

Анатомо-физиологические особенности детского организма

Д.мед.н. Курочкин М.Ю.

Нервная система

- Формирование нервной системы к моменту рождения не заканчивается как анатомически, так и функционально. К моменту рождения ствольные структуры ЦНС сформированы примерно на 60%, а кора головного мозга – на 10-20%. Число нервных клеток у новорожденного не превышает 25% от их количества у взрослого.
- Миелинизация нервных волокон в разных отделах нервной системы протекает в разное время. В ЦНС вначале миелинизируются чувствительные нейроны, а затем двигательные; в периферической – наоборот. Миелинизация полушарий головного мозга завершается к 3-4 году жизни.

Нервная система: восприятие боли

- Незавершенная миелинизация не подразумевает отсутствие функции, а лишь немного замедляет время передачи импульсов, что компенсируется более короткими межнейронными расстояниями.
- Поэтому новорожденные, даже глубоко недоношенные, способны испытывать боль и реагируют на нее гипертензией, тахикардией, увеличением внутричерепного давления выраженной нейроэндокринной реакцией.
- Все это определяет необходимость в обеспечении анальгезии или анестезии не только во время операций, но и при выполнении любых болезненных процедур.

Нервная система: восприятие боли

- Более того, болевой порог у новорожденных значительно ниже, чем у старших детей или взрослых. Маленький ребенок не может локализовать боль, и ответная реакция имеет более диффузный характер, быстро истощая компенсаторные возможности.
- При этом в первую очередь нарушается нормальное функционирование системы дыхания и кровообращения. Поэтому хорошее обезболивание во время операции, в послеоперационном периоде и при проведении интенсивной терапии способствует улучшению результатов лечения и выживаемости больных.

Нервная система: мозговой кровотока

- Регуляция мозгового кровотока осуществляется комплексом нейрогуморальных факторов. У взрослых мозговой кровотока остается постоянным в диапазоне колебаний среднего АД от 50 до 150 мм Hg.
- Для новорожденных детей границы такого диапазона не определены, но бесспорно, что он гораздо уже, чем у взрослых. Ауторегуляция мозгового кровотока у младенцев нарушается при воздействии различных неблагоприятных факторов, таких как гипоксия, операционный стресс, гипотермия и т.п.

- Колебания системного АД беспрепятственно передаются на артериальное русло головного мозга, при этом и без того хрупкие сосуды в субэпендимальной области не выдерживают колебаний внутрисосудистого давления и разрываются, обуславливая развитие перивентрикулярных (ПВК), а после прорыва крови в полость боковых желудочков, и внутрижелудочковых кровоизлияний.
- Причиной повышения давления в сосудах мозга может являться также затруднение венозного оттока, обусловленное увеличением внутричерепного или внутригрудного давления.
- ПВК могут развиваться в результате гипоксемии, гиперкапнии, ацидоза, артериальной гипотензии, сердечной недостаточности, сопровождающейся высоким ЦВД.

- Особое внимание следует обратить на ятрогенные этиологические факторы ПВК. Так, резкое повышение внутригрудного давления на фоне применения жестких параметров ИВЛ, десинхронизации ребенка с респиратором, развития пневмоторакса может обусловить как колебания системного АД, так и затруднение венозного оттока из головного мозга с последующим развитием ПВК.
- Быстрое восполнение дефицита ОЦК коллоидными препаратами и струйное введение гиперосмолярных растворов, интубация, санация трахеи и бронхов, грубое выполнение лечебно-диагностических манипуляций, вызывают резкие колебания системного АД и газового состава крови, провоцируя развитие ПВК.

Нервная система: ликвор

- Ликвор продуцируется хориоидальными сплетениями желудочков головного мозга. У взрослого человека в сутки вырабатывается около 750 мл, что примерно в 5 раз превышает объем всей ликворной системы.
- Из боковых желудочков ликвор поступает через отверстие Монро в третий желудочек, далее по Сильвиеву водопроводу в четвертый желудочек, а затем через отверстия Люшки и Мажанди - в субарахноидальное пространство, из которого частично адсорбируется в сосуды паутинной оболочки, а частично направляется к спинному мозгу.

