

REFERENCES. *ЛИТЕРАТУРА

1. Bilotta F., Pietropaoli P., Sanita R. Nefopam and tramadol for the prevention of shivering during neuroaxial anesthesia. Region. Anesth. Pain Med. 2002; 27: 380—4.
2. Delage N., Maaliki H., Beloeil H. Median effective dose (ED₅₀) of nefopam and ketoprofen in postoperative patients. Anesthesiology. 2005; 102: 1211—6.
3. Fernandez-Sanchez M., Diaz-Trelles R., Groppetti A. Nefopam, an analogue of or-phenadrine, protects against both NMDA receptor-dependent and independent verapamil-induced neurotoxicity. Amino Acids. 2002; 23: 31—6.
4. Ferrante F.M., Vadeboncoeur T.R. Postoperative Pain Management / Послеоперационная боль. М.: Медицина; 1998.
5. Girard P., Verniers D., Coppe M.C. Nefopam and ketoprofen synergy in rodent models of antinociception. Eur. J. Pharm. 2008; 584: 263—71.
6. Gordon S., Brahin J., Rowan J. Peripheral prostanoid levels and nonsteroidal antiinflammatory drug analgesia: replicate clinical trials in a tissue injury model. Clin. Pharmacol. Ther. 2002; 72: 175—83.
7. Kehlet H., Dahl J.B. The value of “multimodal” or “balanced analgesia” in postoperative pain treatment. Anesth. Analg. 1993; 77: 1048—56.
8. Kehlet H. Labat Lecture 2005. Surgical stress and postoperative outcome — from here to where? Region. Anesth. Pain Med. 2006; 31: 47—52.
9. Piper S., Suttner S., Schmidt S. Nefopam and clonidine in the prevention of postanesthetic shivering. Anaesthesia. 1999; 54: 695—9.
10. Piper S., Rohm K., Suttner S. A comparison of nefopam and clonidine for the prevention of postanesthetic shivering: a comparative, double-blind and placebo-controlled dose-ranging study. Anaesthesia. 2004; 59: 559—64.
11. Rawal N. Analgesia technique and post-operative morbidity. Eur. J. Anaesthesiol. Suppl. 1995; 10: 47—52.
12. Strom B., Berlin J., Kinman J. Parenteral ketorolac and risk of gastrointestinal and operative site bleeding. J.A.M.A. 1996; 275: 376—82.
13. Verleye M., Andre N., Heulard I., Gillardin J. Nefopam blocks voltage-sensitive sodium channels and modulates glutamatergic transmission in rodents. Brain Res. 2004; 1013: 249—55.
14. Warfield C., Kalm C. Acute pain management. Programs in U.S. hospitals and experiences and attitudes among U.S. adults. Anesthesiology. 1995; 83: 1090—94.
- *15. Осипова Н.А., Новиков Г.А., Прохоров Б.М. Хронический болевой синдром в онкологии. М.: Медицина; 1998.

* * *

- *15. Osipova N.A., Novikov G.A., Prochorov B.M. М.: Meditsina; 1998.
Поступила 01.10.13

КЛИНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014
УДК 616.12-189.168-07:616.24-008.7:546.21

А.В. Перфилова, Т.А. Громова, К.М. Лебединский, А.М. Зайчик

ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА В ЛЕГКИХ И В БОЛЬШОМ КРУГЕ КРОВООБРАЩЕНИЯ — РАЗНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ОДНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ИЛИ РАЗНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ?

ГБОУ ВПО Северо-Западный государственный медицинский университет им И.И. Мечникова
Минздрава РФ, 191015, Санкт-Петербург, Россия

У 8 пациентов после кардиохирургических операций с искусственным кровообращением авторы выполнили 32 парных измерения потребления кислорода в легких с помощью анализа дыхательной газовой смеси и в большом круге кровообращения обратным методом Фика. Среднее значение потребления кислорода, измеренного первым методом, было выше того же показателя, определенного вторым методом, — $148,4 \pm 39,9$ и $120 \pm 35,1$ мл · мин⁻¹ · м² соответственно, среднее разности парных измерений составило $28,4 \pm 18,4$ мл · мин⁻¹ · м². В двух случаях, однако, величина потребления кислорода в большом круге кровообращения оказалась выше потребления в легких. Анализируя физиологические и методические причины таких расхождений, авторы пришли к выводу, что, хотя оба метода могут быть использованы для мониторинга кислородтранспортной функции, они не являются взаимозаменяемыми, а быстрая динамика потребления кислорода в легких может давать дополнительную полезную информацию.

Ключевые слова: потребление кислорода, обратный метод Фика, вентиляционно-перфузионные отношения

OXYGEN CONSUMPTION IN THE LUNGS AND SYSTEMIC CIRCULATION — DIFFERENT METHODS OF MEASUREMENT OF ONE DATA OR DIFFERENT DATA?

