крови

Чрескожное (транскутанное) измерение PO_2 и PCO_2 проводится с помощью специальных полярографических электродов (электроды Кларка), которые позволяют определять парциальное давление кислорода и углекислоты в капиллярах кожи. Датчики прибора наклеиваются на кожу, они имеют нагревательный элемент для улучшения микро-

циркуляции и диффузии газов. Рекомендуемая температура нагрева 43°C и выше. Для стабилизации работы прибора необходимо его предварительно откалибровать и нагревать кожу в течение 20 мин до стабилизации работы прибора.

В настоящее время первоначальный энтузиазм, связанный с появлением этого метода, в значительной мере иссяк, так как при тщательном сравнении результатов, получаемых с помощью транскутанного мониторинга газов, и измерением их напряжения непосредственно в артериальной крови было показано, что их корреляция зависит от очень многих факторов, в частности от состояния перфузии тканей. Все это затрудняет интерпретацию полученных данных.

Однако применение транскутанных мониторов у новорожденных с различной острой патологией доказало свою целесообразность и может быть использовано для мониторинга, хотя необходимо дальнейшее накопление опыта. Следует отметить, что во избежание ожогов датчик необходимо переклеивать каждые 2–3 ч его работы.

Капнография. Измерение концентрации CO_2 в дыхательной смеси (вдыхаемой и выдыхаемой). Важнейшей характеристикой кривой является напряжение CO_2 в конечной порции выдыхаемого газа (end-tidal CO_2), которое обозначается как PetCO_2 . Фактически PetCO_2 отражает напряжение углекислоты в альвеолярном газе (P_ACO_2), которое в свою очередь очень близко напряжению углекислоты в артериальной крови (PaCO_2) – в норме разница между PaCO_2 и PetCO_2 не превышает 3–4 мм рт. ст. Следовательно, капнография с постоянным мониторингом PetCO_2 позволяет неинвазивно мониторировать напряжение углекислоты артериальной крови с высокой степенью достоверности.

Неинвазивный постоянный мониторинг капнограммы является одним из наиболее универсальных и информативных видов мониторинга в анестезиологии и интенсивной терапии. Более того, капнография является мониторингом первого ряда при проведении любой ИВЛ, так как именно на основе капнографии проводится оценка состояния легочной вентиляции.

Преимущества мониторинга углекислоты:

- рутинный мониторинг адекватности ИВЛ;
- определение возвратного дыхания;
- определения эмболии (внезапное уменьшение PetCO_2);

- определение злокачественной гипертермии (внезапное увеличение $PetCO_2$);
- контроль правильного положения эндотрахеальной трубки;
- контроль поддержания нормакапнии при ИВЛ.

Недостатки:

Невозможность использования у новорожденных.

Оксиметрия – мониторинг концентрации кислорода в дыхательной смеси. Оксиметрия имеет важное значение для мониторинга. Прежде всего она позволяет постоянно мониторировать FiO_2 (при дыхании воздухом FiO_2 составляет 21%, а при дыхании чистым кислородом – 100%). Особенно важен мониторинг FiO_2 у новорожденных и детей раннего возраста в связи с особой опасностью для них высоких концентраций кислорода. Считается, что для них при длительной оксигенотерапии безопасная концентрация FiO_2 не превышает 40%.

Инвазивный мониторинг газов крови

Стал широко использоваться в медицине критических состояний с конца 1950-х гг., когда Пол Аструп разработал метод измерения pCO_2 крови на основе электрохимического измерения pH. Существенным преимуществом современных приборов этого класса является возможность определять ряд важнейших параметров гомеостаза в микропробах крови – от 120 до 200 мкл (0,12–0,2 мл). Эти приборы позволяют в таком объеме пробы исследовать параметры кислотно-основного состояния (КОС): pH и избыток оснований – BE, газы крови (pO_2 , pCO_2), сатурацию гемоглобина кислородом (SO_2), гематокрит, гемоглобин (можно определить фетальный гемоглобин), важнейшие электролиты (K^+ , Na^+), мочевины, глюкозу, лактат и некоторые другие. Компьютерные программы позволяют определять ряд расчетных показателей (в частности содержание кислорода в артериальной и венозной крови CaO_2 и CvO_2).

