

**ФГБОУ ВО "Красноярский государственный медицинский университет имени
профессора В.Ф.Войно-Ясенецкого" Министерства здравоохранения Российской
Федерации**

Кафедра анестезиологии и реаниматологии ИПО

Зав .кафедрой: ДМН, профессор Грицан А. И.

Реферат на тему:

**Анатомо-физиологические особенности ребенка с точки зрения
анестезиолога**

Выполнила: Ординатор 2 года Бучатская К.И.

Красноярск 2021

Содержание:

Введение

Анатомо-физиологические особенности ребенка с точки зрения анестезиолога:

- Нервная система
- Система кровообращения
- Система дыхания.
- Водно-электролитный обмен и КОС
- Другие особенности метаболизма
- Терморегуляция

Список литературы

Введение

В педиатрической практике анестезия осуществляется по общим принципам анестезиологии. Основная задача - защита больного от операционной травмы и обеспечение оптимальных условий для проведения хирургических вмешательств. Очевидно, что выполнение этой задачи обеспечивается достижением различных компонентов анестезии. Методы и технические приемы, позволяющие осуществить эти принципы, могут различаться, что связано главным образом с анатомо-физиологическими особенностями ребенка. Наиболее четко эта специфика проявляется при анестезии новорожденных и детей раннего возраста.

Особенности анестезии в педиатрической практике реализуются на основании общего принципа - каждому больному своя анестезия. Речь, естественно, идет не об особом виде анестезии, анестетика и т.п. Важно правильно определить необходимые компоненты анестезии в каждом конкретном случае. Так, для новорожденных детей не столь важны угнетение сознания и снижение психического восприятия. В то же время особое значение для них имеет обеспечение таких компонентов анестезии, как поддержание адекватного газообмена, гемодинамики, аналгезии, температурного режима. У детей дошкольного и школьного возраста в дополнение к указанному особое внимание следует обратить на щажение психики. Ребенку трудно объяснить необходимость оперативного вмешательства, и он ни при каких обстоятельствах «не должен присутствовать на собственной операции», т.е. любые операции и манипуляции должны проводиться под общей анестезией [Михельсон В.А., 1985].

Совершенно очевидно, что детский анестезиолог должен хорошо знать анатомо-физиологические особенности ребенка и быть квалифицированным педиатром. Эти знания необходимы для оценки основных жизненно важных функций, их коррекции и поддержания перед операцией, в процессе анестезии и в стадии пробуждения

Анатомо-физиологические особенности ребенка с точки зрения анестезиолога

Анатомо-физиологические особенности детского организма являются основным фактором, определяющим специфику анестезиологической защиты ребенка. Эти особенности и отличия от взрослых больных наиболее выражены у новорожденных и детей раннего возраста. Новорожденный и, особенно, недоношенный ребенок, страдающий тем или иным заболеванием, с точки зрения анестезиолога представляет собой пациента с очень высокой степенью риска. Объясняется это многими причинами.

Само рождение ребенка является физиологическим стрессом, во время которого резко меняются механизмы функционирования кровообращения, газообмена, энергетического обмена и выделения. В первые месяцы жизни, а иногда и дольше ряд жизненно важных систем морфологически и функционально еще недостаточно развиты. Наблюдается несоответствие в темпах созревания различных систем («дисфункция созревания»), например высокое потребление кислорода и недостаточно созревшая система дыхания или чрезмерная теплоотдача в связи с относительно большой поверхностью тела и недостаточная теплопродукция из-за небольшой мышечной массы и т.п.