Perfilova A.V., Gromova T.A., Lebedinskii K.M., Zaichik A.M.

Mechnikov North-Western State Medical University, Saint-Petersburg, Russia

The article deals with calculation of oxygen consumption in the lungs by means of breathing gas mixture analysis and in parallel — in the systemic circulation by reverse Fick method; 32 paired measurements were performed in 8 patients after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. The mean pulmonary oxygen consumption was higher than the same value calculated by the reverse Fick principle — 148.4 ± 39.9 ml · min⁻¹ · m⁻² and 120 ± 35.1 ml · min⁻¹ · m⁻², respectively, the mean difference between two methods was 28.4 ± 18.4 ml · min⁻¹ · m⁻². However, in two observations the interrelation was inverted. While analyzing physiological and methodological reasons for these differences, the authors concluded that, despite both methods can be used in monitoring systemic oxygen transport in the critically ill, they are not interchangeable, and valuable additional data could be derived from fast changes in lungs oxygen uptake.

Key words: oxygen consumption, reverse Fick principle, ventilation—perfusion relationship

Расчет потребления кислорода организмом (VO_2) является сегодня признанной составляющей мониторинга в интенсивной терапии. При этом в отличие от рутинно измеряемых показателей — ЧСС, АД, сердечного выброса, анализа газового состава крови — VO_2 дает представление о конечном результате доставки кислорода к тканям и возможности клеток его утилизировать, являясь своего рода "итоговым критерием" функции транспорта кислорода.

Большое внимание по праву уделяется вопросу соотношения потребления кислорода и его доставки (DO_2); зависимость между этими показателями носит закономерный нелинейный характер [1, 18]. На экспериментальных моделях было показано, что прямая зависимость потребления кислорода от его доставки имеет место только при очень низких значениях DO_2 (менее $6-7 \text{ мл} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{м}^2$), тогда как в других ситуациях стабильность нормального потребления кислорода при колебаниях доставки обеспечивается изменением уровня его экстракции из артериальной крови (рис. 1). Удалось показать, что значения DO_2 и VO_2 являются более точными критериями прогноза выживаемости, чем традиционно используемые параметры гемодинамики [14, 15]. Поэтому возможность мониторинга потребления кислорода у пациентов в критических состояниях представляет не только научный, но и практический интерес.

Реакцию организма на оперативное вмешательство, сопровождающуюся изменениями метаболизма, называют хирургическим стрессом, а главной задачей анестезии принято считать защиту пациента от хирургической агрессии. Закономерности взаимодействия систем организма при стрессе до конца не определены, однако нацеленность большинства патофизиологических маркеров стресса на увеличение аэробного энергетического обмена представляется вполне очевидной [1]: считается, что уровень энергозатрат при стрессе может превышать основной обмен в несколько раз, что требует соответствующего увеличения VO_2 . Возможно, именно этот показатель позволит наиболее объективно оценить качество анестезии с позиции защиты пациента от хирургического стресса.

В настоящее время существует 2 подхода к оценке потребления кислорода: обратный метод Фика, оценивающий потребление кислорода тканями тела, и метод анализа дыхательной газовой смеси, позволяющий рассчитать поглощение газа в легких. Их сравнению посвящено немало работ; большинство авторов сходятся во мнении, что в целом результаты измерений хорошо согласованы [7], однако некоторые исследователи считают, что данные двух методов слабо коррелируют между собой. Во всех доступных нам работах показано, что VO_2 , измеренное с помощью анализа дыхательных газов, обычно превышает показатель, определенный обратным методом Фика [5, 8, 11], что легко объяснить потреблением некоторого количества кислорода на "внутренние нужды" легочной ткани. Встречается, однако, и обратное соотношение [16], которое авторам обычно сложно объяснить иначе, чем методической ошибкой измерения или случайными флюктуациями одного из показателей. При этом "по умолчанию" всегда предполагается, что анализ газовых составов дыхательной смеси и крови представляет альтернативный подход к оценке одного и того же показателя.

Возникает вопрос — так ли это на самом деле? Можно ли использовать оба этих подхода как равноценные для клинической оценки эффективности кислородтранспортной функции и если да, то с какими специфическими огра-