Нервная система: ликвор

- Обструкция ликворной системы приводит к развитию гидроцефалии – дилатации желудочковой системы головного мозга и увеличения окружности головы.
- Гидроцефалия называется «несообщающейся», если обструкция находится проксимальнее отверстий Люшки и Мажанди и «сообщающейся», если ликвор свободно оттекает через отверстия на основании мозга, но затруднен его дренаж из субарахноидального пространства.

Дыхательная система

- Полость носа у ребенка уже, а ее дно наклонено таким образом, что язык соприкасается с задней стенкой глотки на большем протяжении, чем у взрослых. Поэтому при ингаляции кислорода или проведении анестезии масочным способом могут возникнуть трудности, связанные с поддержанием свободной проходимости верхних дыхательных путей.
- Носовые ходы у маленького ребенка уже, чем у взрослого и поэтому при отеке слизистой оболочки или повышенной секреции чаще развивается их полная непроходимость. А поскольку новорожденный не может быстро перейти от носового дыхания к дыханию через рот, то возникают приступы апноэ.

Дыхательная система

- Гортань у новорожденного расположена на три позвонка выше, чем у взрослого; голосовая щель находится на уровне III шейного позвонка. Надгортанник относительно длиннее и шире, чем у взрослых, поэтому, не приподняв его клинком ларингоскопа, невозможно увидеть голосовую щель.
- Наиболее узким местом является область перстневидного хряща. Отек слизистой оболочки в этом месте на 1 мм уменьшает просвет дыхательных путей на 75% у новорожденных, на 50% у детей 1-го года жизни и только на 20% у детей старшего возраста. Поэтому отек слизистых оболочек у маленьких детей очень опасен и может быстро привести к полной обструкции дыхательных путей.

Дыхательная система

- Грудная клетка маленького ребенка более эластична, чем у взрослого, поэтому при обструкции дыхательных путей у ребенка раньше возникают выраженные втяжения уступчивых мест.
- Ребенок не может создать необходимое для расправления легких отрицательное внутриплевральное давление, в связи с чем ограничивается возможность увеличения дыхательного объема, раньше возникает экспираторное закрытие дыхательных путей.

Дыхательная система

- Неспособность ребенка к значительному увеличению объема вентиляции также связана с более горизонтальным, чем у взрослого расположением ребер и меньшей кривизной купола диафрагмы, являющейся основной дыхательной мышцей.
- Состав мышечных волокон новорожденного и взрослого также значительно различаются. Волокна I типа (медленно сокращающиеся, устойчивые к усталости) составляют у недоношенного ребенка всего 10%, у доношенного - 30% и только после года их количество приближается к уровню взрослого (55%).

Дыхательная система

- У младенца, родившегося в срок, имеется примерно 24 млн. альвеол, к 3-м месяцам их количество утраивается, к году возрастает в 5-6 раз (300-600 млн. у взрослого).
- Общая газообменная поверхность легких у новорожденного в 20 раз меньше, чем у взрослого, что примерно соответствует соотношению масс тела.
- Первые дыхательные движения плода обнаруживаются уже на 11 неделе гестационного периода. В третьем триместре беременности продолжительность дыхательных движений у плода достигает нескольких часов в сутки.

Дыхательная система

- При переходе от внутри - к внеутробной жизни из легких адсорбируется около 30 мл/кг жидкости. Первые несколько вдохов характеризуются развитием высокого транспульмонального давления (около 50 см H₂O), после чего легкие новорожденного ребенка почти полностью расправляются.
- У доношенного новорожденного общая емкость легких составляет около 160 мл. Дыхательный объем новорожденного равен примерно 6 мл/кг, а минутная вентиляция – 200-300 мл/кг/мин.
- Введение назогастрального зонда у новорожденного может увеличить аэродинамическое сопротивление дыхательных путей более, чем на 50%.

- В клинической физиологии для характеристики эластических свойств легких и грудной клетки используют термин “податливость” - способность к изменению объема на единицу изменения давления, выражается в литрах на 1 см вод. ст. Податливость легких новорожденного 0,004, взрослого-0,15 л/см H₂O).
- Величина податливости зависит от морфологических особенностей легкого, объема крови в легочных сосудах, количества жидкости в интерстициальном пространстве, объема легочной ткани, участвующей в газообмене, бронхиального тонуса. Снижение податливости наблюдается при респираторном дистресс-синдроме, отеке легких, ателектазах, после продолжительных оперативных вмешательств.

