УДК 617-089.5-035: 617-089.5-036.3 (045) Оригинальная статья

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕСТА ДЛЯ ОЦЕНКИ КИСЛОРОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА У ПАЦИЕНТОВ ВЫСОКОГО АНЕСТЕЗИОЛОГО-ОПЕРАЦИОННОГО РИСКА

М.В. Пригородов *— ГОУ ВПО Саратовский военно-медицинский институт МО РФ, начальник центра анестезиологии и реаниматологии и интенсивной терапии, кандидат медицинских наук;* ***Д.В. Садчиков*** *— ГОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Росздрава, заведующий кафедрой скорой медицинской и анестезиолого-реанимационной помощи факультета повышения квалификации и постдипломной подготовки специалистов, профессор, доктор медицинских наук.*

VELOERGOMETRY TEST USAGE FOR ESTIMATION OF OXYGEN-POWER EXCHANGE IN PATIENTS AT HIGH ANESTHETIC-OPERATIONAL RISK

M.V. Prigorodov *— Saratov Military Medical Institute, начальник центра анестезиологии и реаниматологии и интенсивной терапии, Candidate of Medical Science;* **D.V. Sadchikov** *— Saratov State Medical University, Head of Department of Emergency, Anaesthesiology and Reanimatology, Faculty of Raising Skills and Post-Diploma Training, Doctor of Medical Science, Honoured Doctor of the Russian Federation.*

Дата поступления — 09.02.09 г. Дата принятия в печать — 26.06.09 г.

М.В. Пригородов, Д.В. Садчиков. **Использование велоэргометрического теста для оценки кислородно-энергетического обмена у пациентов высокого анестезиолого-операционного риска. Саратовский научно-медицинский журнал, 2009, том 5, № 3, с. 333–336.**

Проведено рандомизированное проспективное исследование с двойным “слепым” контролем у 228 пациентов высокого риска (ASA≥III), подвергшихся длительным и травматичным операциям на органах груди и живота. Исключили из исследования 133 пациента. Оставшихся 95 пациентов разделили на группы без осложнений и с осложнениями (соответственно 51 и 44 пациента), которым за сутки до операции провели велоэргометрический тест (ВЭМТ). Исследовали: среднее динамическое давление (СДД), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС), сердечный индекс (СИ); артерио-венозную (а-v) разницу по кислороду, доставку кислорода к тканям, потребление кислорода и коэффициент экстракции кислорода в тканях (КЭК); энергопотребность. В ответ на ВЭМТ в обеих группах отмечен рост СИ за счет тахикардии и падение ОПСС, которое в группе осложнения осталось выше нормы. В группе без осложнений нормализовалось КЭК, а-v разница по O_2 стала выше нормы, в другой группе — КЭК и а-v разница по O_2 стали превышать норму, а потребление кислорода выросло почти в 2 раза. После ВЭМТ а-v разница по O_2 и потребление кислорода были существенно выше в группе с осложнениями. Общее количество осложнений составляло 53, дыхательных — 16, воспалительных — 23 и гнойно-септических осложнений — 14. Получена клинически важная связь (p=0,06939) периоперационных осложнений с ростом а-v разницы по кислороду и энергетического обмена.

Ключевые слова: велоэргометрический тест, кислородно-энергетический обмен, пациенты высокого анестезиолого-операционного риска, периоперационные осложнения, дистресс-шок.

M.V. Prigorodov, D.V. Sadchikov. **Use Exercise Testing for an Estimation of a Oxygen-Power Exchange at Patients of High Anesthesiology-Operational Risk. Saratov Journal of Medical Scientific Research, 2009, vol. 5, № 3, p. 333–336.**

It is lead randomized prospective research with the double “blind” control over 228 patients of high risk (ASA≥III), undergone long and traumatic to operations on bodies of a breast and a stomach. Have excluded from research 133 patients. The staying 95 patients have divided into groups without complications and with complications (accordingly 51 and 44 patients) which one day prior to operation have carried out exercise testing. Investigated: ADP, CPRV, SI, a arterio-venous difference on oxygen, delivery of oxygen to fabrics, consumption of oxygen in fabrics, factor extraction oxygen in tissue, a power exchange. In reply to exercise testing in both groups growth of SI is marked due to a tachycardia and falling CPRV which in group of complication remained above norm. In group without complications it was normalized FEO, б-v the difference on O_2 became higher than norm, in other group — FEO and б-v a difference on O_2 began to exceed norm, and consumption of oxygen has grown almost in 2 times. After exercise testing б-v a difference on O_2 and consumption of oxygen were essentially higher in group with complications. The total of complications made — 53, respiratory — 16, inflammatory — 23 and purulent — septic complications — 14. Clinically important connection (p=0,06939) perioperative complications with growth a-v differences on oxygen and a power exchange is received

Key words: exercise testing, an oxygen — power exchange, patients of high anesthesiology-operational risk, perioperative complications, a distress-shock.