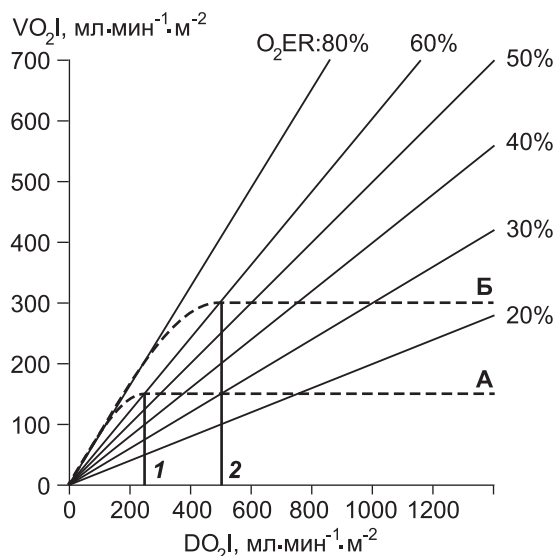


Рис. 1. Соотношение между величинами доставки (DO_2) и потребления (VO_2) кислорода в норме (А) и при повышенном аэробном метаболизме — например, при системном воспалительном ответе (Б); O_2ER — меняющаяся величина экстракции кислорода из крови (из [1]).

ничениями для каждого? Наконец, можно ли извлечь какую-либо полезную информацию из расхождения результатов этих двух методов оценки потребления кислорода?

Целью нашего исследования стал сравнительный анализ результатов и физиологического значения оценки потребления кислорода в легких и в большом круге кровообращения.

Материал и методы. Материал исследования, одобренного локальным Этическим комитетом СЗГМУ им. И.И. Мечникова, составили 32 парных наблюдения, когда показатель одновременно измеряли обоими методиками. В исследовании участвовало 8 пациентов (5 мужчин и 3 женщины) в возрасте 40—70 лет, которым выполняли кардиохирургические операции с искусственным кровообращением. В соответствии с принятым стандартом мониторинга всем пациентам до индукции анестезии катетеризировали лучевую артерию, после индукции через правую внутреннюю яремную вену устанавливали катетер Свана—Ганца (Corodyn TD-I, B|Braun, Германия). Измерения осуществляли после перевода из операционной в ОРИТ каждые 2 ч в течение 48 ч. Всем пациентам проводили респираторную поддержку аппаратом Engström Carestation с интегрированным модулем спирометрии и газоанализа E-COVX (GE Healthcare, США) в режиме BiLevel с FIO_2 0,4-0,6. Параметры режима вентиляции подбирали, поддерживая $p_{Et}CO_2$ на уровне 35—45 мм рт. ст.

Как известно, обратный метод Фика основан на утверждении, что потребление кислорода на протяжении большого круга кровообращения пропорционально сердечному выбросу и артериовенозной разнице по кислороду, которую определяют анализом газового состава проб артериальной и смешанной венозной крови:

$$VO_2 = Q \cdot (CaO_2 - C\bar{v}O_2), \quad (1)$$

где Q — сердечный выброс, CaO_2 — общее содержание кислорода в артериальной крови, $C\bar{v}O_2$ — то же в смешанной венозной крови. Расчет выполняли с помощью монитора S/5 (GE Healthcare, США) после ввода данных газового состава артериальной и смешанной венозной крови и концентрации гемоглобина по формуле:

$$VO_2 = Q \cdot ([1,34 \cdot Hb \cdot (S_{O_2}/100) + p_{O_2} \cdot 0,031] - [1,34 \cdot Hb \cdot (S\bar{v}O_2/100) + p\bar{v}O_2 \cdot 0,031]), \quad (2)$$

где Q — сердечный выброс, измеренный методом термодилуции, Hb — концентрация гемоглобина, $g \cdot l^{-1}$, S_{O_2} и $S\bar{v}O_2$ — сатурация гемоглобина, соответственно, артериальной и смешанной венозной крови кислородом в %, p_{O_2} и $p\bar{v}O_2$ — напряжение кислорода в артериальной и смешанной венозной крови в мм рт. ст. соответственно.

Информация для контакта.

Перфилова Анна Владимировна (Perfilova Anna Vladimirovna), e-mail: aperfilova@gmail.com

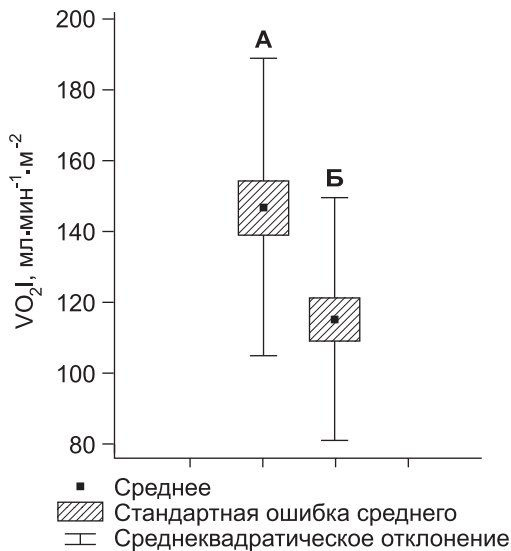


Рис. 2. Сравнение величин индекса потребления кислорода VO_2I в легких (А) и в большом круге кровообращения (Б), определенных с помощью анализа дыхательной газовой смеси и обратным методом Фика соответственно.