На отдельных этапах (1, 2, 3-й день жизни, 1-я неделя и т.д.) новорожденный по-разному реагирует на вредные воздействия, а также на методы интенсивного лечения. Лабильность ответных реакций, легкая ранимость тканей значительно быстрее, чем у взрослых, приводят к травме, отеку, кровоизлияниям и нарушению жизненно важных функций. Лабильность и незрелость ЦНС, малая масса тела и, соответственно, незначительные энергетические запасы предрасполагают к тому, что под воздействием различных факторов, в том числе интенсивной терапии, новорожденный гораздо быстрее взрослого переходит из одного критического состояния в другое. Так, «небольшие» неточности в инфузионной терапии на фоне дегидратации могут быстро привести к гипергидратации, неадекватная оксигенотерапия при гипоксемии опасна возникновением гипероксии и т.д. Важно отметить, что многие нормальные константы жизнедеятельности ребенка раннего возраста изучены менее точно, чем у взрослого человека. Определение ряда электрофизиологических, биохимических и других показателей у маленьких пациентов более сложно, опасно, трудновыполнимо, а иногда и невозможно. Это затрудняет как диагностику, так и коррекцию различных нарушений.

Существует также ряд анатомо-физиологических особенностей, важных для анестезиолога, и у детей других возрастных групп.

Нервная система

Головной мозг новорожденного ребенка относительно массы тела гораздо больше, чем у взрослого, за счет повышенной гидрофильности и значительно большего содержания жидкости. Извилины коры головного мозга плохо выражены и дифференцированы, дифференцировка нервных волокон происходит в 3 года, а полностью заканчивается к 8 годам. У таких пациентов недостаточно развиты ретикулярная формация и другие подкорковые отделы, а также гематоэнцефалический барьер. Учитывая эти особенности, анестезиологу следует помнить о том, что у детей раннего возраста значительно больше вероятность и опасность возникновения генерализованной судорожной реакции в ответ на раздражители: гипотермию и гипертермию, болевой фактор, гипергидрагацию и дегидратацию, некоторые анестетики и другие препараты. Гидрофильность тканей и повышенная проницаемость гематоэнцефалического барьера predisполагают к отеку и набуханию мозга при гипергидрагации.

Незрелость вегетативной нервной системы проявляется отсутствием адекватного контроля, а следовательно, и стабилизации кровообращения, дыхания, мышечного тонуса, терморегуляции.

Анестезиологу следует помнить, что морфофункциональные особенности МНС выражаются в упрямстве у детей 2-3 лет, негативизме у детей более старшего возраста, повышенной стыдливости у девочек.

Система кровообращения

В процессе рождения и в 1-е сутки жизни кровообращение ребенка претерпевает резкие изменения. У плода оксигенированная кровь из плаценты поступает через пупочные вены в нижнюю полую вену, затем в правое предсердие и через овальное отверстие в левое предсердие, желудочек и аорту. С первым вдохом и расправлением легкого резко снижается сопротивление легочных сосудов и возрастает легочный кровоток, увеличивается давление в левом предсердии. Через 10-15 ч это приводит к функциональному закрытию овального отверстия, анатомическое же закрытие его происходит через 2-3 нед, после чего устанавливается нормальный тип кровообращения. Однако под влиянием гипоксемии, гиперкапнии и ацидоза на этом переходном этапе возникает вазоконстрикция легочных сосудов и происходит шунтирование через артериальный проток и овальное отверстие, что усугубляет гипоксемию.

Такая ситуация может возникнуть при болезни гиалиновых мембран, диафрагмальной грыже. Применение бета-адреноблокаторов, ингаляции кислорода в высоких концентрациях могут в определенной степени нивелировать это осложнение [Михельсон В. А. и др., 1980].

Относительно большая емкость капиллярного русла и недостаточно совершенная регуляция сосудистого тонуса обуславливают значительные колебания артериального давления и частоты пульса (табл. 1).