Вентиляционно-перфузионные отношения

- Эффективность легочного газообмена зависит не столько от абсолютных значений альвеолярной вентиляции или легочного кровотока, сколько от соотношения этих величин. В первые сутки после рождения перфузия легких преобладает над вентиляцией.
- В дальнейшем уровень общего вентиляционно-перфузионного отношения устанавливается такой же, как у взрослых, и составляет 0,8.
- Схематически могут быть представлены три варианта распределения вентиляции и кровотока.

1. Вентиляция соответствует кровотоку ($VA/Q=0,8$). При этом кровь, оттекающая от альвеол, будет иметь нормальный газовый состав.
2. Вентиляция преобладает над кровотоком ($VA/Q>0,8$). Возникает при гипервентиляции нормально перфузируемых альвеол или при нормальной вентиляции и сниженном легочном кровотоке. При этом, PaO_2 в крови останется нормальным, а $PaCO_2$ - будет уменьшаться.
3. Вентиляция меньше кровотока ($VA/Q<0,8$): при сниженной вентиляции на фоне сохранившегося кровотока или в случае увеличения кровотока выше нормальных величин. Развивается артериальная гипоксемия, а $PaCO_2$ длительное время остается нормальным в связи с его высокой диффузионной способностью.

- Крайней степенью нарушения вентиляционно-перфузионных отношений является развитие внутрилегочного вено-артериального шунтирования. Это явление наблюдается при полном прекращении вентиляции альвеол, но сохраняющемся кровотоке. Прекращение вентиляции и развитие ателектазов чаще всего происходит при обструкции бронхов, раннем экспираторном закрытии воздухоносных путей или первичном коллапсе альвеол, связанном со снижением уровня сурфактанта. Независимо от того, что происходит вначале - коллапс альвеол или экспираторное закрытие дыхательных путей, в конечном итоге всегда развивается ателектаз, так как закрытый в альвеоле газ диффундирует в кровь.

Дыхательная система: сурфактант

- Сурфактант - это мономолекулярный слой поверхностно-активных веществ, находящийся на границе раздела между альвеолярным эпителием и воздухом.
- Уменьшая поверхностное натяжение, сурфактант препятствует спадению альвеол во время экспираторной фазы. Он также эмульгирует комочки мокроты, препятствуя агломерации и уменьшая адгезию.
- Кроме того, липидные компоненты сурфактанта повышают макрофагальную фагоцитарную активность и уменьшают воспаление, ингибируя секрецию интерлейкинов (IL-1 и IL-6).

Дыхательная система: сурфактант

- Сурфактант на 90% состоит из липидов и на 10% - из белков апопротеинов. Основная доля первых приходится на фосфолипиды, а из всех фосфолипидов более 70% составляют фосфатидилхолины, обладающие поверхностно-активными свойствами.
- Сурфактант синтезируется альвеолярными эпителиальными клетками 2-го типа, начиная с 22-26 недели внутриутробного развития. До 32 недели синтез сурфактанта осуществляется с помощью метилтрансфераз, а в более поздние сроки гестации и после рождения - более эффективный фосфохолинтрансферазный путь.

- Патологические состояния периода ранней адаптации - гипоксия, гипервентиляция, гипероксия, перегревание, переохлаждение - увеличивают скорость разрушения сурфактанта.
- Недостаточный синтез и (или) быстрая инактивация сурфактанта, маленький диаметр альвеол, высокая податливость грудной клетки и низкая растяжимость легочной ткани у недоношенных детей приводит к ателектазированию легких и развитию респираторного дистресс-синдрома (РДС).
- Определение концентрации фосфолипидов (лецитин/сфингомиелин) в околоплодных водах используют для оценки зрелости легких плода. Отношение Л/С меньше 1 наблюдается до 32 недели гестационного развития, =2 – примерно на 35 неделе и 4 – 6 у доношенного ребенка.

Негазообменные функции легких

- Частицы и микроорганизмы фагоцитируются альвеолярными макрофагами, затем удаляются мерцательным эпителием или перевариваются под действием гидролаз.
- Продуцируемый плазматическими клетками IgA нейтрализует вирусы и способствует лизису бактерий. Защитную функцию выполняют также интерферон, лизоцим, лактоферрин.