Важным вопросом инвазивного мониторинга газов крови является кровь, которая подвергается исследованию. Венозную кровь, как правило, забирают из центрального катетера. Для получения истинных значений PaO_2 необходима пункция или катетеризация артерий.

На сегодняшний день для мониторинга критических состояний у детей и взрослых необходимы

знания о кислородном транспорте пациента. В качестве такого показателя может быть использован мониторинг насыщения центральной венозной крови кислородом ($ScvO_2$). Было определено, что этот показатель должен поддерживаться на уровне более 70%. В ряде исследований продемонстрировано, что поддержание $ScvO_2$ на уровне более 70% у детей с шоком приводит к значимому снижению летальности.

Измерение других *параметров дыхательной системы* (давления в дыхательных путях, вдыхаемого и выдыхаемого объема, механических свойств легких и других) проводится в современных аппаратах ИВЛ при ее проведении. При этом большие возможности предоставляет графический мониторинг, который позволяет оценивать в процессе ИВЛ дыхательные петли «поток–объем» и «объем–давление». Эта важная информация дает возможность подобрать оптимальные параметры вентиляции для каждого пациента.

3. Другие виды мониторинга

Мониторинг температуры проводится с помощью электронных термометров с цифровыми дисплеями в виде опций мониторов. В настоящее время для измерения температуры может использоваться аксиллярная, ректальная, пищеводная, тимпаническая, назофарингеальная, в мочевом пузыре, причем каждый вид мониторинга температуры имеет свои преимущества и недостатки. Данный вид мониторинга является стандартным при общей анестезии и интенсивной терапии в педиатрии. Лучше всего проводить мониторинг одновременно периферической (датчики на коже) и центральной температуры (температура крови в центральных сосудах). В этом случае можно оценивать не только отклонения от нормальной температуры, но и состояние кровообращения – при снижении сердечного выброса и централизации кровообращения происходит увеличение разницы между центральной и периферической температурой (ее называют температурной дельтой). В норме температурная дельта приблизительно равна 1 °C. При снижении СВ температурная дельта увеличивается, причем ее величина коррелирует с СВ – чем больше дельта, тем ниже СВ.

Мониторинг нервно-мышечной проводимости проводится у пациентов, получающих мышечные релаксанты. Сущность метода заключается

в электростимуляции периферического нерва (чаще всего локтевого) и записи ответного нервно-мышечного сокращения. Чаще всего используется режим серии четырех импульсов (ТОФ) который позволяет оценить не только степень глубины миорелаксации, но и восстановление нервно-мышечной проводимости по окончании введения мышечных релаксантов. Можно выделить несколько показаний для данного мониторинга.

При индукции – оптимальное время для интубации трахеи, определение вариабельности ответа; при поддержании – диагностику вариабельности ответа, определение индивидуальной потребности; при восстановлении – определение времени для реверсии блока, предупреждение остаточного блока.

Неврологический мониторинг. В последние годы на смену электроэнцефалографии в анестезиологии пришел метод определения так называемого биспектрального индекса с помощью BIS-мониторинга. Его преимущества заключаются в неинвазивности и относительной простоте применения. BIS-мониторинг облегчает титрование анестетиков и пробуждение, снижает частоту интраоперационного пробуждения. BIS-мониторинг показан при операциях у пациентов с травмой, в акушерстве, кардиохирургии, для случаев пробуждения в анамнезе. Остающиеся проблемы BIS-мониторинга: опиоиды не влияют на величину BIS, но снижают требования к анестетикам, применение кетамина затрудняет оценку показателей. Кроме того, ряд исследований свидетельствует о низкой информативности этого мониторинга у детей раннего возраста.

Церебральная оксиметрия – неинвазивный метод, позволяющий непрерывно измерять содержание гемоглобина и его фракций (дезоксигемоглобина) в тканях головного мозга. Кроме того, это дает возможность оценить окислительно-восстановительный статус цитохромоксидазы клеток головного мозга и вследствие этого тканевое дыхание клеток. Данный метод может быть полезен у больных при вероятности гипоксического или ишемического поражения головного мозга. Достоинством метода является его неинвазивность. Недостаток метода – получение с его помощью данных о насыщении не только артериальной, но и венозной и капиллярной крови головного мозга. В связи с этим анализ полученных данных часто представляет значительные трудности.

