

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им.
Проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого»

Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра анестезиологии и реаниматологии ИПО

Заведующий кафедрой: дмн, профессор Грицан А.И.

Преподаватель: кмн, доцент, Бичурин Р.А.

Реферат на тему:

«Метаболический мониторинг и нутритивная
поддержка при проведении длительной
искусственной вентиляции легких»

Выполнила: ординатор 1 года,
Специальности анестезиология-реаниматология
Молчанова Марина Олеговна

Красноярск, 2023

Оглавление:

1. Введение.....	3
2. Методология метаболического мониторинга.....	4
3. Клинические проявления синдрома БЭН у пациентов ОРИТ на длительной ИВЛ.....	7
4. Диагностика БЭН и определение риска ее развития у пациентов ОРИТ при проведении длительной ИВЛ.....	8
5. Нутритивная поддержка у пациентов ОРИТ на длительной ИВЛ.....	8
6. Список литературы.....	13

Введение.

Все пациенты отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), которым проводят искусственную вентиляцию легких (ИВЛ), нуждаются в нутритивной поддержке, осуществляемой энтерально и парентерально.

Важными особенностями пациентов на длительной ИВЛ являются: неспособность в течение длительного времени питаться через рот, затяжное течение синдрома гиперкатаболизма-гиперметаболизма вследствие полиорганной дисфункции, высокая частота развития инфекционных осложнений (трахеобронхит, пневмония, уроинфекции), длительное применение антибактериальной терапии, а также опиоидов, бензодиазепинов, альфа 2 агонистов и мышечных релаксантов, существенно влияющих на показатели кислородного и энергетического обмена, высокая частота развития дисфагии бездействия.

За последние годы осуществлен «прорыв» в клинических исследованиях, оценивающих влияние полученных пациентом энергии и белка на осложнения и летальность. Установлено, что выживаемость пациентов в критических состояниях значительно растет при обеспечении пациента белком из расчета не менее 1,2 г/кг идеальной массы тела.

Обеспечение пациента в критических состояниях энергией является более сложной задачей, чем обеспечение белком, так как наименьшая летальность отмечена при достижении около 80% расчетной энергопотребности, при этом летальность растет как при уменьшении, так и при увеличении доставленной энергии, а энергопотребность меняется каждый день.

В одном рандомизированном исследовании «TICACOS» получены данные об улучшении выживаемости при ежедневном мониторинге основного обмена пациента при помощи метаболографии и соответствующей ежедневной коррекции состава нутритивной поддержки. В этом исследовании отмечено значительное изменение энергопотребности пациентов в динамике. В связи с этим пациентам ОРИТ, нуждающимся в респираторной поддержке, следует использовать достаточно жесткий протокол нутритивной поддержки и, при доступности, применять метаболический мониторинг (непрямую калориметрию). В связи с невозможностью обеспечения адекватным количеством белка и энергии около 30% пациентов, нуждающихся в проведении ИВЛ, необходимо применять парентеральное питание.

Следует отметить, что при неправильном назначении и отсутствии адекватного мониторинга в процессе ее проведения, нутритивная поддержка может иметь целый ряд негативных последствий - гипергликемия,

гипертриглицеридемия, кетоацидоз, рефидингсиндром. Метаболический мониторинг позволяет оценить не только потребность пациента в энергии, но и оценить метаболические пути нутриентов - гликолиз, липолиз, кетогенез, окисление липидов, липонегенез, таким образом оценивая пути метаболизма вводимых нутриентов и вероятные метаболические осложнения.

Методология метаболического мониторинга.

Непрямая калориметрия (метаболический мониторинг, метаболография) - метод оценки текущей энергопотребности пациента и метаболизма нутриентов, основанный на одновременном измерении показателей потребления кислорода (VO_2) и экскреции углекислоты (VCO_2) в условиях спонтанного или аппаратного дыхания.

Метаболография используют для расчетов измерение VO_2 и VCO_2 в выдыхаемом газе. Для оценки основного обмена (Resting Energy Expenditure, REE) используют модифицированное уравнение Weir:

$$REE \text{ (ккал)} = [VO_2 \text{ (мл/мин)} * 3,941 + VCO_2 \text{ (мл/мин)} * 1,11 * 1,44, \text{ где,}$$

- REE-реальная энергопотребность, ккал\сутки,
- VO_2 -потребление кислорода, мл\мин,
- VCO_2 - экскреция углекислоты, мл\мин.