Таблица 1. Частота пульса и артериальное давление у новорожденных и грудных детей

Возраст	Частота пульса в минуту	Артериальное давление, мм рт. Ст.	
		систолическое	Диастолическое
Новорожденный	130-180	65-80	15-45
1 нед	115-140	70- 80	40- 45
1 мес	110-130	75-80	45-50
1 год	100-110	85-40	50-55

У новорожденного скорость кровотока примерно в 2 раза выше, чем у взрослого, что связано с повышенным потреблением кислорода и более высоким обменом. Увеличен также относительный ОЦК. В табл.2 приведены показатели ОЦК (по данным Г.М. Савельевой).

Таблица 2. ОЦК и его компоненты в зависимости от массы тела здоровых новорожденных

Масса тела	Гематокрит	ОЦК		ОЦП		ОЦЭ	
		Мл	Мл/кг	мл	Мл/кг	мл	Мл/кг
2500-3000	55	329,8	113,0	148,8	50,9	181,3	61,6
3005-3500	53	327,0	98,4	148,9	46,6	171 8	51 7
3505-4000	52	366,5	96,2	175,6	61,1	190,6	60,1
4005-4500	56	498,6	94,9	171,7	40,8	226,9	54 0

Примечание. ОЦП - объем циркулирующей плазмы, ОЦЭ - объем циркулирующих эритроцитов.

Более половины циркулирующей крови у новорожденного находится в венозном русле, значительная часть в легких и сердце и лишь 5% в капиллярах, в связи с чем при централизации кровообращения очень быстро наступают нарушение микроциркуляции, тканевая гипоксия и ацидоз. На это следует обращать особое внимание у детей с кишечной непроходимостью, перитонитом, септическим состоянием, когда имеет место гиповолемия. У детей раннего возраста отмечается более высокое содержание гемоглобина. Физиологически это необходимо для обеспечения более эффективного транспорта кислорода. Однако более высокий гематокрит и наличие фетального гемоглобина приводят к гемоконцентрации и ухудшению реологических свойств крови, поэтому в предоперационном периоде часто необходимо проводить гемодилюцию.

Система дыхания

У детей раннего возраста система дыхания еще менее стабильна и развита, чем

кровообращение. Любые вредные воздействия быстрее всего оказывают отрицательное влияние на газообмен. Верхние дыхательные пути, начиная от полости носа, очень узкие, слизистые оболочки их чрезмерно васкуляризованы и склонны к отеку. Просвет трахеи также относительно узок, слизистая оболочка ее рыхлая, хорошо васкуляризована. В связи с этим у детей раннего возраста резко возрастает опасность отека и обструкции верхних дыхательных путей. Увеличение толщины слизистой оболочки трахеи новорожденного ребенка на 1 мм уменьшает просвет трахеи на 75%. Язык и надгортанник относительно больших размеров, гортань расположена высоко, что, по мнению некоторых анестезиологов, усложняет технику интубации трахеи.

Следует помнить, что у маленьких детей правый главный бронх короткий, относительно широкий и отходит под небольшим углом от трахеи. Эндотрахеальная трубка легко «проскакивает» в этот бронх. Горизонтальное расположение ребер у новорожденного и высокое стояние диафрагмы резко ограничивают возможность увеличения ДО. Минутная вентиляция может повыситься лишь за счет ЧД. Но увеличение ее более чем до 60 в минуту связано с резким увеличением работы дыхания и быстро приводит к декомпенсации.

Легкие у детей раннего возраста содержат много соединительной ткани, более плотны. Многие альвеолы еще полностью не расправлены, оболочка их более полнокровна. Все это в сочетании с узостью дыхательных путей приводит к значительному увеличению работы дыхания, особенно при нарушении проходимости дыхательных путей. У новорожденных и, особенно, недоношенных детей часто наблюдаются уменьшение количества сурфактанта и снижение активности этой системы. Это приводит к коллапсу легких (табл. 3).