Введение. Анестезиологу и хирургу важно знать перенесет ли данный больной операцию вообще, а если перенесет, то какие осложнения ему наиболее угрожают и что надо сделать, чтобы уменьшить их вероятность [1]. Многочисленные шкалы и классификации дают разноплановую информацию о вероятности развития периоперационных осложнений (ASA [2]; В.А. Гологорский и соавт. (1988); J.C. Marshall et al. (1993); Le Gall J.R., Lemeshow S., Saulnier F. (1993); L. Goldman et al. (1977); K. A. Eagle et al. (1996) [3-6]. Ни в одной из них не встречается дооперационной интегрированной оценки состояния пациента по кислородной и энергетической системам и тем более при физической нагрузке.

Нагрузочные пробы применяют, в частности для, оценки эффективности лечебных (в том числе хирургических) и реабилитационных мероприятий по результатам динамического исследования больных [7]. Одни исследователи считают дозированную фи-

Ответственный автор — **Пригородов Михаил Васильевич**
410017 г. Саратов, Ильинская площадь, 17,
тел.: (8452) 523874, 8 903 380 67 37,
e-mail: intensiv74@yandex.ru

зическую нагрузку приемлемой для прогноза послеоперационных осложнений [8, 9, 10], другие — нет [11, 12]. До настоящего времени не создана модель неспецифического стресса в виде дозированной физической нагрузки, в частности, велоэргометрического теста (ВЭМТ), для изучения этапной ответной интегральной реакцию кислородной и энергетической систем и взаимосвязанных изменений параметров этих систем с периоперационными осложнениями.

Цель: изучить влияние дозированной физической нагрузки на изменение кислородного и энергетического обмена, установить связь кислородного и энергетического обмена с периоперационными осложнениями у пациентов высокого анестезиолого-операционного риска.

Для достижения этой цели поставили следующие задачи:

- исследовать изменения основных показателей сердечно-сосудистой системы, кислородного и энергетического обмена во время велоэргометрического теста;
- определить периоперационные осложнения;
- установить характер связи периоперационных осложнений с показателями кислородного и энергетического обмена.

Материалы и методы. Проведено рандомизированное проспективное исследование с двойным "слепым" контролем у 228 пациентов высокого риска (ASA≥III), подвергшихся длительным и травматичным операциям на органах груди и живота. Исключили из исследования 133 пациента. Оставшихся 95 пациентов разделили на группы без осложнений и с осложнениями (соответственно 51 и 44 пациента), которым за сутки до операции провели ВЭМТ.

Исследовали показатели сердечно-сосудистой системы — СДД (мм. рт. ст), ОПСС (дин*сек$^{-1}$/м^2), СИ (л/мин/м^2); обмена кислорода — артерио-венозная разница по кислороду (мл O_2/1000 мл крови), доставка кислорода к тканям (мл/мин$^{-1}$*м^2), потребление кислорода в тканях (мл/мин$^{-1}$*м^2), коэффициент экстракции кислорода в тканях (%); энергетического обмена — энергопотребность (ккал/мин).

АД и ЧСС определяли при помощи аппарата МПР6/4-03 ("Triton", Россия). Ударный объем сердца фиксировали, используя ультразвуковую диагностическую медицинскую систему для сердечно-сосудистых исследований, портативную высокого класса [Vivid E, General Electric Co, Латинская Америка]. Насыщение венозной и артериальной крови кислородом определяли на газоанализаторе ["Ciba-Corning" 238pH/Blood Gas Analyzer, Венгрия], сатурацию $S_{at}HbO_2$ (%) по графику кривой диссоциации гемоглобина, содержание гемоглобина (г/л) в венозной и артериальной крови гемоглобинцианидным методом на колориметре ["КФК-2МП", Россия]. С помощью газоанализатора кислорода [ГКМП-02-ИНСОВТ, Россия] определяли F_iO_2 (%) и F_eO_2 (%), используя аппарат МПР 6-03 ["Тритон", Россия] измеряли, $P_{in}CO_2$ (%) и $P_{et}CO_2$ (%). Регистрировали МОД (л/мин) [волюметр 45084, DDR] и атмосферное давление по барометру (мм рт. ст.). СДД, СИ, ОПСС, содержание O_2 в крови (мл/1000 мл), a-v разницу по кислороду (мл/1000 мл), потребление кислорода (мл), элиминацию углекислого газа (мл), энергетическую потребность в ккал/мин определяли по известным формулам. Норма приведена из справочника практического врача [13].