Цели метаболографии:

- точное определение энергетической потребности пациента для выбора режима нутритивной поддержки
- определение величины дыхательного коэффициента (RQ) для обеспечения потребностей пациента в макронутриентах и контроля скорости утилизации нутриентов
- оценка изменений метаболических потребностей, связанных с изменением метаболизма и седации пациента
- оценка энергетической цены дыхания для выбора оптимального режима респираторной поддержки
- оценка изменений поглощения кислорода и элиминации углекислого газа в легких, связанных с изменением эффективной поверхности альвеоло-капиллярной диффузии, для выбора оптимального уровня положительного конечно-экспираторного давления (РЕЕР).

Измерение основного обмена при помощи метаболографа у тяжелых пациентов более точно, чем использование расчетных уравнений и позволяет избежать как гипер-, так и гипоалиментации, а также определить показания к

добавочному парентеральному питанию или, наоборот, избежать лишнего назначения парентерального питания.

При отсутствии мониторинга VO_2 возможно использовать несколько вариантов упрощенных уравнений Weig на основе только мониторинга VCO_2 :

-принимая RQ за константу равную 0,86 (применимо только при условии смешанного метаболизма, в ОРИТ лучше не использовать ввиду нестабильности RQ). REE (ккал) = VCO_2 (мл/мин) * 8,19

- рассчитывая RQ на основе формул (более точно):

$$REE \text{ (ккал)} = [VCO_2 \text{ (мл/мин)} * 3,941/RQ + VCO_2 \text{ (мл/мин)} * 1,11] * 1,44,$$

$$\text{где } RQ = \% \text{ белка}/100 * 0,8 + \% \text{ глюкозы}/100 * 1 + \% \text{ липидов}/100 * 0,7$$

Следует учесть, что кратковременное изменение VCO_2 при условии стабильного метаболического статуса, уровня седации и физической активности свидетельствует об изменении альвеолярной вентиляции. Для оценки преобладания метаболизма тех или иных нутриентов используют дыхательный коэффициент (respiratory quotient, RQ), который рассчитывают как соотношение VCO_2/VO_2 .

Таблица 1. Значения дыхательного коэффициента (ДК) при различных метаболических процессах

ДК	Заключение
1-1.3	Преобладает липонеогенез
1.00-0,85	Преобладает окисление углеводов
0,84-0.71	Преобладает окисление липидов
0.85	Смешанное потребление углеводов и липидов
0,65-0,7	Метаболизм кетоновых тел
< 0.65	Нестабильность/гипервентиляция/метаболизм кетоновых тел
> 1.3	Нестабильность/гипервентиляция

Практическое использование показателя ДК для изменения проводимой нутритивной терапии (скорости и состава, подавления гиперметаболизма и т.п.) затруднено в силу того, что потребление кислорода и выделение углекислого газа организмом зависит от многочисленных факторов и этим показателям свойственна значительная вариабельность. Получение рафинированных («истинных») значений VO_2 , VCO_2 и ДК возможно лишь при соблюдении широкого ряда условий: стабильность дыхательного объема и частоты дыхательных движений, ключевых показателей гемодинамики, неиспользование, либо неизменные скорости введения инотропов и

вазопрессоров, бета-блокаторов, седативных препаратов, а также постоянная скорость и концентрация энтерального и парентерального питания, темпа инфузионной терапии, стабильная температура тела, отсутствие выраженного болевого синдрома.