Как видно из приведенного краткого обзора, организм ребенка раннего возраста, обеспечивая необходимый высокий уровень газообмена, не обладает достаточными адаптационными возможностями, поэтому патологические воздействия без своевременной защиты и коррекции очень быстро приводят к серьезным нарушениям гомеостаза. Необходимо также подчеркнуть, что изменения в системе дыхания приводят к нарушениям таких недыхательных функций легкого, как барьерная роль (фильтрация и метаболизм фибрина, деформированных клеток), тромбопластина и снижение фибринолитической активности крови, образование гепарина и др. [Gregory G.A, 1981].

Таблица 3. Некоторые показатели функции легких у новорожденного и взрослого

Показатель	Новорожденный	Взрослый
Масса легких, г	50	800
Диаметр трахеи мм	4-8	18

Диаметр альвеол мм	0,05-0,1	0,2-0,3
Общая альвеолярная поверхность м ²	4	80
Число альвеол	24 X 10 ⁶	296 10 ⁶
Жизненная емкость легких мл/кг	33	52
Дыхательный объем мл/кг	6	7
Частота дыхания мин -1	40	20
Мертвое пространство мл/кг	22	22
Функциональная остаточная емкость мл/кг	30	34
Альвеолярная вентиляция мл/кг в минуту	120	60
Потребление кислорода мл/кг в минуту	69	33
Растяжимость легких л/см вод ст	0004	0015
Аэродинамическое сопротивление дыхательных путей см вод ст /л с	40	20

Водно-электролитный обмен и КОС

Одной из особенностей водно-электролитного обмена у детей раннего возраста является значительная вариабельность его в различные периоды и даже дни. Это связано с ежедневным изменением массы тела, структурными изменениями клеток и тканей, активностью и т.п. Общее количество воды в организме новорожденного составляет 75-80%, а у недоношенных до 85% массы тела. Количество внеклеточной жидкости на единицу массы тела в 2 раза выше, чем у взрослого. В первые несколько дней после рождения масса тела ребенка уменьшается (физиологическая потеря), что связывают с недостаточным поступлением жидкости и повышенным катаболизмом после родового стресса (табл. 4, 5)

Таблица 4. Показатели водного обмена и компонентов циркулирующей крови новорожденных и взрослых

Показатель обмена	Новорожденный	Взрослый
Вода % массы тела	65-76	58- 62
Внеклеточная вода % массы тела	31-65	18- 22
Внутриклеточная вода % массы тела	35- 43	38 42
Объем циркулирующей плазмы, мл/кг	316- 465	42 7 489 (М)
(% массы тела)	(4, 7)	406 43 1 (Ж)
ОЦК мл/кг	685- 1003	75 80 (М)
		65 77 (Ж)

Потеря плазменного объема жидкости приводит к гемоконцентрации гематокрит увеличивается до 65-70% на фоне повышения содержания гемоглобина. Эти же механизмы могут вызывать повышение вязкости крови, гиперкалиемию, а также резкое уменьшение выделения мочи в первые дни жизни ребенка [Исаков Ю.Ф. и др., 1985].

В табл. 6 приведено содержание электролитов в первые дни жизни по данным различных авторов.

Таблица 5. Суточные потери жидкости у детей и взрослых по данным различных авторов

Автор, год публикации	Обследуемый	Объем		Потеря жидкости мл			Колебания массы тела, г
		полученного молока, мл	через почки	через кишечник	через легкие и кожу	Всего	
А.Ф. Тур (1963)	Новорожденный						
	1-й день жизни	10	48	51	98	197	-187
	2 и »	91	53	26	79	158	-67
	3 и »	247	172	3	85	260	- 13
	4 и »	337	226	13	92	331	+6
Керпель-Фрониус (1964)	Новорожденный		120- 240	10 60	120-300	300 600	
	Взрослый		1000-2000	50-100	500-1000	1550-3100	
Ю.Е. Вельтищев (1967)	Ребенок с массой тела до 10 кг		200- 500	25-40	75-300	300-840	-
	Взрослый		800-1200	100-200	600-1000	1500-2400	
Уиткинсон (1974)	Новорожденный		30-100	96-109		126-209	