Внутричерепное давление. Его мониторинг проводится с помощью введения специальных датчиков в субарахноидальное пространство. Мониторинг внутричерепного давления показан у больных с тяжелой черепно-мозговой травмой (3–8 баллов по шкале комы Глазго), внутричерепным и субарахноидальным кровоизлиянием, гидроцефалией, гипоксическим поражением мозга, инфекциями ЦНС.

Диурез. Для его измерения необходима катетеризация мочевого пузыря.

Мониторинг диуреза позволяет оценивать не только количество выделенной мочи, но и адекватность почечной перфузии. При этом следует измерять почасовой диурез в мл/кг/ч. Отметим, что надо стремиться поддерживать его на уровне, близком к 1 мл/кг/ч. При цифрах 0,5 мл/кг/ч можно говорить об олигурии. При проведении агрессивной инфузионной терапии на основании почасового диуреза строится план режима такой терапии.

Биохимический мониторинг проводится в зависимости от характера патологии. При необходимости те или иные показатели могут исследоваться несколько раз в сутки.

Под **микробиологическим мониторингом** понимают периодический анализ микробиологических исследований, проведенных с определенными временными интервалами. Он показан при опасности развития инфекционных осложнений. При этом необходим микробиологический контроль различных сред организма: крови, мочи, бронхиального секрета, ротоглотки и т.п. Важно отметить, что микробиологический мониторинг включает обязательный контроль микрофлоры в ОРИТ для выявления лидирующих групп микроорганизмов, появление новых бактерий и динамики антибиотикорезистентности. Такой мониторинг должен проводиться не реже одного раза в месяц. Полученные данные позволяют строить алгоритмы антибиотикотерапии в конкретном ОРИТ и являются основаниями для внедрения в практику новых антибиотиков.

Заключение

Таким образом, мониторинг должен быть обеспечен всем детям при проведении анестезиологического пособия и в отделении интенсивной терапии.

В педиатрической практике терапии следует стремиться к максимальной неинвазивности мониторинга, хотя определенной степени инвазивности полностью избежать не удастся. Показания к инвазивному мониторингу строго ограничены. Более того, чем тяжелее состояние больного, тем более ему показан инвазивный мониторинг.

При этом сам по себе мониторинг не может улучшить результаты лечения, если он связан с соответствующим клиническим протоколом или терапевтической целью. Это особенно важно, так как многие клинические исследования показали, что использование мониторинга без соответствующего связанного протокола не имеет никакой пользы для результатов терапии, в то время как исследования, оценивающие протоколы лечения на ранней стадии патологических процессов, продемонстрировали эффективность в отношении снижения летальности и осложнений.

Имеющиеся в литературе лечебно-диагностические модальности мониторинга у педиатрического пациента могут быть разделены на стандарты, рекомендации и опции при проведении общей анестезии и нахождении в интенсивной терапии.

Уровня стандарта достигли следующие положения:

1. Прошедшие первичную специализацию (квалифицированные) специалист(ы) в области анестезиологии-реанимации должен(ы) присутствовать в операционной в течение всего времени проведения анестезиологического пособия.

2. Системы мониторинга подсоединяются к пациенту до начала манипуляций и остаются в таком состоянии на всем протяжении анестезиологического пособия и/или интенсивной терапии.

3. При всех видах анестезиологического пособия и интенсивной терапии у детей должен проводиться мониторинг следующих показателей:

- пульсоксиметрия;
- ЭКГ не менее одного отведения;
- неинвазивное определение АД;
- термометрия;
- почасовой диурез.

В случае проведения ИВЛ в обязательном порядке добавляется:

- содержание кислорода во вдыхаемой смеси (FiO_2);
- содержание CO_2 в выдыхаемой смеси;
- герметичность дыхательного контура.