Суррогатный дыхательный коэффициент- $ДК = p(v-a)CO_2/VO_2$. Связь между pCO_2 и $ССO_2$ носит практически линейный характер в физиологическом диапазоне содержания CO_2 , поэтому $ССO_2$ может быть замещен pCO_2 ($pCO_2 = k \times ССО_2$), где k – «псевдолинейный» коэффициент, постоянный при физиологических состояниях. В норме диапазон значений $p(v-a)CO_2$ - 2-6 мм рт.ст. Основная причина резкого увеличения $P(v-a)CO_2$ – это уменьшение сердечного выброса, дополнительная - метаболический ацидоз, усиливающий диспропорцию между $ССO_2$ и pCO_2 при высоких значениях $ССO_2$. Порог суррогатного ДК, прогнозирующий гиперлактатемию (> 2 ммоль/л) - 1.4. Чувствительность - 79%, специфичность - 84%, положительное прогностическое значение – 86%, негативное прогностическое значение – 80%. Суррогатный ДК демонстрирует хорошую валидность в прогнозе гиперлактатемии, клиренса лактата, тяжести состояния ПОН и летальности у пациентов с сепсисом и септическим шоком.

Все системы для метаболического мониторинга можно условно разделить на «интервальные» (измерения осуществляются 1 раз в интервал времени, чаще 1 раз в минуту) и «breath-by-breath» (измерения при каждом выдохе - «от выдоха к выдоху»).

Большинство разрабатываемых для практики интенсивной терапии и доступных на рынке метаболографов относятся ко второму типу. На сегодняшний день существуют лишь несколько коммерчески доступных систем для метаболического мониторинга (E-COVX, GE; Quark RMR, Cosmed; CCM express, Medgraphics; Deltatrac II MBM-200 Metabolic Monitor, Datex (недоступен в РФ); ZisLine MB-200, Triton Electronics), большинство из них переоценивают VO_2 и/или VCO_2 , что приводит к 10%-ной переоценке REE по сравнению с «золотым стандартом» (система Deltatrac) и ошибкам приблизительно в 20% измерений.

Вследствие этого более правильным следует считать не измерение абсолютных значений, а динамики параметра. Следует особое внимание уделять причинам возникающих ошибок измерений и четко следовать инструкциям по калибровке прибора и измерениям.

Система Deltatrac была признана «золотым стандартом» ввиду эквивалентности данных при сравнении с масс-спектрометрией. Проблемы неточности измерений используемых сейчас систем «breath-by-breath» у

пациентов при проведении ИВЛ по сравнению с самостоятельно дышащими пациентами, скорее всего, связаны с нарушением синхронизации флюометрии (пневмотахографии) и газоанализа.

Клинические проявления синдрома БЭН у пациентов ОРИТ на длительной ИВЛ.

Пациенты с нутритивной недостаточностью встречаются практически при всех вариантах критических состояний, требующих длительной ИВЛ. Их количество может колебаться от 27 до 88%. При критическом состоянии, сопровождающимся развитием дыхательной недостаточности, требующей длительной ИВЛ катаболическая фаза обмена веществ характеризуется преобладанием распада белка над его синтезом и прогрессирующим нарастанием отрицательного азотистого баланса. В результате голодания в организме пациента, тяжесть состояния которого определяется синдромом системного воспалительного ответа и катаболической направленностью обмена веществ, в ранний послеоперационный период возникает дисбаланс между потребностями организма в питательных веществах и количеством поступающих нутриентов – формируется синдром БЭН.

Доказано, что выраженный отрицательный азотистый баланс на фоне недостаточного поступления азота (белка) извне продолжающийся более 2–3 недель приводит к прогрессированию ПОН и неблагоприятному клиническому исходу. Известно, что последствием отрицательного энергетического и белкового баланса является снижение массы тела и развитие синдрома мышечной слабости, приобретенной в ОРИТ, что может приводить к развитию респираторной полинейромиопатии, усугублять дыхательную дисфункцию и существенно удлинять период искусственной вентиляции легких.

Целью раннего начала нутритивной поддержки, в течение первых 24-48 часов пребывания в ОРИТ, является уменьшение потери мышечной массы, доставка необходимого количества калорий, повышение иммунного ответа и обеспечение анаболических процессов

Диагностика БЭН и определение риска ее развития у пациентов ОРИТ при проведении длительной ИВЛ

Основные маркеры развития БЭН (общий белок, альбумин, абсолютное количество лимфоцитов в периферической крови, дефицит массы тела) рекомендуется определять на 3-4 сутки пребывания пациента на ИВЛ и в дальнейшем - в динамике.