Негазообменные функции легких

- Функции альвеолярного эпителия могут нарушаться при недостаточном увлажнении и согревании дыхательной смеси при использовании искусственных воздухоносных путей, токсическом воздействии ингаляционных анестетиков и лекарственных препаратов (кортикостероиды, салицилаты и др.), при ацидозе, гипоксемии, гипокапнии, гипотермии и др. состояниях.
- Капиллярная сеть легких является биологическим фильтром, очищающим кровь от патологических примесей: клеточных агрегатов, сгустков фибрина и др.

Негазообменные функции легких

- Легкое является регулятором уровня многих биологически активных веществ в крови. Клетками легкого секретруются или высвобождаются гистамин, простагландины E и F, брадикинин, серотонин, ангиотензин II и др.
- В тоже время, такие вазоактивные вещества как ангиотензин I, серотонин, АТФ, простагландины, норадреналин в значительной степени удаляются или инактивируются при прохождении крови через легкие.
- Легкие как эластичный резервуар могут депонировать большое количество жидкости, поддерживая непрерывность кровотока и участвуя в регуляции ОЦК.

Регуляция дыхания

- У новорожденного ребенка регуляция вентиляции так же, как у взрослого, осуществляется с помощью рефлекторных и биохимических механизмов, однако эффективность функционирования этой системы значительно ниже.
- Так в ответ на гиперкапнию происходит очень непродолжительное по времени и незначительное увеличение объема вентиляции. При сопутствующей гипоксемии реакция на гиперкапнию может отсутствовать вовсе.

Регуляция дыхания

- В тоже время, новорожденные чувствительны к изменениям P_aO_2 . Назначение гипероксических дыхательных смесей приводит к заметному уменьшению объема вентиляции.
- Недоношенные дети и доношенные моложе 1-й недели жизни в состоянии нормотермии обычно отвечают на гипоксемию двухфазной реакцией: непродолжительный период усиления дыхания с последующей депрессией.
- При переохлаждении: в ответ на гипоксемию развивается депрессия дыхания без предшествующего увеличения вентиляции.

- Рефлексы с барорецепторов легких, регулирующие глубину и частоту дыхания, у новорожденных выражены сильнее, чем у взрослых. При повышении давления в дыхательных путях происходит увеличение дыхательного объема и ЧД. Поэтому методика ППД (CPAP) чаще и успешнее используется при лечении дыхательных расстройств у новорожденных.
- У большинства недоношенных и части доношенных детей нередко отмечается периодическое дыхание (тахипноэ чередующееся с периодами апноэ продолжительностью 5-10 сек.). В эти периоды возникает небольшое изменение уровня P_aCO_2 и частоты сердечных сокращений, что не имеет значимых последствий. Периодическое дыхание обычно исчезает в возрасте 1-2 месяцев.

Система кровообращения

- Закладка сердца начинается на 2-3 неделе и уже к 6 неделе гестации сердце становится четырехкамерным с наличием клапанов. Большинство ВПС формируется в этот период.
- Наиболее частые причины ВПС: хромосомные нарушения, мутации одного гена, неблагоприятные воздействия факторов среды (алкоголизм, инфекции, лекарственные препараты), заболевания матери: сахарный диабет и фенилкетонурия.
- При алкоголизме матери чаще всего формируются ДМПП и ДМЖП, ОАП. Из лекарственных препаратов: амфетамины, прогестагены, некоторые гипотензивные и противосудорожные препараты, оральные контрацептивы.

Система кровообращения плода

- Кровь из плаценты (SaO_2 – 80%) через пупочную вену и артериальный проток попадает в нижнюю полую вену плода, где смешивается с кровью из нижней части тела. Далее циркулирует только смешанная артериовенозная кровь и ни один из органов плода, кроме печени, не снабжается кровью, насыщенной кислородом более, чем на 60-65%.
- Вследствие особенностей строения правого предсердия большая часть крови (примерно $2/3$) попадает непосредственно в левое предсердие через овальное окно, где смешивается с кровью из легочных вен. Эта кровь поступает в левый желудочек и выбрасывается в восходящую аорту, направляясь к верхним конечностям и голове.