4. Показатели мониторинга регистрируют в специальных (адаптированных для конкретного лечебного учреждения) анестезиологических или реанимационных картах и сохраняют их в истории болезни или ее эквиваленте. При проведении анестезиологического пособия не реже одного раза в 10 мин. При проведении интенсивной терапии не реже одного раза в 2 ч.

5. Ответственный участник анестезиолого-реанимационной бригады должен быть уверен в работоспособности оборудования. Пределы тревог должны быть установлены соответствующим образом до начала манипуляций

Уровня рекомендации достигли следующие положения:

1. Показания к инвазивному мониторингу гемодинамики:

- критические пациенты с нестабильной гемодинамикой (шок, гипоперфузия, ОРДС и т. д.);
- инфузия инотропов и вазоактивных препаратов;
- большие хирургические вмешательства (кардиоторакальные, абдоминальные, нейро- и т. д.);
- анализ газов артериальной крови.

2. Мониторинг центрального венозного давления.

Проводится критическим пациентам с ожидаемыми и/или предполагаемыми нарушениями волеми, при массивной инфузии и для параллельного исследования насыщения центральной венозной крови кислородом (ScvO_2).

3. Мониторинг нервно-мышечной проводимости.

Проводится у больных, получающих мышечные релаксанты для определения оптимального времени интубации трахеи, индивидуальной потребности миорелаксанта, времени для реверсии блока и предупреждении остаточного блока.

4. Мониторинг газов крови.

Проводится всем пациентам, находящимся на ИВЛ для контроля напряжения углекислоты (pCO_2), кислорода (pO_2) и кислотно-основного состояния (КОС).

5. Мониторинг внутричерепного давления.

Проводится пациентам с тяжелой черепно-мозговой травмой (3–8 баллов по шкале комы Глазго), внутричерепными и субарахноидальными кровоизлияниями, тяжелой гидроцефалией.

Уровня опции достигли следующие положения:

1. BIS-мониторинг проводится в течение общей анестезии при высокой вероятности интраопе-

- рационного пробуждения, при обширных кардио- и других хирургических вмешательствах.
- Церебральная оксиметрия может проводиться у пациентов с гипоксическим или ишемическим поражением головного мозга.
 - У пациентов на ИВЛ при подозрении на ОРДС проводится углубленный мониторинг дыхательных петель: объем – давление (VT/Paw), объем – поток (VT/V), давление – поток (Paw/V).
 - Микробиологический мониторинг различных сред организма (крови, мочи, бронхиального секрета, ротоглотки и т.п.) проводится при опасности развития инфекционных ослож-

нений. Также он включает обязательный контроль не реже одного раза в 3 мес микрофлоры в ОРИТ для выявления лидирующих групп микроорганизмов, появление новых бактерий и динамики антибиотикорезистентности.

Не рекомендуется

- Исследование капиллярной («артериализированной») крови для определения артериального напряжения кислорода (PaO₂).
- Использование венозного катетера, находящегося в нижней полой вене для измерения ЦВД и ScvO₂.