Нутритивная недостаточность напрямую связана с повышенным риском развития неблагоприятных исходов и увеличением количества осложнений

во время пребывания пациентов в ОРИТ. Таким образом, оценка нутритивного статуса имеет большое значение, хотя, зачастую, из-за определенных особенностей течения критического состояния реализация этой методики может быть затруднена.

Нутритивная поддержка у пациентов ОРИТ на длительной ИВЛ

Рутинно потребности в энергии и белке пациента на длительной ИВЛ рекомендуется определять эмпирически: потребность в энергии - 25-30 ккал/кг, потребность в белке- 1,2-1,5 г/кг/сутки.

Для лиц с ожирением рекомендуется введение 1,3 г /кг «массы тела с поправкой» белка в сутки. Скорректированная масса тела рассчитывается по формуле: идеальная масса тела + (фактическая масса тела – идеальная масса тела) × 0,33.

Рекомендуемая рядом экспертов схема увеличения калорийности программы нутритивной поддержки в течение первых 4–5 суток интенсивной терапии: 1-е сутки — 10 ккал/кг, 2-е сутки — 15 ккал/кг, 3-и сутки — 20 ккал/кг, 4–5-е сутки — 25–30 ккал/кг.

В опубликованном в 2015 году исследовании эффективности дополнительного парентерального питания с помощью меченых изотопами аминокислот продемонстрировано достижение анаболической фазы обмена веществ при введении 1,2- 1,5 г/кг белка в сутки у «среднего» пациента ОРИТ. При этом происходило усиление синтеза белка и уменьшение степени отрицательного баланса белка).

Гипералиментация значительно повышает потребление энергии, потребность в кислороде и способствует усиленной выработке углекислоты, что может оказаться фатальным у больных, имеющих низкие функциональные резервы. Кроме того, на фоне гипералиментации и холестаза может развиваться жировая дистрофия печени, а возникающая гипертриглицеридемия оказывает отрицательное воздействие на иммунную систему.

Истощенным больным необходим постоянный мониторинг реальных энергетических и белковых потребностей. В этой группе необходимо медленно и постепенно повышать калорийность и белковую составляющую программ НП, чтобы избежать развития так называемого рефидинг-синдрома (синдрома возобновления питания), прогрессирование которого сопряжено с тяжелыми метаболическими и гемодинамическими нарушениями.

У пациентов ОРИТ на продленной ИВЛ с длительным отрицательным значением энергетического баланса, отмечалось увеличение числа осложнений, особенно инфекционного характера. Отсрочка начала

нутритивной поддержки приводила к возникновению и прогрессированию энергетического дефицита, который не мог быть компенсирован в последующем. Напротив, оптимизация доставки энергосубстратов, которая подразумевает персонализацию НП согласно ежедневному метаболическому статусу пациента, является новым и важным понятием в современной интенсивной терапии критических состояний.

Возможность проведения раннего энтерального питания рекомендуется оценивать на следующее утро после поступления пациента в ОРИТ.

В различных группах больных доказаны и подтверждены принципиально важные эффекты, которые позволяют добиться адекватное и грамотное назначение средств для энтерального и парентерального питания в интенсивной терапии различного профиля: уменьшение частоты госпитальной инфекции, длительности системного воспалительного ответа, сроков искусственной вентиляции легких, расхода препаратов и компонентов крови, сокращения длительности пребывания больного в отделениях реанимации и интенсивной терапии.

В европейских (ESPEN) и канадских (CSCN) клинических рекомендациях говорится о том, что начинать проведение нутритивной поддержки следует в течение первых 24 часов или первых 24–48 часов после поступления в ОРИТ, соответственно. Большинство исследований показывает, что нутритивная терапия, начатая на ранних этапах пребывания пациента в отделении реанимации и интенсивной терапии, приводила к снижению госпитальной летальности и сокращению пребывания больного в стационаре.

Раннее энтеральное питание модулирует реакцию на стресс, способствует более быстрому разрешению патологического процесса, приводит к лучшим результатам лечения и является «золотым стандартом» нутритивной поддержки при критических состояниях.

При проведении НИВЛ рекомендуется применять метод энтерального перорального (сипинг) или зондового питания.

