

6.1 Мониторинг метаболизма (непрямая калориметрия)

Текст идентичен соответствующему разделу в руководстве по эксплуатации
АПК Симона 111 (далее Система)

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.

1

Цели метаболографии:

- точное определение энергетической потребности пациента для выбора режима нутритивной поддержки;
- определение величины дыхательного коэффициента (ДК) 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).

Система измеряет и вычисляет следующие показатели дыхания:

Таблица 5

№	Обозначение	Показатель
1	MAP	Среднее давление в дыхательных путях
2	PIP	Пиковое давление на вдохе
3	PEEP	Положительное давление в конце выдоха
4	Pplat	Давление плато
5	RES	Сопротивление дыхательных путей
6	RR _{raw}	Частота дыхательных движений от модуля механики дыхания
7	RR _{CO₂}	Частота дыхательных движений от газового модуля
8	V _t	Дыхательный объем
9	MV	Минутный объем дыхания
10	RSBI	Индекс поверхностного дыхания
11	PIF	Максимальный поток на вдохе
12	PEF	Максимальный поток на выдохе
13	V _{Ti}	Объем вдоха
14	V _{Te}	Объем выдоха
15	T _i	Время вдоха
16	T _e	Время выдоха
17	T _i /T _e	Соотношение времени Вдох/Выдох
18	VO ₂	Потребление O ₂
19	VO ₂ I _{газ}	Индекс потребления O ₂ от МД и ГМ
20	VCO ₂	Продукция CO ₂
21	VCO ₂ I	Индекс продукции CO ₂
22	ДК	Дыхательный коэффициент

23	PetCO ₂	Давление CO ₂ в конце выдоха
24	FetCO ₂	Концентрация CO ₂ в конце выдоха
25	FiO ₂	Средняя концентрация O ₂ на входе
26	FetO ₂	Концентрация O ₂ в конце выдоха
27	FiCO ₂	Средняя концентрация CO ₂ на входе

Измерение основного обмена при помощи метабологафа 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.

2

Система вычисляет следующие показатели метаболизма:

Таблица 7

№	Условное обозначение	Название	Единица измерения
1	РЭ	Расход энергии (непрямая калориметрия)	ккал/сут
2	РЭ/кг	Расход энергии на ед. массы тела	ккал/кг/сут
3	РЭ/час	Расход энергии в час	ккал/час
4	РЭ/мин	Расход энергии в минуту	ккал/мин
5	РЭ/ппт	Суточный расход энергии на на ед. площади тела	ккал/м ² /сут
6	ЕОО	Основной обмен в условиях покоя	ккал/сут
7	ДЕОО	Должный расход энергии	ккал/сут
8	ДЕОО/кг	Должный расход энергии на ед. массы тела	ккал/кг/сут
9	СПБ	Минимальная суточная потребность в белке	г/сут
10	Амоч	Общий азот суточной мочи	г/сут
11	РЭа	Расход энергии с учетом азота мочи	ккал/сут
12	РЭа/кг	Расход энергии с учетом азота мочи на ед. массы тела	ккал/кг/сут
13	РБ	Расход белков в сутки	г/сут
14	РУ	Расход углеводов в сутки	г/сут
15	РЖ	Расход жиров в сутки	г/сут
16	РБ%	Суточный расход белков	%
17	РУ%	Суточный расход углеводов	%
18	РЖ%	Суточный расход жиров	%
19	РБ/кг	Расход белков на ед. массы тела в сутки	г/кг/сут
20	РУ/кг	Расход углеводов на ед. массы тела в сутки	г/кг/сут
21	РЖ/кг	Расход жиров на ед. массы тела в сутки	г/кг/сут
22	РЭБ	Расход энергии белков	ккал/сут
23	РЭУ	Расход энергии углеводов	ккал/сут
24	РЭЖ	Расход энергии жиров	ккал/сут
25	РЭБ/кг	Расход энергии белков на ед. массы тела в сутки	ккал/кг/сут
26	РЭУ/кг	Расход энергии углеводов на ед. массы тела в сутки	ккал/кг/сут
27	РЭЖ/кг	Расход энергии жиров на ед. массы тела в сутки	ккал/кг/сут
28	O ₂ exp	Объем кислорода, выдыхаемый за 1 выдох	мл
29	CO ₂ exp	Объем углекислого газа, выдыхаемый за 1 выдох	мл
30	ВЭO ₂	Вентиляционный эквивалент O ₂	отн.ед.
31	ВЭCO ₂	Вентиляционный эквивалент CO ₂	отн.ед.
32	КП	Кислородный пульс	мл/уд
33	КП/кг	Кислородный пульс на ед. массы тела	мл/уд/кг
34	КП/ппт	Кислородный пульс на ед. площади тела	мл/уд/м ²
35	VO ₂ /кг	Потребление кислорода на ед. массы тела	мл/мин/кг
36	КИO ₂	Коэффициент использования кислорода	мл/л
37	ИМТ	Индекс массы тела	кг/м ²

Полноценная работа метабологафа (максимальное количество показателей метаболизма) возможна только при использовании мониторинга дыхания и

мониторинга гемодинамики.