Список литературы

- Детская анестезиология и реаниматология / Под ред. В.А. Михельсона, В.А. Гребенникова. – М., 2001. – 480 с.
- Зильбер А.П. Медицина критических состояний. – Петрозаводск, 1995. – Кн. 1. – 356 с.
- Зильбер А.П. Клиническая физиология в анестезиологии и реаниматологии. – М., 1984. – 480 с.
- Клиническая анестезиология / Под ред. Д.М. Моргана-мл., М.С. Михаила; пер. с англ. – М.: БИНОМ, 2005. Кн. первая. – 400 с.
- Киров М.Ю., Кузьков В.В., Комаров С.А. Внесосудистая вода в легких как ориентир при проведении целенаправленной терапии // Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2014. № 1. С. 33–43.
- Лекманов А.У. Мониторинг в интенсивной терапии // Интенсивная терапия в педиатрии / Под ред. В.А. Михельсона. – М.: Гэотар, 2003. С. 138–157.
- Руководство по анестезиологии / Под ред. А.Р. Эйткенхеда, Г. Смита; пер. с англ. – М., 1999. – 488 с.
- Шурыгин И.А. Мониторинг дыхания. – М., 2000. – 301 с.
- American Society of Anesthesiologists: Standards for basic anesthetic monitoring; <http://www.asahq.org>.
- American Association for Respiratory Care: Clinical practice guideline. Transcutaneous blood gas monitoring for neonatal and pediatric patients // Respir. Care. 1994. Vol. 39. P. 1176.
- Bellomo R., Pinsky M.R. Invasive haemodynamic monitoring // J. Tinker, D. Browne, W.J. Sibbald (eds). Critical Care: Standards, Audit and Ethics. –L.: Edwards Arnold, 1996. P. 82–105.
- Bullock R.M., Chesnut R.M., Clifton G.L. et al. Indications for intracranial pressure monitoring // J. Neurotrauma. 2000. Vol. 17. P. 479–491.
- Caplan R.A. et al. P. Role of monitoring devices in anesthesia: a closed claims analysis // Anesthesiology. 1990. Vol. 72. P. 828–833.
- Caples S.M., Hubmayr R.D. Respiratory monitoring tools in the intensive care unit // Cur. Opin. Crit. Care. 2003. Vol. 9. P. 230–235.
- Carcillo J.A. et al. Shock and Shock Syndromes // Pediatric Critical Care / S. and M.P. Washington (Eds.). – Lippincott Williams & Wilkins, 2006. P. 196–241.
- Cessoni et al. What is fluid challenge? // Cur. Opin. Crit. Care. 2011. Vol. 17. P. 290–295/
- Chong S.W., Peyton P. A meta-analysis of the accuracy and precision of the ultrasonic cardiac output monitor (USCOM) // Anaesthesia. 2012. Vol. 67. P. 1266–1271.
- de Olivera F.C., Carcillo J. A beneficial role of central venous oxygen saturation-targeted septic shock management in children: follow the paediatric story not only the adult // Paediatr. Crit. Care Med. 2014. Vol. 15, N 4. P. 380–381.
- de Oliveira C.F., de Oliveira D.S., Gottschald A.F. et al. ACCM/PALS haemodynamic support guidelines for paediatric septic shock: an outcomes comparison with and without monitoring central venous oxygen saturation // Int. Care Med. 2008. Vol. 34. P. 1065–1075.