Пробы артериальной крови и из дистального порта катетера Свапа—Ганца брали одновременно, анализировали газовый состав в течение ближайших 3 мин. Газоанализатором ABL 800 (Radiometer, Дания) определяли содержание гемоглобина, сатурацию его кислородом и pO_2 в крови. За время этого анализа проводили серию из 5—6 измерений сердечного выброса методом термодилуции, используя болюсные введения 10 мл 0,9% раствора натрия хлорида комнатной температуры. Исключали результаты, отличавшиеся от других в серии более чем на 10%, полученную среднюю величину сердечного выброса включали в дальнейший расчет.

Анализ газов дыхательной смеси в сочетании с измерением выдыхаемого и выдыхаемого объемов позволяет рассчитать поглощение кислорода легкими:

$$VO_2 = (F_{I,O_2} \cdot V_I) - (F_{E,O_2} \cdot V_E), \quad (3)$$

где F_{I,O_2} — концентрация кислорода во вдыхаемой газовой смеси, F_{E,O_2} — концентрация кислорода в выдыхаемой газовой смеси, V_I и V_E — инспираторный и экспираторный объемы соответственно. Однако у пациента на ИВЛ технически трудно точно измерить оба эти объема, что ведет к значимой ошибке расчета VO_2 . Современные метабографы решают проблему с помощью так называемой трансформации Haldane [17]. Если допустить, что во вдыхаемой смеси присутствуют только кислород и N_2 , то

$$F_{I,N_2} = 1 - F_{I,O_2}. \quad (4)$$

Поскольку объем азота в процессе дыхания остается неизменным (нет ни его поглощения, ни выведения из организма), то

$$V_I \cdot F_{I,N_2} = V_E \cdot F_{E,N_2}. \quad (5)$$

Соответственно в выдыхаемой газовой смеси присутствуют N_2 , O_2 и CO_2 , и

$$F_{E,N_2} = 1 - F_{E,O_2} - F_{E,CO_2}. \quad (6)$$

Подставляя уравнения (4—6) в уравнение (3), получаем:

$$VO_2 = V_E \cdot [(F_{I,O_2} \cdot (1 - F_{E,O_2} - F_{E,CO_2}) / (1 - F_{I,O_2})) - F_{E,O_2}]. \quad (7)$$

Таким образом, для определения потребления кислорода достаточно измерение концентраций газов и только выдыхаемого объема. Этот принцип и реализован в модуле E-COVX, причем для измерения концентрации кислорода использован парамагнитный датчик, а для CO_2 — инфракрасный. Забор проб осуществляли по принципу side stream из тройника дыхательного контура. Измерение потоков осуществляется расходомером переменного перепада (датчик D-lite), также стыкуемым с тройником.

Величину потребления кислорода, измеренную модулем E-COVX, фиксировали одновременно с измерением сердечно-

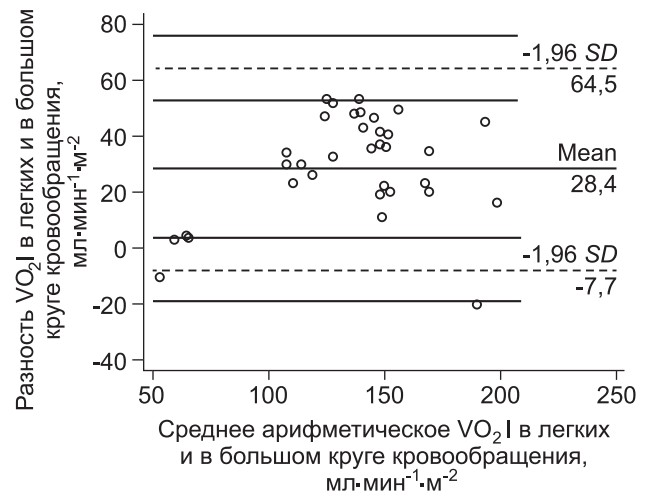


Рис. 3. График Бланда—Альтмана для величин VO_2I в легких и в большом круге кровообращения (пояснения в тексте).

го выброса. Перед каждым проведением измерений модуль калибровали. До измерений параметры вентиляции (в том числе F_{I,O_2}) оставались неизменными в течение как минимум 15 мин, во время измерения все они также не менялись. Результаты измерений в модуле обновляются каждые 15 с, затем усредняются каждые 5 мин. В исследовании регистрировали тот 5-минутный интервал, который соответствовал забору проб крови и измерению сердечного выброса.

Величины потребления кислорода приводили к антропометрическим данным пациентов, выражая в форме индексов (VO_2I , $мл \cdot мин^{-1} \cdot м^2$).