Методика ВЭМТ: 1 ступень нагрузки 50 Вт в конце в течение 3-х мин, 1-й отдых (восстановление исходных показателей ЧСС и АД), 2 ступень нагрузки 75 Вт в течение 2-х мин, 2-й отдых (восстановление исходных показателей ЧСС и АД). Показатели сердечно-сосудистой системы, кислородного и энергетического обмена фиксировали до и после выполнения ВЭМТ. Определили периоперационные осложнения. Во время ВЭМТ установили связь периоперационных осложнений с кислородным и энергетическим обменом.

Использовали непараметрические статистические методы. Получили медиану и 25-75% интерквартильный размах. Результаты расценивались как статистически значимые при величинах достигнутого уровня достоверности p<0,05, доверительном интервале — 95%. Фатальные исходы, осложнения изучали двусторонним точным критерием Фишера. Изменения показателей внутри групп определяли с помощью критерия Friedman, Wilcoxon, Sign Test. Различие показателей между группами — Mann-Whitney U Test. Связь периоперационных осложнений с показателями кислородного и энергетического обмена — Logistic regression (logit) N методом Quasi-Newton.

Результаты. Группы пациентов без осложнений и с осложнениями не различались по антропометрическим данным, анестезиолого-операционному риску, анестезиологическому обеспечению, травматичности операции.

В табл. 1 представлены изменения гемодинамики в ответ на ВЭМТ.

Перед началом ВЭМТ во всех группах СДД и СИ находились в пределах нормы, а ОПСС превышало ее. В ответ на ВЭМТ в обеих группах отмечен рост СИ за счет тахикардии и падение ОПСС, которое в группе осложнения осталось выше нормы. Различий между группами показателей центральной гемодинамики не было. В табл. 2 представлены изменения кислородного и энергетического обмена в ответ на ВЭМТ.

До ВЭМТ КЭК, VO_2, IDO_2, a-v разница по O_2 в группе без осложнений были ниже нормы. В группе с осложнениями VO_2, IDO_2 были ниже нормы, а КЭК и a-v разница по O_2 находились в пределах нормы. В обеих группах кислородный обмен обеспечивался адекватным уровнем энергетического обмена. До

Таблица 1

Изменения основных показателей гемодинамики во время ВЭМТ

Группы	Этапы	СДД (мм рт. ст.)	СИ (л/мин-1*м2)	ОПСС (дин*сек-1* м2)
Без осложнений (f)	До ВЭМТ	93 (88-100)	3,29 (2,86-4,06)	1847 (1606-2249)
	После ВЭМТ	80 (72-100) a1	3,79 (2,69-4,64) a2	1297 (1243-2408) a1
Осложнения (g)	До ВЭМТ	93 (83-101)	2,91 (2,54-3,42) (f-g) 5	1934 (1654-2279)
	После ВЭМТ	88 (80-100) a1	3,19 (2,74-4,18) a1	1706 (1381-2216) a1

Примечания. Норма СДД — 80-100 мм рт. ст., СИ — 2,5-4,0 л/мин$^{-1}$*м^2, ОПСС — 900-1500 дин*сек$^{-1}$*м^2 [Анестезиология и интенсивная терапия: Справочник практического врача / Б.Р. Гельфанд, П.А. Кириенко, Т.Ф. Гриненко, В.А. Гурьянов и др.; Под общ. ред. Б.Р. Гельфанда. — М.: Литерра, 2005. — 544 с.]. Непараметрические статистические методы. Медиана и 25-75% интерквартильный размах. Изменения показателей внутри групп определяли с помощью критерия Friedman, Wilcoxon, Sign Test. Существенные сдвиги в подгруппах: 2 — p<0,02; 1 — p<0,01

Таблица 2

Основные показатели кислородного и энергетического обмена во время ВЭМТ

Группы	Этапы	КЭК	VO2	ИDO2	A-v разница по O2	Энергетическое потребление
Без осложнений (f)	До ВЭМТ	16 (19-23)	115 (137-163) (f-g) 4	437 (393-481)	29 (23-34)	1,31 (1,02-1,37)
	После ВЭМТ	25 (17-34)	178 (161-194) (f-g) 4	500 (433-566)	61 (40-101)	1,95 (1,36-2,77) a 5
Осложнения (g)	До ВЭМТ	29 (27-33) (f-g) 4	140 (122-156)	474 (427-568)	50 (46-60)	1,20 (0,67-1,77)
	После ВЭМТ	45 (38-51)	259 (205-325) a 2	537 (485-685)	69 (60-107) a3 (f-g) 4	1,54 (1,14-1,92) a 3