- Оставшаяся часть крови ($1/3$) из нижней полой вены смешивается в ПП с кровью из верхней полой вены и затем выбрасывается правым желудочком в легочную артерию. Около 90% выброса правого желудочка сбрасывается через артериальный проток в нисходящую аорту, оставшиеся 10% питают легкие через систему легочной артерии.
- Таким образом, овальное окно и артериальный проток функционируют как обходные шунты, обеспечивающие поступление крови из полых вен, минуя легкие, в большой круг кровообращения.
- Величина давления в ПЖ и ЛА превышает аналогичный показатель в ЛЖ и аорте на 10-20 мм рт.ст., а лёгочное сосудистое сопротивление превышает системное примерно в 4-5 раз.

- Перевязка пуповины исключает из кровообращения плаценту. С первыми вдохами ребенка альвеолы заполняются воздухом и артерии механически растягиваются. Легочное сосудистое сопротивление снижается примерно в пять раз и во столько же раз возрастает легочный кровоток.
- Важную роль в падении сосудистого сопротивления играет улучшение оксигенации и освобождение вазоактивных веществ: аденозин, брадикинин, простаглицлин и эндогенный оксид азота. Период быстрого снижения легочного сосудистого сопротивления занимает 3-12 часов. В это время давление в легочной артерии становится ниже аортального и соответственно изменяется направление шунтирования крови через артериальный проток – сброс становится лево-правым.

- В дальнейшем постепенное снижение давления в системе легочной артерии связывают главным образом с морфологической перестройкой легочных сосудов. Инволюция гипертрофированного мышечного слоя артериол и мелких артерий продолжается в течение 2-3 месяцев.
- Конечным результатом этих изменений является закрытие фетальных коммуникаций, несущих кровь в обход легких. Даже если и не происходит их полного закрытия, меняется соотношение сосудистых сопротивлений в малом и большом кругах кровообращения, и увеличенное системное сосудистое сопротивление направляет кровь в лёгочное русло.

Система кровообращения

- Одной из основных составляющих работы сердечно-сосудистой системы является сердечный выброс или минутный объем (СВ, МОС).
- МОС - показатель функции сердца, отражающий величину выброса крови желудочком в одну минуту.
- Для сравнения сердечного выброса у больных разного веса и возраста его относят к единице площади тела и таким образом определяют СИ (сердечный индекс). Можно несколько повысить МОС, увеличив частоту пульса, однако если ЧСС находится в пределах физиологической нормы, то соответствующее увеличение МОС можно достичь увеличением ударного объема.

Система кровообращения

- Ударный объем (УО) - это объем крови, выбрасываемой сердцем во время каждого сокращения, т. е. систолы.
- Его величину определяют три фактора: 1) преднагрузка; 2) постнагрузка; 3) контрактильный статус миокарда.
- Преднагрузка желудочка - это диастолический объем крови, поступающей в желудочки. Клинический критерий преднагрузки - величина конечно-диастолического давления в желудочках (КДД).

Система кровообращения

- Постнагрузка - сопротивление левому желудочку при его опорожнении. Наибольшее влияние на ее величину оказывает тонус артерий и артериол. Наиболее точный индикатор постнагрузки - общее периферическое сосудистое сопротивление.
- На практике о величине постнагрузки судят по среднему давлению в аорте.
- Сократительная способность миокарда (контрактильность) – это свойство миокардиальных волокон изменять силу своих сокращений. И преднагрузка, и постнагрузка существенным образом влияют на сократимость миокарда.

Регуляция преднагрузки

- Преднагрузку можно **увеличить** путем дополнительной инфузии жидкости. Она повышается при венозном спазме и уменьшается при стимуляции диуреза, дилатации вен или увеличении УО.
- Одним из факторов, **снижающих преднагрузку** и часто встречающихся в клинической практике, является гиповолемия. Она приводит к снижению СВ. Гиповолемия характеризуется снижением давления в ЛП. На R_0 – понижение венозного рисунка легких.
- Лечение гиповолемии осуществляется заместительной инфузионной терапией. В основе контроля лежит определение уровня давления в ЛП при повышении сердечного выброса

Регуляция постнагрузки

- широко используется в интенсивной терапии для улучшения сердечного выброса и функции миокарда, поскольку снижение постнагрузки приводит к увеличению МОС.
- Сосудистое артериальное сопротивление снижают вазодилататоры, при этом сердечный выброс повышается.
- Дальнейшее улучшение насосной функции миокарда может быть достигнуто использованием нескольких препаратов, улучшающих сократительную функцию (например, допамина).