Обсервационное исследование Reeves с соавторами. показало, что пероральный прием пищи во время НИВЛ был неадекватным: в общей сложности 78 % пациентов на НИВЛ не получали необходимого количества нутриентов. Кого с соавторами показал, что из 150 пациентов, которым требовалась неинвазивная вентиляция в течение > 48 часов, 107 были неспособны к пероральному приему и получали энтеральное зондовое питание. При проведении высокопоточной назальной оксигенации у 78 % из 50 пациентов осуществлялось энтеральное питание, в то время как 22 % продолжали голодать.

У пациентов на длительной инвазивной ИВЛ рекомендуется раннее энтеральное питание, осуществляемое через назогастральный или назоинтестинальный зонд.

Раннее ЭП является более предпочтительным по сравнению с ранним ПП при отсутствии противопоказаний. Раннее ЭП модулирует гиперметаболический ответ и сохраняет нормальный метаболизм белков, измененный в результате нарушения нейрогуморальной регуляции внутренних органов в ответ на хирургическую агрессию.

Недавно опубликованный мета-анализ, посвященный влиянию раннего начала ЭП на показатели клинического исхода, показал, что раннее энтеральное питание достоверно снижало риск неблагоприятного исхода и частоту развития нозокомиальных пневмоний по сравнению с поздним энтеральным питанием к пациентам ОРИТ.

Базовой для начала энтерального питания является стандартная полисубстратная энтеральная диета (тип Стандарт). Специализированные ЭД применяют только при наличии специальных показаний.

Так называемые «зондовые столы» не следует применять для энтерального питания пациентов ОРИТ в связи с высоким риском инфекционных осложнений, невозможностью медленного капельного введения, неясной белковой, энергетической емкостью, неизвестной осмолярностью и количеством витаминов и микроэлементов в единице объема.

При введении энтерального питания в прон-позиции рекомендуется держать изголовье кровати приподнятым (положение Фовлера) по крайней мере на 10–25 градусов, чтобы уменьшить риск аспирации желудочного содержимого, отека лица и внутрибрюшной гипертензии.

Различные критические состояния могут привести к развитию ОРДС, требующего инвазивной искусственной вентиляции с щажением легких и достижением состояния открытого легкого. Несмотря на эти меры, у некоторых пациентов с ОРДС развивается рефрактерная гипоксемия, а прон-позиция является малозатратным способом улучшения оксигенации и увеличения клиренса бронхиальной секреции. Несколько ретроспективных и небольших проспективных исследований показали, что энтеральное питание в прон-позиции не связано с повышенным риском желудочно-кишечных или легочных осложнений, поэтому мы рекомендуем пациенту, нуждающемуся в положении лежа на животе, получать раннее энтеральное питание.

Большинство пациентов хорошо переносят энтеральное питание, вводимое в желудок, находясь в прои-позиции, но в некоторых случаях может потребоваться постпилорическое размещение зонда.

Парентеральное питание у пациентов на длительной ИВЛ рекомендуется проводить в следующих случаях:

- С 1-2 суток у пациентов с исходной тяжелой питательной недостаточностью
- При отсутствии исходной питательной недостаточности решение о парентеральном питании принимается с 4-5 суток в случаях, когда пациент не может обеспечить с помощью энтерального зондового питания более 60% от потребности в энергии в течение первых 72 часов.

У пациентов на ИВЛ при проведении парентерального питания на фоне длительной седации пропофолом рекомендуется существенно сократить количество вводимой жировой эмульсии.

«Стандартизация» парентерального питания за счет широкого применения контейнеров «все в одном» позволяет также снизить долю осложнений, связанных с проведением парентерального питания, и сократить затраты на его обеспечение. По мнению большинства экспертов, контейнеры «всё в одном» следует применять в 80% случаев, и только 20 % пациентов требуется индивидуальный подбор питательной смеси, часть из которого можно удовлетворить системами «два в одном» или модульными препаратами аминокислот, липидов и глюкозы. Пропофол, являясь жировой эмульсией, полностью компенсирует дефицит эссенциальных жирных кислот и обеспечивает необходимое количество небелковых калорий совместно с глюкозой из контейнера или модульной системы. Так, энергетическая емкость 10 мл 1% пропофола составляет около 10 килокалорий.