Большинство исследователей считают, что в первые дни жизни у ребенка имеется тенденция к метаболическому ацидозу и дыхательному алкалозу. Но на 7-10 и день показатели КОС приближаются к нормальным. Форсированное проведение ИВЛ у этих пациентов может быстро привести к дыхательному алкалозу. Быстрая коррекция гиповолемии способствует возникновению ацидоза. Это объясняется тем, что при резком увеличении ОЦК и объема экстра-целлюлярной жидкости изменяется соотношение бикарбоната и угольной кислоты (уменьшение содержания бикарбоната) и соответственно рН сдвигается в кислую сторону.

Таблица 6. Содержание электролитов и осмоляльность биологических жидкостей

Показатель	Новорожденный	Взрослый
Na ⁺ Крови, ммоль/кг	70-82,5	41,9
Плазмы, ммоль/л	130-150	135-159
Эритроцитов, ммоль/л	12,5-19	16,3-23
Мочи, г (ммоль/л)	0-0,008 (50-60)	16 (150-220)
K ⁺ Крови, ммоль/кг	34,4-44,1	453
Плазмы, ммоль/л	3,5-7	4-6
Внутриклеточной жидкости, ммоль/л	150	110-140
Эритроцитов, ммоль/л	83-112	103-116
Мочи, г (ммоль/л)	20-30	30-90
Cl ⁻ Крови, ммоль/кг	47- 49,7	310
Плазмы, ммоль/л	99-124	96-108
Мочи, г (ммоль/л)	30-50	170-210
РН Мочи, г (ммоль/л)	5,2-5,9	5,5-6,5
Осмолярность:		
Плазмы, ммоль/л	200-295	310
Мочи, г (ммоль/л)	100-800	1200-1400
Плотность мочи, г/мл	1,001-1,020	1,017-1,025

Другие особенности метаболизма

Анестезиологу важно знать, что в первые дни после рождения у ребенка преобладают катаболические процессы. Потребление жира на единицу массы тела у новорожденных примерно в 7 раз, а у детей до 6 лет - в 4 раза выше, чем у взрослых. В раннем возрасте отмечается высокая толерантность к жиру, и при парентеральном питании дети лучше взрослых утилизируют жировые эмульсии. У новорожденного ребенка запасы гликогена значительно меньше, чем у взрослого, и при полном голодании могут быть полностью израсходованы.

Очевидно, этим объясняется «физиологическая» гипогликемия.

Теплорегуляция

Поддержание нормальной температуры тела у детей раннего возраста является одной из важных задач детского анестезиолога. Изменение температуры тела новорожденного, особенно недоношенного, в сторону как гипотермии, так и гипертермии быстро вызывает резкие нарушения жизнедеятельности, а иногда смерть. Снижение температуры на 0,5-0,7 °C приводит к нарушению отдачи тканям кислорода, ухудшению микроциркуляции, сладжингу и метаболическому ацидозу. При этом угнетается сердечная деятельность: снижаются сердечный выброс и частота сердечных сокращений, возникают аритмии вплоть до фибрилляции желудочков. В процессе анестезии такая гипотермия приводит к торможению гидролиза анестетиков и мышечных релаксантов, поскольку снижается ферментная функция печени. У детей, перенесших гипотермическую реакцию во время анестезии, наблюдаются замедленное пробуждение, угнетение рефлексов, а летальность среди недоношенных и новорожденных более высока.

Повышение температуры свыше 39,5 °C также чрезвычайно опасно для детей раннего возраста. Гипертермия снижает артериальное давление, вызывает тахикардию и аритмию, судорожную реакцию и отек мозга. У детей раннего возраста резкие нарушения температурной реакции гораздо опаснее и возникают значительно чаще, чем у взрослых. Объясняется это морфологическими и физиологическими особенностями этих пациентов, которые прежде всего заключаются в резком несоответствии процессов теплопродукции и теплоотдачи. Поверхность тела новорожденного на 1 кг массы тела в 3 раза больше, чем у взрослого, поэтому теплоотдача излучением (с поверхности тела) значительно больше, а относительная величина массы мышц, обеспечивающих теплопродукцию, значительно меньше.