Регуляция сократительной способности миокарда

- Введение инотропных препаратов увеличивает силу и растяжимость миокардиальных волокон, что способствует лучшему опорожнению левого желудочка при каждом сокращении. Благодаря этому повышается сердечный выброс.
- Идеальное инотропное средство должно увеличивать сократимость миокарда, но при этом не действовать на ЧСС. К сожалению, в настоящее время такого средства нет. Однако, уже сейчас врач имеет несколько препаратов, каждый из которых повышает инотропные свойства миокарда.

Регуляция сократительной способности миокарда

- Допамин - естественный предшественник норадреналина. Допамин увеличивает сократимость миокарда и уменьшает общее легочное и общее периферическое сосудистое сопротивление.
- Добутамин – более селективный β_1 -адреномиметик, менее, чем допамин, увеличивающий ЧСС
- Следует учитывать, что инотропные препараты увеличивают потребление кислорода миокардом, что в свою очередь требует увеличения коронарного кровотока. Возникающий дисбаланс может усилить ишемию миокарда или даже привести к развитию некроза.

Система мочевыделения

- Для новорожденных нормальная скорость диуреза составляет 1-3 мл/кг/час.
- Скорость гломерулярной фильтрации у новорожденных в несколько раз меньше, чем у взрослых. У здорового ребенка такое ограничение функции не приводит к увеличению уровня мочевины и креатинина в крови, однако, при повышении осмотической нагрузки происходит довольно длительная задержка воды и электролитов - так называемая, гипертоническая экспансия экстрацеллюлярной жидкости.

Система мочевого выделения

- Концентрационная способность почек у новорожденного также снижена
- Функция почек в поддержании КОС у младенцев можно считать удовлетворительной, поскольку уже с первых суток жизни кислотность мочи может поддерживаться на уровне pH 4.5-5.0, что обеспечивает выведение кислых метаболитов.
- Более чем у 90% новорожденных в критическом состоянии развивается нарушение функции почек, т.наз. ишемическая нефропатия, причина которой - снижение сердечного выброса и гипоперфузия почек. При несвоевременном устранении действия преренальных факторов патологические изменения происходят и в паренхиме почек.

Водно-электролитный баланс

- Поступление воды происходит двумя путями (в нормальных условиях): через желудочно-кишечный тракт с пищевыми продуктами и с вдыхаемым воздухом. Кроме того, вода синтезируется в тканях при окислении питательных веществ (оксидационная вода)
- Основной путь удаления воды из организма - через почки. Вторыми по величине являются перспирационные потери воды, обусловленные испарением со слизистой дыхательных путей и с поверхности кожи. К перспирации относятся и выделение воды с потом.

Водно-электролитный баланс

- У новорожденных объем перспирации колеблется от 1,15 до 2 мл/кг/час, в 1 год – 0,8-1,2 мл/кг/час, а в возрасте 1 года - 14 лет составляет 0,45-1 мл/кг/час. На величину перспирации существенно влияют температура и влажность окружающей среды, что необходимо учитывать при нахождении новорожденных (особенно недоношенных) в кюветзах и под источниками лучистого тепла.
- Содержание общей воды тела (ОВТ) относительно его массы у детей уменьшается с увеличением возраста. У новорожденных величина ОВТ составляет приблизительно 80-90% от массы тела, к 6 месяцам – 70-80%, а начиная с 12 месяцев и до периода полового созревания снижается от 70% до 60% м.т.