У пациентов на ЭКМО рекомендуется начинать раннее трофическое (25–30 мл/ч) энтеральное питание с тщательным мониторингом толерантности и медленным увеличением объемов в течение первой недели критического состояния.

Одним из основных барьеров для энтерального питания во время ЭКМО является представление, что пациенты на ЭКМО подвергаются риску замедленного опорожнения желудка и ишемии кишечника. Ridley и соавт. обнаружили ишемию кишечника у 4,5 % из 107 пациентов на ЭКМО, получавших энтеральное питание. Другие данные наблюдений указывают на безопасность и переносимость энтерального питания, вводимого в желудок во время ЭКМО. При экстраполяции данных наблюдений, полученных во

время пандемии H1N1, было выявлено, что большинство пациентов хорошо переносили раннее энтеральное питание в течение 24 часов после начала ЭКМО.

В самом крупном обсервационном исследовании энтерального питания при вено-артериальной (ВА) ЭКМО Ohbe и соавторы обнаружили, что раннее энтеральное питание по сравнению с отсроченным было связано со снижением уровня 28-суточной летальности и нулевой частотой возникновения ишемии кишечника.

Scott и соавт. сообщили о серии случаев из 27 пациентов с дыхательной недостаточностью на вено-венозном ЭКМО. 96 % пациентов получали полноценное ЭП или в сочетании с ПП, начатое в течение 24-36 часов. Восемнадцать пациентов получали ЭП в качестве единственного источника питания, а 8 пациентов сочетали ЭП с ПП для удовлетворения потребностей в нутриентах в соответствии с их протоколом для пациентов, не находящихся в критическом состоянии после ЭКМО. Большинство пациентов получали прокинетики в течение 48 часов (эритромицин). Ни у одного пациента не развилась ишемия кишечника, желудочнокишечное кровотечение или другие осложнения, связанные с ранним энтеральным питанием.

Ferrie и др. сообщили о своем ретроспективном исследовании на 86 пациентах на ЭКМО (55 пациентов с дыхательной недостаточностью, которым требовалась вено-венозная (ВВ) ЭКМО и 31 пациент на веноартериальной ЭКМО с сердечной недостаточностью). ЭП началось у всех пациентов в среднем через 13,1 часа после поступления в палату интенсивной терапии. Только двум пациентам не удалось достичь целевых показателей питания. Из пациентов с непереносимостью 20 из 33 получали прокинетики, в то время как 18 требовалась комбинация с парентеральным питанием. При разных вариантах подключения ЭКМО не было обнаружено различий в частоте эпизодов непереносимости ЭП ($p=0,40$). В другом ретроспективном исследовании с 48 пациентами, находившимися на ЭКМО (35 ВА и 13 ВВ ЭКМО), Lukas и соавторы продемонстрировали достижение целевых показателей по нагрузке макронутриентами в среднем на 55%: 50 %- для пациентов с ВА ЭКМО и 67 %- для пациентов с ВВ ЭКМО.

Список литературы

1. Лейдерман, А. И. Ярошецкий, Е. А. Кокарев и др. Парентеральное питание: вопросы и ответы. Руководство для врачей. — СПб.: Онли-Пресс, 2016. — С. 191.

2. Галушко О. А. Нутритивная поддержка больных в отделении интенсивной терапии: старые правила и новые возможности . МНС. — 2015. — № 4 (67). — С. 58—62.
3. Беркасова И. В., Верещагин Е. И., Валеева В. А. и др Динамика концентрации цитокинов и микроэлементов в свете нутритивной недостаточности при реконструктивных операциях на пищеводе. Медицина и образование в Сибири. — 2012 — № 6. — С. 54.
4. Петрова М. В., Бихарри Ш. Д., Бархударов А. А. Роль энтерального питания в ранней послеоперационной реабилитации пациентов в абдоминальной хирургии. Доктор.Ру. Анестезиология и реаниматология. Медицинская реабилитация. — 2015. — № 15 (116) — № 16 (117). — С. 37—
5. Метаболический контроль и нутритивная поддержка в реабилитации больных с ПИТсиндромом / И. Н. Лейдерман, А. А. Белкин, Р. Т. Рахимов, Н. С. Давыдова //