Анализ данных выполняли с помощью программы Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США). Для оценки согласованности результатов двух методов использовали методику Бланда—Альтмана. Для каждой пары измерений рассчитывали разность; среднее разности характеризует систематическое расхождение, а стандартное отклонение разности — согласованность методов.

Результаты исследования и их обсуждение. Среднее значение потребления кислорода, измеренного с помощью анализа дыхательной газовой смеси, было выше того же показателя, полученного обратным методом Фика ($148,4 \pm 39,9$ и $120 \pm 35,1$ $мл \cdot мин^{-1} \cdot м^2$ соответственно, рис. 2). Среднее разности парных измерений ($M \pm m$) равнялось $28,4 \pm 3,25$ $мл \cdot мин^{-1} \cdot м^2$, минимальное значение — $20,2$ $мл \cdot мин^{-1} \cdot м^2$, максимальное — $53,6$ $мл \cdot мин^{-1} \cdot м^2$, стандартное отклонение разности (σ) — $18,4$ $мл \cdot мин^{-1} \cdot м^2$. В двух случаях, однако, соотношение величин оказалось обратным — $47,71$ и $180,14$ $мл \cdot мин^{-1} \cdot м^2$ (метод анализа дыхательной газовой смеси) против $58,12$ и $200,35$ $мл \cdot мин^{-1} \cdot м^2$ (обратный метод Фика) соответственно.

На графике Бланда—Альтмана видно, что в так называемый коридор среднего $\pm 1,96$ стандартного отклонения, ограниченный пунктирными линиями, попадают почти все значения (рис. 3). Это подтверждает наличие согласованности между результатами методов в целом. В то же время анализ каждого отдельного случая показывает наличие разницы, причем разнонаправленной. В чем же причины расхождений результатов двух методов?

На наш взгляд, их можно условно разделить на связанные с физиологическим смыслом этих двух подходов к оценке потребления кислорода и проистекающие из различий в конкретных технологиях измерений и расчетов.

Прежде всего при оценке VO_2 обратным методом Фика невозможно измерить общее потребление кислорода организмом, так как из измерения исключается потребление кислорода тканями самих легких. Между тем, например, синтез альвеолоцитами II типа фосфолипидного сурфактанта — энергетически высокотратный процесс, обе-

Сравнение величин VO_2I , полученных с помощью анализа дыхательной газовой смеси и обратного метода Фика

Метод	Число наблюдений	Значения, мл · мин ⁻¹ · м ²			
		<i>M</i>	ДИ для <i>M</i>	σ	<i>m</i>
Анализ дыхательной газовой смеси	32	147,4	132,7—162,1	40,1	7,2
Обратный метод Фика	32	117,4	105,5—129,3	32,4	5,8

спечиваемый поглощением кислорода непосредственно из просвета альвеол. Таким образом, теоретически разница между величинами VO_2 в легких и в большом круге кровообращения всегда должна быть равна потреблению кислорода собственно легкими и таким образом представляет источник систематической ошибки. Почему же в таком случае потребление кислорода в большом круге может при определенных условиях превышать его поглощение в легких? Может быть, дело в неизбежном присутствии случайного компонента ошибки измерения? (см. таблицу).

В самом деле расчет потребления кислорода с использованием обратного метода Фика требует предварительного измерения целого ряда показателей и основан на предположениях о постоянстве ряда величин. Если бы все эти измерения и константы имели нулевую ошибку, метод был бы абсолютно точным и воспроизводимым. В эксперименте обычно пытаются уменьшить вероятность ошибки, стремясь свести к минимуму время между забороном проб крови и ее анализом, тщательно калибруя оборудование перед каждым измерением и т. п. В клинике, однако, нет условий для столь тщательного соблюдения всех условий измерения и забора проб крови. Так, например, причинами ошибок в измерении сердечного выброса могут быть как неправильная техника измерения (избыточный или недостаточный объем вводимого болуса, чрезмерно охлажденный раствор, несоблюдение времени инъекции, предшествовавшая измерению инфузия жидкости комнатной температуры), так и состояние пациента (наличие трикуспидальной регургитации, низкий сердечный выброс). Ошибка, таким образом, может составлять до 10% величины с различным знаком.

Все перечисленные ошибки измерений в дальнейшем отражаются на расчетных показателях. Например, при небольшой артериовенозной разнице по кислороду и больших значениях сердечного выброса, что нередко наблюдается у пациентов с сепсисом и гипердинамическим шоком, итоговое значение VO_2 особенно часто оказывается ошибочным [17]. Еще один фактор, который редко обсуждается, но оказывает заметное влияние на правильность расчетов — вариабельность кислородной емкости гемоглобина. Константа Хюфнера может изменяться от 1,31 до 1,39 мл на 1 г Hb, что приводит к отличию артериовенозной разницы по кислороду в зависимости от выбранного значения примерно на 5%.