Водно-электролитный баланс

- Принято подразделять ОВТ на два больших сектора: экстрацеллюлярную (внеклеточную) жидкость и интрацеллюлярную (внутриклеточную) жидкость, или ЭЦЖ и ИЦЖ.
- В свою очередь, во внеклеточном пространстве выделяют: внутрисосудистую жидкость (как часть крови), межклеточную жидкость (интерстициальную) и трансцеллюлярную жидкость (воду в составе секретов желудочно-кишечного тракта, пищеварительных и других желез, мочу, ликвор).
- Чем младше ребенок, тем большее в его организме количество внеклеточной воды по отношению к интрацеллюлярной

Водно-электролитный баланс

- Главным представителем внеклеточных ионов является **натрий**. Он обладает высокой осмотической активностью и поэтому играет важную роль в обмене воды, как между жидкостными секторами организма, так и между самим организмом и внешней средой.
- Помимо этого, натрий стимулирует секрецию АДГ, оказывает влияние на центр жажды, определяет базальный тонус артериол, потенцирует действие адреналина.
- Концентрация натрия в плазме колеблется в пределах 135-145 ммоль/л.

Водно-электролитный баланс

- Калий, как и натрий, является одним из наиболее важных ионов в организме. 98% всего калия, содержащегося в организме, находится во внутриклеточном секторе.
- Концентрация калия в эритроците составляет 80-120 ммоль/л (эритроциты - клетки, наиболее бедные калием), а в плазме крови - 3,8-5,5 ммоль/л.
- Ион калия играет главную роль в создании мембранного потенциала клетки. Трансмембранный переход калия и натрия является основой функционирования клеток. Помимо этого, калий участвует в деятельности многих ферментативных систем. Гипокалиемия является причиной тахикардии, пареза кишечника и др. расстройств

Водно-электролитный баланс

- Хлор является самым распространенным анионом в организме. Концентрация хлора в плазме крови составляет 100-110 ммоль/л. Его биологическая роль состоит в нейтрализации положительно заряженных ионов и создании осмотического давления. Иного специфического предназначения у хлора нет.
- Повышение или понижение его содержания в организме всегда сочетается с избытком или недостатком какого-либо катиона.

Водно-электролитный баланс

- Ионы кальция являются ключевым звеном в механизме связи возбуждения и сокращения мышечных волокон. Кальций стимулирует выделение норадреналина и ацетилхолина в синапсах вегетативной нервной системы, облегчает синаптическую передачу в ганглиях и нервно-мышечных соединениях, оказывает инотропный эффект на миокард, принимает участие в работе многих ферментативных систем, является основным веществом костной ткани.
- Концентрация общего кальция в плазме крови - 2,25-2,75 ммоль/л, а его ионизированной фракции - 1,12-1,5 ммоль/л.

Водно-электролитный баланс

- Немаловажную биологическую роль играют также ионы магния (0,8-1 ммоль/л), бикарбоната (21-26 ммоль/л), белка.
- **Белок**, особенно находящийся во внеклеточной жидкости, является анионом. Как правило, содержание белка в плазме указывается в весовой концентрации (45-65 г/л - у новорожденных и детей до 1 года; 60-80 г/л - у пациентов старше 1 года). Среди всех белковых фракций в создании коллоидно-осмотического давления (онкотическая его часть) самую большую роль играет альбумин, содержание которого в сыворотке у новорожденных и детей грудного возраста - 31-43 г/л, а у более старших пациентов - 40-50 г/л.

ЖКТ

- У детей раннего возраста отмечается физиологическая слабость кардиального сфинктера и в то же время хорошее развитие мышечного слоя привратника. Все это предрасполагает к срыгиванию и рвоте и может привести к аспирации и развитию тяжелой аспирационной пневмонии.
- Емкость желудка увеличивается пропорционально возрасту до 1-2 лет. Дальнейшее увеличение связано не только с ростом тела, но и с особенностями питания.
- При непроходимости верхних отделов ЖКТ стенки желудка могут растягиваться, что ведет к увеличению его емкости в 2-5 раз.

ЖКТ

- Кислотность желудочного сока может быть несколько ниже, чем у взрослых, но это часто зависит от характера питания. рН желудочного сока у грудных детей 3,8-5,8, у взрослых в разгар пищеварения до 1,5-2,0.
- Время прохождения пищи по кишечнику у новорожденных составляет 4-18 часов, у более старших детей – до суток. Из этого времени 7-8 часов тратится на прохождение по тонкому кишечнику и 2-14 часов – по толстому. При искусственном вскармливании грудных детей время переваривания может достигать до 48 часов.