Чтобы получить значения всех показателей, во время подготовительного этапа (п. 6.1) в окне «Ввод базовых показателей» введите данные о больничном режиме, повреждающем факторе, ожогах, ИВЛ, уровне общего азота суточной мочи.

Мониторинг метаболизма требует подключения газового модуля и модуля механики дыхания. При этом пациент может дышать самостоятельно воздухом через маску или находиться на аппаратном дыхании (ИВЛ).

Показания к проведению непрямой калориметрии.

В соответствии с рекомендациями Комитета по непрямой калориметрии Европейского Общества клинического питания и Метаболизма (ESPEN), а также Американского Общества Респираторной терапии, показания к применению непрямой калориметрии у пациентов на продленной ИВЛ могут быть разделены на две группы: респираторные и нереспираторные.

Респираторные показания:

- Неудачное отлучение от ИВЛ.
- Острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС).
- Глубокая (длительная) седация и анальгезия.
- Миоплегия.
- Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) как причина острой дыхательной недостаточности.
- Необходимость оценки потребления кислорода.
- Оценка причины гиперпноэ и высокого минутного объема дыхания.

Нереспираторные показания:

- Острая церебральная недостаточность как причина критического состояния.
- Сепсис.
- Стойкая гипоальбуминемия (гипопротеинемия) на фоне эмпирически проводимой нутритивной поддержки.
- Отсутствие эффекта от эмпирически проводимой нутритивной поддержки.
- Ожирение тяжелой степени (ИМТ более 30 кг/м²).
- Пациент с ампутированной конечностью.
- Расчет энергетической цены дыхания при сложном отлучении от вентилятора.
- Измерение сердечного выброса методом Фика.
- Оценка глубины седации.
- Оценка вентиляционно-перфузионных отношений в легких на основе динамики поглощения кислорода и выделения углекислого газа при изменении параметров ИВЛ.

Для оценки преобладания метаболизма тех или иных нутриентов используют дыхательный коэффициент (ДК), который рассчитывают как соотношение VCO_2/VO_2 .

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

4

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.

Факторы, ограничивающие проведение метаболографии.

Респираторные факторы:

- негерметичный дыхательный контур;
- бронхоплевральная фистула или трахеопищеводный свищ;
- инспираторная концентрация кислорода (FiO_2) 60% и более;
- частая смена FiO_2 ;
- уровень РЕЕР, приводящий к перераздуванию альвеол (обычно выше 14 мбар);
- изменение уровня функциональной остаточной емкости легких (ФОЕ);
- менее 90 мин после смены режима ИВЛ;
- невозможность разделить инспираторный и экспираторный газ из-за базового потока триггерной системы вентилятора;
- поток газа в дыхательном контуре превышает поток газа внутри метаболографа;
- наличие системы увлажнения (увлажнителя);
- неправильная калибровка метаболографа;
- внутренняя утечка метаболографа;
- короткий период измерения;
- пары воды на сенсоре.

Нереспираторные факторы:

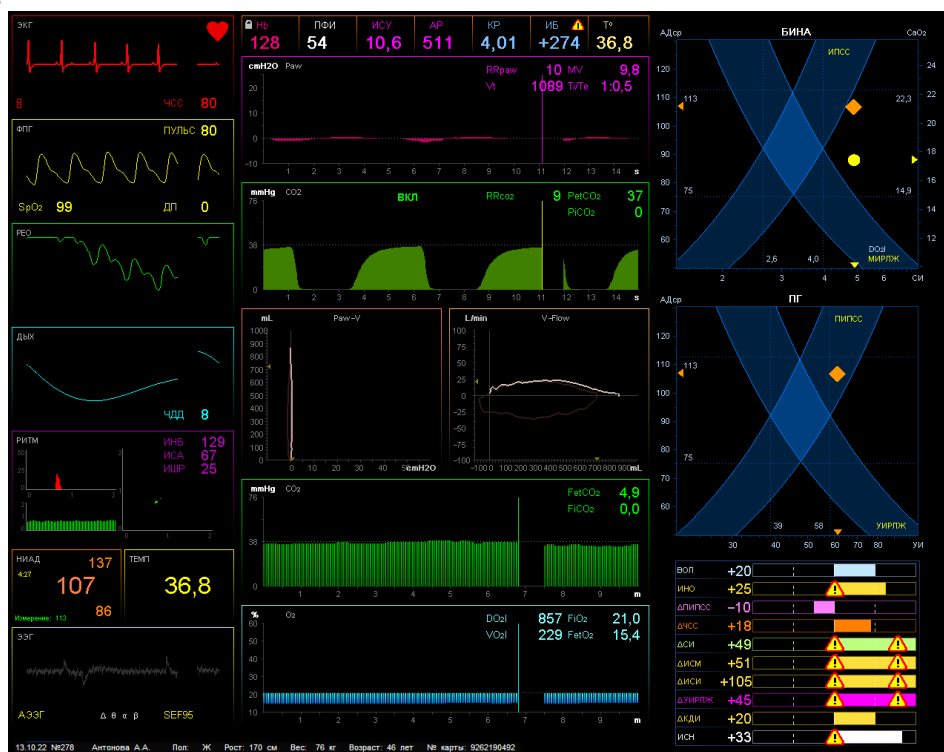
- инвазивные манипуляции или методы лечебной физкультуры перед измерением;
- процедура заместительной почечной терапии (гемодиализ, перитонеальный диализ), законченная менее чем за 3-4 часа до измерений;
- экстракорпоральная мембранная оксигенация;
- тяжелая артериальная гипоксемия;
- брадикардия.