Несмотря на то что при смене параметров вентиляции могут возникать ошибки измерения показателя VO_2 в легких, современные метабографы обычно "решают" эту проблему за несколько дыхательных циклов. В то же время непрямая калориметрия неприменима в условиях высоких концентраций кислорода в дыхательной смеси, при высокочастотной вентиляции, утечках в контуре (в том числе при сбросе газа по плевральным дренажам, а также в большинстве случаев у неинтубированных пациентов). Довольно проблематично производить измерения при включенном увлажнителе, поскольку линия забора проб газа очень быстро заполняется конденсатом, что делает измерение невозможным.

Наконец, измерения VO_2 обратным методом Фика осуществимы лишь со значительной дискретностью (время получения нового значения сердечного выброса методом термодилуции достигает 10 мин), тогда как полностью автоматизированный анализ газов дыхательной смеси позволяет рассчитывать потребление кислорода в режиме непрерывного мониторинга (с дискретностью 15 с!), что отражает не просто технологическое, но и существенное содержательное смысловое различие методов.

Так, отслеживая динамику изменения величин VO_2 в легких в реальном времени, мы обратили внимание на закономерные колебания показателя, связанные с изменением параметров вентиляции. На рис. 4, а (см. вклейку) представлена фотография экрана аппарата Engström Carestation при изменении уровня РЕЕР с 5 до 8 см вод. ст. у пациентки Б., 52 лет, с клинически здоровыми легкими (показанием к респираторной поддержке явилась обусловленная высокой дозой фентанила "штатная" депрессия дыхания в первые часы после неосложненной реваскуляризации миокарда с искусственным кровообращением). Видно, что маневр, начало которого отмечено широкой вертикальной белой стрелкой, сопровождается подъемом величины VO_2 (сплошная белая линия) в легких, причем далее на протяжении 4 мин показатель возвращается к исходным значениям. Очевидно, начальный рост потребления кислорода связан с раскрытием какой-то части альвеол, подвергшихся коллабированию во время операции и анестезии. Поскольку в целом кислородный режим организма пациентки стабилен, потребление кислорода в большом круге кровообращения остается на постоянном уровне, и потому на следующем этапе рост смешанной венозной сатурации возвращает показатель VO_2 в легких на исходный уровень, но уже при новом распределении вентилиционно-перфузионных отношений. На рис. 4, б представлена динамика VO_2 в легких в ответ на снижение F_{IO_2} с 0,5 до 0,4: видно резкое падение показателя, которое является очевидным методическим артефактом — концентрация кислорода на выходе еще соответствует "старому" составу альвеолярного газа, и лишь отсутствие динамики элиминации углекислого газа (белый пунктир) демонстрирует стабильность внешнего газообмена. Наконец, рис. 4, в демонстрирует пример "пережатия" капилляров малого круга избыточной величиной внутриальвеолярного давления при дальнейшем повышении РЕЕР с 8 до 11 см вод. ст. (происходит своеобразное расширение 1-й зоны J. West): оба показателя — потребление кислорода и элиминация CO_2 — синхронно снижаются, а затем возвращаются к исходным значениям. Отметим, что на пике такого временного "провала" мгновенное значение потребления кислорода в легких, увидеть которое позволяет исключительно мониторинг показателя, может действительно оказаться ниже стабильного "системного" VO_2 .

Таким образом, обе методики определения потребления кислорода имеют определенные погрешности и ограничения применения, и при этом ни одна не может служить так называемым золотым стандартом. Следует определенно констатировать, что методы принципиально не взаимозаменяемы, расхождение их результатов носит систематический характер, а потому, решая любые задачи сравнения, следует всегда пользоваться только каким-либо одним из них, подобно тому, как это принято сегодня для методов измерения сердечного выброса.

В то же время эти положения никоим образом не компрометируют клинико-физиологическую ценность показателя потребления кислорода как такового. Более того, учитывая, что легкие отнюдь не являются метаболически пассивным массообменником с неизменными параметрами, поглощение ими кислорода и его потребление в

большом круге кровообращения имеют очевидное семиотическое различие. Вероятно, практика мониторинга ближайшего будущего будет оперировать двумя отдельными и по-разному трактуемыми величинами VO_2 . При этом более динамичный показатель потребления кислорода легкими может использоваться в оценке не только системного кислородного бюджета, но и динамики вентиляционно-перфузионных отношений в легких.

ВЫВОДЫ

1. Поглощение кислорода в легких, оцениваемое с помощью анализа газового состава дыхательной смеси, и системное потребление кислорода, рассчитываемое по обратному принципу Фика, объективно представляют собой два различных физиологических показателя. Первый из них подвержен более значительным динамическим колебаниям, связанным с быстрой динамикой вентиляционно-перфузионных отношений даже в условиях стабильности системного потребления кислорода.