20. Drew B.J., Califf R.M., Funk M. et al. Practice standards for electrocardiographic monitoring in hospital settings: an American Heart Association scientific statement from the Councils on Cardiovascular Nursing, Clinical Cardiology, and Cardiovascular Disease in the Young: endorsed by the International Society of Computerized Electrocardiology and the American Association of Critical-Care Nurses // *Circulation*. 2004. Vol. 110. P. 2721.
21. Dubreuil M. Invasive monitoring in children – indications // *Proceedings of 4 Eur. Cong. of Paediatric Anaesth.* – Paris, 1997. P. 23–32.
22. Eichhorn J.H., Cooper J.B., Cullen D.J. et al. Standards for patient monitoring during anesthesia at Harvard Medical School // *JAMA*. 1986. Vol. 256. P. 1017.
23. Fagnoul D., Vincent J.-L., Backer D.D. Cardiac output measurements using the bioreactance technique in critically ill patients // *Crit. Care*. 2012. Vol. 16, N 6. P. 460.
24. Gaspar H.A., Morhy S.S., Lianza A.C. et al. Focused cardiac ultrasound: a training course for pediatric intensivists and emergency physicians // *BMC Med. Educ*. 2014. Vol. 14. P. 25.
25. Gattinoni L., Valenza F., Carlesso E. Adequate hemodynamics: a question of time? // M.R. Pinsky, D. Payen (Eds). *Functional Hemodynamic Monitoring*. – Springer: Heidelberg, 2005. P. 69–86.
26. Ghanayem N.S., Wernovsky G., Hoffman G.M. Nearinfrared spectroscopy as a hemodynamic monitor in critical illness // *Pediatr. Crit. Care Med*. 2011. Vol. 12, N 4. P. 27–32.
27. Hall J.B. Mixed venous oxygen saturation (SvO₂) // M.R. Pinsky, D. Payen (Eds). *Functional Hemodynamic Monitoring*. – Springer: Heidelberg, 2005. P. 233–240.
28. Kahler A.C., Mirza F. Alternative arterial catheterization site using the ulnar artery in critically ill pediatric patients // *Pediatr. Crit Care Med*. 2002. Vol. 3. P. 370.
29. Irwin and Rippe's Intensive Care Medicine. Lippincott Williams & Wilkins, 2008. – 487 p.
30. Knirsch W., Kretschmar O., Tomaske M. et al. Comparison of cardiac output measurement using the CardioQP oesophageal Doppler with cardiac output measurement using thermodilution technique in children during heart catheterization // *Anaesthesia*. 2008. Vol. 63, N 8. P. 851–855.
31. Knirsch W., Kretschmar O., Tomaske M. et al. Cardiac output measurement in children: comparison of the ultrasound cardiac output monitor with thermodilution cardiac output measurement // *Int. Care Med*. 2008. Vol. 34, N 6. P. 1060–1064.
32. Lee L.A., Domino K.B. The closed claims project has it influenced anesthetic practice and outcome? // *Anesthesiology Clin. N. Am*. 2002. Vol. 20. P. 485–501.
33. Lefrant J.Y., Muller L., de la Coussaye J.E. et al. Temperature measurement in intensive care patients: comparison of urinary bladder, oesophageal, rectal, axillary, and inguinal methods versus pulmonary artery core method // *Int. Care Med*. 2003. Vol. 29. P. 414.
34. Lemson J., Nusmeier A., van der Hoeven J.G. et al. The pulmonary artery catheter in the pediatric intensive care unit: not the way to go // *Pediatr. Crit. Care Med*. 2012. Vol. 13, N 2. P. 250–251.
35. Lichtenstein D. et al. Ten good reasons to practice ultrasound in critical care // *Anesthesiology Int. Therapy*. 2014. Vol. 46, N 5. P. 323–335.
36. Marik P.E., Beram M., Bodbak V. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? // *Chest*. 2007. Vol. 134. P. 172–178.
37. Marik P.E., Cavallazzi R. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? An updated meta-analysis and plea for some common sense // *Crit. Care Med*. 2013. Vol. 41. P. 1774–1781.
38. McLuckie A., Murdoch I.A., Marsh M.J. et al. A comparison of pulmonary and femoral artery thermodilution cardiac indices in paediatric intensive care patients // *Acta Paediatr*. 1996. Vol. 85. P. 336–338.
39. Morgan T.J. Hemodynamic Monitoring // A.D. Bernsten, N. Soni, T.E. Oh (Eds). *Oh's Intensive Care Manual*. – Burlington: Butterworth-Heinemann, 2003. P. 83–86.
40. Moshkovitz Y., Kaluski E., Milo O. et al. Recent developments in cardiac output determination by bioimpedance: comparison with invasive cardiac output and potential cardiovascular applications // *Cur. Opin. Cardiol*. 2004. Vol. 19. P. 229–237
41. Oxford Handbook of Critical Care / Dr. Mervyn Singer, Dr. Andrew R. Webb (Eds.). – NY: Oxford University Press Inc., 2006. – 605 p.
42. Pauli C., Fakler U., Genz T. et al. Cardiac output determination in children: equivalence of the transpulmonary thermodilution method to the direct Fick principle // *Int. Care Med*. 2002. Vol. 28. P. 947–952.
43. Perkin R., Anas N. 'Pulmonary artery catheter' // *Paediatric. Int. Care Medicine*. 2011. N 4 (Suppl.). S. 12–20.