Подкожная жировая клетчатка небольшой толщины, поэтому плохо сохраняет тепло, создаваемое мышцами и работой внутренних органов. Относительно большая перспирация также усиливает теплоотдачу. Существенную роль в процессе терморегуляции играет коричневая жировая ткань, располагающаяся в межлопаточной области, обволакивающая крупные сосуды в области ворот почек, печени, паховых и подмышечных областях. Эта ткань снабжена специальными терморецепторами и при необходимости сохраняет тепло либо усиливает теплоотдачу. У детей раннего возраста эти механизмы еще не развиты.

Таким образом, физиологические реакции детей раннего возраста не могут полностью обеспечить адекватную теплорегуляцию и температура тела у них в значительной степени зависит от внешней среды. Это обстоятельство накладывает на анестезиолога большую ответственность за поддержание у них нормальной

терморегуляции.

Прежде всего, у новорожденных и детей раннего возраста в предоперационном периоде, непосредственно перед операцией, в процессе анестезии и в ближайшем послеоперационном периоде должна проводиться тщательная термометрия. Лучше делать это с помощью мониторов и одного - двух ректальных датчиков. Температура в операционном зале должна быть 26-28 °С. Обычно новорожденных оперируют на столах с подогревом, а различные манипуляции также производят на специальных реанимационных обогреваемых столах. Целесообразно обеспечить вдыхание подогретой до 28-30°С и увлажненной газонаркотической смеси. Переливаемые внутривенно растворы должны быть подогреты до 32-35 °С.

Резкая гипертермическая реакция также крайне опасна, а в процессе анестезии она может усилиться. Повышение температуры, если это не связано с характером заболевания, по поводу которого проводится оперативное вмешательство, является противопоказанием к операции. При значительном повышении температуры тела во время анестезии в послеоперационном периоде следует применять физические методы охлаждения: раздевание ребенка, охлаждение тела вентилятором, обкладывание влажными холодными пеленками, сосудами со льдом, промывание желудка или прямой кишки охлажденными до 5-6 °С растворами, внутривенное введение растворов аналогичной температуры. Хороший эффект дает внутривенное или внутримышечное введение 50% раствора анальгина в дозе 0,1 мл на 1 г жизни ребенка, аминазина (1 - 1,5 мг/кг), дроперидола.

Гипертермическую реакцию не следует отождествлять с синдромом злокачественной, или «бледной», гипертермии.

Список литературы

1. Исаков Ю.Ф., Михельсон В.А., Штатов М.К. Инфузионная терапия и парентеральное питание в детской хирургии - М.: Медицина, 1985
2. Михельсон В.А, Костин Э.Д., Цыпин Л.Е. Анестезия и реанимация новорожденных Л. -Медицина, 1980.
3. Михельсон В.А Детская анестезиология и реаниматология - М : Медицина, 1985
4. Михельсон В.А., Георгиу Н.Д., Попова Т.Г. Кетаминный наркоз у детей Кишинев-Штиинца. -1987
5. Трушин А.И., Юревич В.М. Аппараты ингаляционного наркоза - М- Медицина, 1989
6. Beasley J. M., Jones E F A guide to paediatric anaesthesia. London: Blackwell Sci., 1980
7. Gregori Y A Respiratory failure in the child- New York: Churchill Livmgstone, 1981
8. Proceedings of the Second European Congress of Paediatric Anaesthesia.- Rotterdam, 1989.
9. Vaster M, Maxwell S. Y. Pediatric regional anesthesia//Anesthesiology.- 1989 - Vol 70 N 2 - P. 324 338.