2. Вполне удовлетворительное в целом совпадение результатов парных измерений показывает, что как оценка поглощения кислорода в легких, так и расчет системного потребления кислорода могут быть использованы для оценки величины VO_2 в практике интенсивной терапии.

3. Методы в то же время не являются взаимозаменяемыми, поэтому при анализе динамики у одного и того же пациента или при сравнении пациентов и групп между собой всегда следует пользоваться какой-либо одной методикой.

REFERENCES. *ЛИТЕРАТУРА

- *1. Лебединский К.М. Кровообращение и обмен энергии. В кн.: Лебединский К.М., ред. Кровообращение и анестезия. СПб.: Человек; 2012: 71—103.
2. Bizouarn P., Blanloeil Y., Pinaud M. Comparison between oxygen consumption calculated by Fick's principle using a continuous thermodilution technique and measured by indirect calorimetry. Br. J. Anaesth. 1995; 75 (6): 719—23.
3. Chiolerio R., Flatt J.P., Revelly J.P., Jequier E. Effects of catecholamines on oxygen consumption and oxygen delivery in critically ill patients. Chest. 1991; 100 (6): 1676—84.
4. Donaldson L., Dodds S., Walsh T.S. Clinical evaluation of a continuous oxygen consumption monitor in mechanically ventilated patients. Anaesthesia. 2003; 58 (5): 455—60.

5. Epstein C.D., Peerless J.R., Martin J. et al. Comparison of methods of measurements of oxygen consumption in mechanically ventilated patients with multiple trauma: the Fick method versus indirect calorimetry. Crit. Care Med. 2000; 28 (5): 1363—9.
6. Flancbaum L., Choban P.S., Sambucco S. et al. Comparison of indirect calorimetry, the Fick method, and prediction equations in estimating the energy requirements of critically ill patients. Am. J. Clin. Nutr. 1999; 69: 461—6.
7. Haldane J.S., Graham J.I. Methods of air analysis. Griffin; 1935.
8. Inadomi C., Terao Y., Yamashita K. et al. Comparison of oxygen consumption calculated by Fick's principle (using a central venous catheter) and measured by indirect calorimetry. J. Anesth. 2008; 22 (2): 163—6.
9. Liggett S.B., St John R.E., Lefrak S.S. Determination of resting energy expenditure utilizing the thermodilution pulmonary artery catheter. Chest. 1987; 91 (4): 562—6.
10. Nishikawa T. and Dohi S. Errors in the measurement of cardiac output by thermodilution. Can. J. Anesth. 1993; 40 (2): 142—53.
11. Peyton P., Stuart-Andrews C., Robinson G. Indirect calorimetry has better reproducibility than the reverse fick method in measurement of oxygen uptake. Open Crit. Care Med. J. 2010; 3 (1): 1—6.
12. Peyton P.J., Robinson G.J. Measured pulmonary oxygen consumption: difference between systemic oxygen uptake measured by the reverse Fick method and indirect calorimetry in cardiac surgery. Anaesthesia. 2005; 60 (2): 146—50.
13. Quinn T.J., Weissman C., Kemper M. Continual trending of Fick variables in the critically ill patient. Chest. 1991; 99 (3): 703—7.
14. Schoemaker P.T., Samsel R.W. Oxygen delivery and uptake by peripheral tissues: physiology and pathophysiology. Crit. Care Clin. 1989; 5 (2): 255.
15. Stuart-Andrews C., Peyton P., Humphries C. et al. Continuous measurement of multiple inert and respiratory gas exchange in an anaesthetic breathing system by continuous indirect calorimetry. J. Clin. Monitor. Comput. 2009; 23 (1): 41—9.
16. Thrush D.N. Spirometric versus Fick-derived oxygen consumption: which method is better? Crit. Care Med. 1996; 24: 91—5.
17. Walsh T.S. Recent advances in gas exchange measurement in intensive care patients. Br. J. Anaesth. 2003; 91 (1): 120—31.
18. Weissman C., Kemper M. The oxygen uptake — oxygen delivery relationship during ICU interventions. Chest. 1991; 99 (2): 430—5.

* * *

- *1. Лебединский К.М. Циркуляция и энергия метаболизма. In: Лебединский К.М., ed. Циркуляция и анестезия. Saint-Petersburg: Che-lovek; 2012: 71—103 (in Russian).