Примечания. Норма КЭК — 24-32%, VO_2 — 195-285 мл/мин$^{-1}$*м^2, $ИDO_2$ — 950-1150 мл/мин$^{-1}$*м^2, a-v разница по O_2 — 42-50 мл O_2/1000 мл крови [Анестезиология и интенсивная терапия: Справочник практического врача / Б.Р. Гельфанд, П.А. Кириенко, Т.Ф. Гриненко, В.А. Гурьянов и др.; Под общ. ред. Б.Р. Гельфанда. — М.: Литерра, 2005. — 544 с.]. Энергетическое потребление (ккал/мин). Непараметрические статистические методы. Медиана и 25-75% интерквартильный размах. Изменения показателей внутри групп определяли с помощью критерия Friedman, Wilcoxon, Sign Test. Различие показателей между группами — Mann-Whitney U Test. Существенные сдвиги в подгруппах и различия между ними: 5 — p<0,05; 4 — p<0,04; 3 — p<0,03; 2 — p<0,02

ВЭМТ КЭК и VO_2 были существенно ниже в группе без осложнений. ВЭМТ вызвал рост всех показателей в группах на фоне подъема энергетического обмена: в группе без осложнений нормализовалось КЭК, a-v разница по O_2 стала выше нормы, в другой группе — КЭК и a-v разница по O_2 стали превышать норму, а потребление кислорода выросло почти в 2 раза. После ВЭМТ a-v разница по O_2 и потребление кислорода были существенно выше в группе с осложнениями.

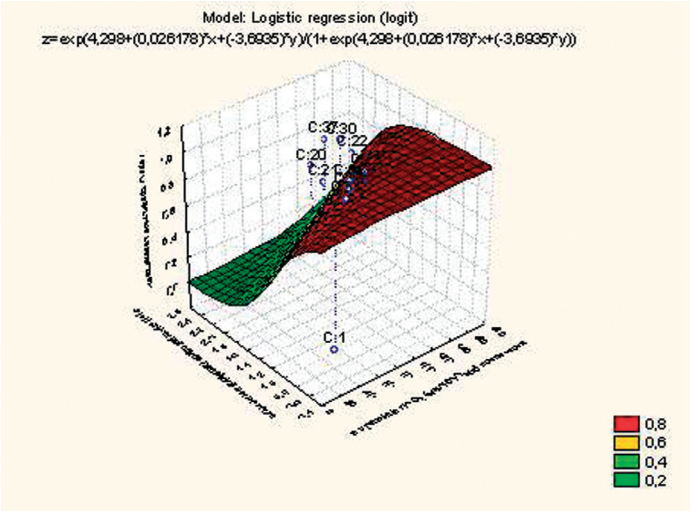
Мы не стремились к систематизации осложнений, а ограничились их констатаций. Общее количество осложнений составляло 53, чаще встречались осложнения со стороны дыхательной системы — 16, проявления затянувшегося репаративного процесса в виде воспаления — 23 и нагноения послеоперационной раны — 14.

В результате логистического регрессионного анализа получена клинически важная связь (p=0,06939) периоперационных осложнений с ростом a-v разницы по кислороду и энергетического обмена (рисунок). Получена формула прогнозирования периоперационных осложнений: z=exp(4,298+(,026178)*x+(-3,6935)*y)/(1+exp(4,298+(,026178)*x+(-3,6935)*y)), где x — энергетическая потребность (ккал/мин), y — a-v разница по кислороду (мл O_2/1000 мл крови).

Обсуждение. В группе без осложнений зафиксировали повышение производительности сердечно-сосудистой системы за счет тахикардии с повышением $ИDO_2$ на фоне существенного улучшения микроциркуляции, что сопровождалось нормализацией КЭК и ростом выше нормы a-v разницы по кислороду, но с оптимизацией потребления кислорода. Все эти сдвиги обеспечивались эффективным ростом энергетического обмена. В группе с осложнениями отмечен прирост СИ за счет тахикардии на фоне неудовлетворительной микроциркуляции, что проявилось недостаточным обеспечением тканей кислородом, нашедшим отражение в превышении КЭК нормы, существенном росте a-v разницы по кислороду и увеличении потребления кислорода почти в 2 раза. Эти сдвиги в сердечно-сосудистой системе и кислородном обмене сопровождались малоэффективным приростом энергетического обмена.