44. Phillips R., Hood S., Jacobson B. et al. Pulmonary artery catheter (PAC) accuracy and efficacy compared with flow probe and transcutaneous Doppler (USCOM): an ovine cardiac output validation // *Crit. Care Res. Pract.* 2012. Article ID 621496.
45. Pinsky M.R., Payen D. Functional hemodynamic monitoring, update in intensive care and emergency medicine. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. Vol. 42. P. 241.
46. Proulx F., Lemson J., Choker G. et al. Hemodynamic monitoring by transpulmonary thermodilution and pulse contour analysis in critically ill children // *Pediatr. Crit. Care Med.* 2011. Vol. 12, N 4. P. 459–466.
47. Ranjit S., Aram G., Kissoon N. et al. Multimodal monitoring for hemodynamic categorization and management of pediatric septic shock: a pilot observational study // *Pediatr. Crit. Care Med.* 2014. Vol. 15, N 1. e17–26.
48. Rivers E., Nguyen B., Havstad S. et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock // *New Engl. J. Med.* 2001. Vol. 345. P. 1368–1377.
49. Sandham J.D., Hull R.D., Brant R.F. et al. A randomized, controlled trial of the use of pulmonary-artery catheters in high-risk surgical patients // *New Engl. J. Med.* 2003. Vol. 348. P. 5–14.
50. Schwartz D., Wu A., Han D. et al. BIS in children during maintenance anesthesia // *Rom. Anest. Ter. Intensiv.* 2011. Vol. 18, N 2. P. 95–100.
51. Shoemaker W.C., Wo C.C., Yu S. et al. Invasive and noninvasive haemodynamic monitoring of acutely ill sepsis and septic shock patients in the emergency department // *Eur. J. Emerg. Med.* 2000. Vol. 7. P. 169.
52. Tinker J., Dull D., Caplan R. et al. Role of monitoring devices in prevention of anesthetic mishaps: a closed claims analysis // *Anesthesiology.* 1989. Vol. 71. P. 541–546.
53. Sankar J., Suresh C.P. et al. Early goal-directed therapy in pediatric septic shock: comparison of outcomes «with» and «without» intermittent superior venacaval oxygen saturation monitoring: a prospective cohort study // *Paediatr. Crit. Care Med.* 2014. Vol. 15, N 4. P. 157–167.
54. Scott J.P., Hoffman G.M. Near-infrared spectroscopy: exposing the dark (venous) side of the circulation // *Paediatr. Anaesth.* 2014. Vol. 24, N 1. P. 74–88.
55. Squara P. Matching total body oxygen consumption and delivery: a crucial objective? // *Int. Care Med.* 2004. Vol. 30. P. 2170–2179.
56. Theile R.H., Bartels K., Gan T.J. Cardiac output monitoring: a contemporary assessment and review // *Crit. Care Med.* 2014, Sept.
57. Tibby S.M., Hatherill M., Marsh M.J. et al. Clinical validation of cardiac output measurements using femoral artery thermodilution with direct Fick in ventilated children and infants // *Int. Care Med.* 1997. Vol. 23. P. 987–991.
58. Turnham H., Brierley J. New Methods of Monitoring Shock in Children // *Cur. Treat. Opt. Ped.* 2015. Vol. 1. P. 15–24.
59. Tweddell J.S., Ghanayem N.S., Hoffman G. Pro: NIRS is «standard of care» for postoperative management // *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg. Pediatr. Card. Surg. Ann.* 2010. Vol. 13, N 1. P. 44–50.
60. Vincent J.L. et al. Clinical review: update on hemodynamic monitoring – a consensus of 16 // *Crit. Care.* 2011. Vol. 15. P. 229–240.
61. Webb R.K., van der Walt J.H., Runciman W.B. et al. Which monitor? An analysis of 2,000 incident reports // *Anaesth. Int. Care.* 1993. Vol. 21. P. 529–542.
62. Wilson I., Cecconiy M., Rhodes A. The Use of Hemodynamic Monitoring to Improve Patient Outcomes in Intensive Care Medicine annual Update 2007 / Ed. J.-L. Vincent Brussels. – Belgium, 2007. P. 471–478.
63. Working Group on Non-invasive Haemodynamic Monitoring in Paediatrics, Wondsirimetheekul T., Khositseth A., Lertbunriyan R. Non-invasive cardiac output assessment in critically ill paediatric patients // *Acta Cardiol.* 2014. Vol. 69, N 2. P. 167–173.

Разработчики издания

**ЛЕКМАНОВ
Андрей Устинович**

Профессор, доктор медицинских наук, руководитель отделения анестезиологии и терапии критических состояний НИИ хирургии детского возраста ГБОУ ВПО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, ДГКБ №9 им. Г.Н. Сперанского, Москва.
E-mail: aulek@rambler.ru.