Поступила 10.09.13

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014

УДК 616.714.35-089-06:616.321-008.1]-073.97

В.В. Подлепич, И.А. Савин, А.С. Горячев, А.В. Ошоров, В.Н. Шиманский, С.В. Мадорский, Е.Ю. Соколова, И.В. Мацковский, Е.П. Ананьев, А.Г. Ничаева

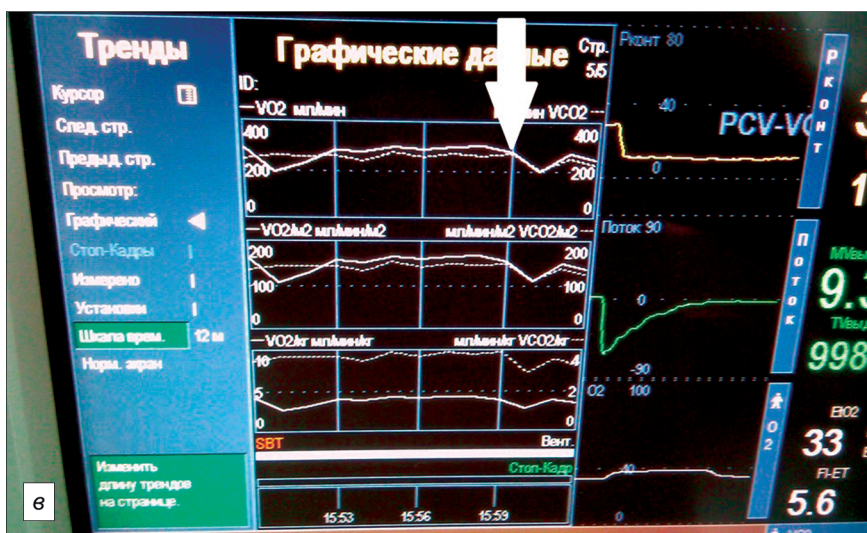
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРТИКАЛЬНЫХ ОТВЕТОВ СОМАТОСЕНСОРНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НАРУШЕНИЙ ГЛОТАНИЯ У ПАЦИЕНТОВ В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ПОСЛЕ ОПЕРАТИВНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА НА СТРУКТУРАХ ЗАДНЕЙ ЧЕРЕПНОЙ ЯМКИ

ФГБУ НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко РАМН, Москва

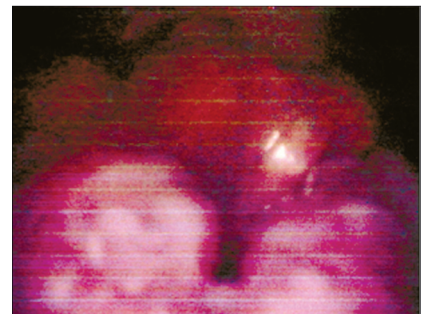
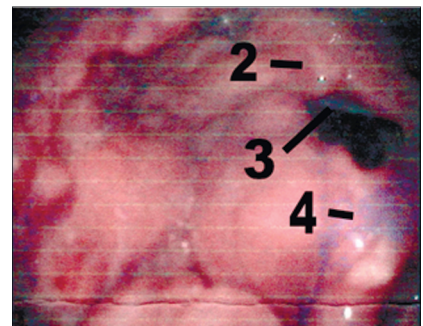
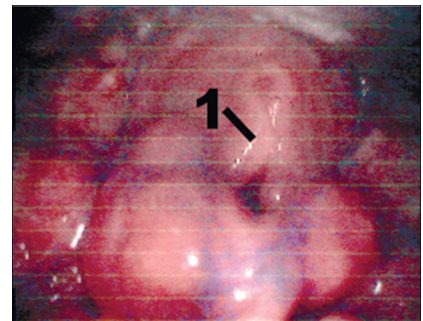
Основными задачами раннего послеоперационного периода при нейрохирургических вмешательствах на структурах ЗЧЯ являются своевременное и безопасное прекращение ИВЛ и экстубация больного. Для клинической оценки функции гортаноглотки мы используем алгоритм, разработанный в нашем отделении реанимации. Недостатками теста клинической оценки готовности пациента к экстубации являются его субъективный характер и невозможность проведения в условиях даже поверхностной седации. У этих пациентов исследование ССВП может проводиться на фоне седации и позволить объективизировать стволый дефицит.

Цель нашего исследования — выявление изменений кортикальных ответов ССВП у пациентов с нарушениями глотания после удаления опухолей ЗЧЯ. В качестве теста для клинической оценки нарушений глотания мы использовали шкалу оценки нарушений глотания у интубированных пациентов с повреждением ствола головного мозга. Мы провели сопоставление кортикальных ответов ССВП с результатами теста оценки нарушений глотания.

К ст. Перфиловой А.В. и соавт.



К ст. Зайцева А.Ю. и соавт.



Фиброларингоскопическая картина больной Ч.

Объяснения в тексте.

1 — голосовая складка; 2 — рожковидный бугорок; 3 — голосовая связка; 4 — деформированный надгортанник.

Рис. 4 а, б, в. Экран аппарата Engström Carestation с графиками потребления кислорода и элиминации углекислого газа легкими (пояснения в тексте).