В группе без осложнений сдвиги центральной гемодинамики можно характеризовать как адаптивные, а в группе осложнения — дисадаптивные. Изменения кислородно-энергетического обмена в группе без осложнений определяются как адаптивные, а в группе с осложнениями как дистресс-шок.

Таким образом, ВЭМТ представляет собой модель неспецифического стресса, позволяющую поэтапно рассмотреть и оценить индивидуальную реакцию сердечно-сосудистой системы, кислородного и энергетического обмена и установить риск возникновения периоперационных осложнений.



Зависимость периоперационных осложнений от a-v разницы по кислороду и энергетического обмена после велоэргометрического теста (p=0,06939)

Заключение. Большинство прогностических шкал и классификаций оценки тяжести состояния хирургического больного отличаются громоздкостью и разноплановостью входящих в них клинических, биохимических и функциональных показателей. Ни в одной из них не встречается интегрированная оценка состояния пациента высокого анестезиолого-операционного риска по кислородному и энергетическому статусу.

Во время ВЭМТ у пациентов высокого анестезиолого-операционного риска установлены три состояния этапных нарушений сердечно-сосудистой системы и кислородно-энергетического обмена — адаптивное, дисадаптивное, дистресс-шок.

Существенное повышение интегрального показателя артерио-венозной разницы по кислороду и энергетического обмена в ответ на ВЭМТ связано с периоперационными осложнениями, представленными у пациентов высокого анестезиолого-операционного риска дыхательными, воспалительными и гнойно-септическими.

Проведенное исследование ставит вопрос о защите пациента, находящегося в состоянии дисадаптации сердечно-сосудистой, кислородной и энергетической систем во время анестезиолого-операционного дистресса.

Библиографический список

1. Гологорский, В.А. О проблеме адекватности общей анестезии / В.А. Гологорский, Т.Ф. Гриненко, Л.Д. Макарова // Анестезиология и реаниматология. — 1988. — № 2. — С. 3-6.

2. Dripps, R.D. The role of anesthesia in surgical mortality/ R.D. Dripps, A. Lament, J.E. Eckenhoff // JAMA. — 1961. — V. 178. — P. 261-266.

3. Guidelines for perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery. Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery) / K.A. Eagle, B.H. Brundage, B.R. Chaitman, G.A. Ewy et al. // J Am Coll Cardiol. — 1996. — V. 27. — P. 910-948.

4. Le Gall, J.R. A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European / North American multicenter study / J.R. Le Gall, S. Lemeshow, F. Saulnier // JAMA. — 1993. — V. 270. — P. 2957-2963.

5. Marshall, M.C. The physiologic evaluation of the lung resection candidate/ M.C. Marshall, G.N. Olsen //Clin Chest Med. — 1993. — V. 14. — P. 305-319.

6. Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures / L. Goldman, D.L. Caldera, S.R. Nussbaum, F.S. Southwick et al. // N Engl J Med. — 1977. — V. 297. — P. 845-850.

7. Кубергер, М.Б. Методы исследования гемодинамики и кардиодинамики / М.Б. Кубергер; Под ред. Е.И. Чазова // Болезни сердца и сосудов. — М.: Медицина, 1992. — Т. 1. — С. 404.

8. Preoperative prediction of pulmonary complications following thoracic surgery / R.E. Dales, G. Dionne, J.A. Leech, M. Lunau et al. // Chest. — 1993. — V. 104. — P. 155-159.

9. Damhuis, R.A.M. Resection rates and postoperative mortality in 7.899 patients with lung cancer / R.A.M. Damhuis, P.R. Schutte // Eur Respir J. — 1996. V. — 9 — P. 7-10.

10. Predicting complications after pulmonary resection. Preoperative exercise testing vs. a multifactorial cardiopulmonary risks index / S.K. Epstein, L.J. Faling, B.D. Daly, B.R. Celli // Chest. — 1993. — V. 104. — P. 694-700.

11. Exercise testing, 6-min walk, and stair climb in the evaluation of patients at high risk for pulmonary resection / D.A. Holden, T.W. Rice, K. Stelmach, D.P. Meeker // Chest. — 1992. — V. 102. — P. 1774-1779.

12. Preoperative assessment as a predictor of mortality and morbidity after lung resection / J. Markos, B.P. Mullan, D.R. Hillman et al. // Am Rev Respir Dis. — 1989. — V. 139 — P. 902-910.

13. Анестезиология и интенсивная терапия: Справочник практического врача / Б.Р. Гельфанд, П.А. Кириенко, Т.Ф. Гриненко и др.; Под общ. ред. Б.Р. Гельфанда. — М.: Литерра, 2005. — 544 с.