Особенности проведения метаболографии в условиях длительной ИВЛ.

5

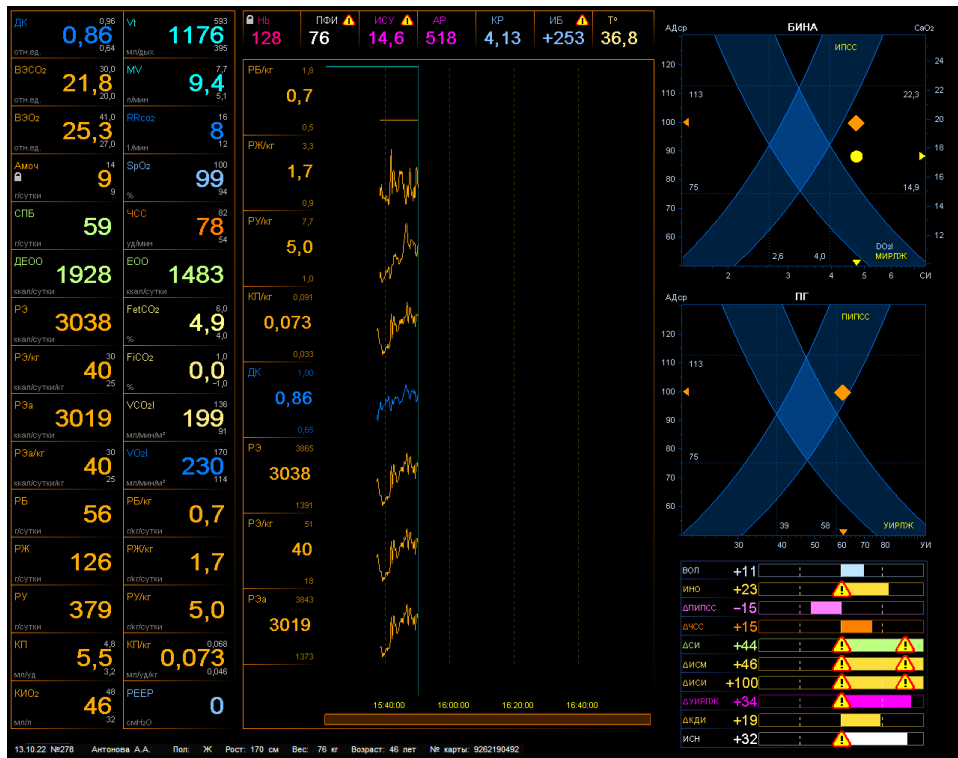
- период метаболического равновесия (стабильное состояние — «steady state»), при котором изменения VO_2 и VCO_2 в течение 5 мин. не превышают 10% или коэффициент вариации для обеих величин не превышает 5%;
- проведение измерений (теста) в течение определенного временного периода (не менее 25 мин) с оценкой интегрального показателя;
- проведение измерений в утренние часы и повторно через 8-12 часов повышает точность измерений и корректность интерпретации результатов;
- величина дыхательного коэффициента (ДК) более 1,3 и менее 0,65 является критерием некорректности измерений;
- стабильный паттерн дыхания пациента - важное условие корректности измерений;
- данные метаболографии позволяют предотвратить как гипералиментацию, так и гипокалорический вариант нутритивной поддержки. И гипер-, и гипоалиментация приводят к увеличению осложнений, длительности ИВЛ и продолжительности лечения в ОРИТ; может быть проведена коррекция скорости и объема вводимой глюкозы (углеводов).

Значения показателей дыхания и метаболизма и можно наблюдать на Экране 2 и Экране 3:



Экран 2. Мониторинг дыхания.

6



Экран 3. Метаболизм+Тренды+Гемодинамика.