

Анаэробный порог — предиктор прогноза критических инцидентов при плановых оперативных вмешательствах на органах брюшной полости

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Несмотря на прогресс и все более широкое распространение интраоперационного мониторинга, совершенствование способов анестезии, успехи клинической фармакологии, сохраняется значимость хирургической, медикаментозной агрессии в проявлении механизмов хирургического стресса. В этих условиях еще более важной становится роль анестезиологов в обеспечении безопасности пациента по ходу оперативного вмешательства и анестезии, а также в раннем послеоперационном периоде. Все перечисленные обстоятельства обуславливают актуальность поиска возможностей повышения безопасности анестезии с помощью объективного прогнозирования развития критических инцидентов и осложнений. С этой целью было проведено проспективное исследование с участием 96 пациентов, которым были выполнены плановые оперативные вмешательства на органах брюшной полости. В предоперационном периоде проводили оценку функционального состояния с помощью кардиореспираторной и шестиминутной шаговой пробы. Показано, что анаэробный порог, определенный с помощью кардиореспираторной нагрузочной пробы может быть использован в качестве предиктора прогнозирования развития критических инцидентов. Снижение значения анаэробного порога менее 11,95 мл/кг/мин свидетельствует о высокой вероятности развития критических инцидентов с чувствительностью 92% и специфичностью 77%. В то же время доступная методика объективной оценки функционального состояния — шестиминутная шаговая проба оказалась неинформативной, что было доказано в ходе статистического анализа.

Ключевые слова: анаэробный порог, предоперационный осмотр, критические инциденты, гипотензия, кардиореспираторная нагрузочная проба, предупреждение осложнений, функциональное состояние, метаболический эквивалент, кардиальные осложнения, прогнозирование осложнений.

Введение. Одной из актуальных проблем, стоящих сегодня перед врачами анестезиологами-реаниматологами, является прогнозирование и предупреждение развития осложнений на этапах анестезии и в послеоперационном периоде [1, 12]. Хирургические методы лечения остаются ведущими в лечении пациентов абдоминального профиля, однако, несмотря на развитие анестезиологии и реаниматологии, фармакотерапии, совершенствование хирургических подходов, появление малоинвазивных и роботизированных технологий, избежать периоперационных осложнений не удается [3].

В Европе ежегодно около 100 млн взрослого населения подвергается хирургическим операциям некардиохирургического профиля. При этом у 500–900 тыс. человек в периоперационном периоде развиваются осложнения со стороны системы кровообращения [3, 16]. Риск летальных исходов составляет от 0,8 до 1,5% [12]. Кардиальные осложнения составляют до 42% от всех возникающих осложнений [1, 3, 12].

Ежедневная задача анестезиолога в предоперационном периоде — оценка риска развития осложнений у пациентов. Для выполнения данной задачи используют различные методики: функциональные и фармакологические пробы, интегральные индексы кардиальных осложнений, опросники повседневной

активности, расчет метаболического эквивалента, регистрацию критических инцидентов (КИ) [4, 9, 10, 13]. В Европе для решения данной задачи используют кардиореспираторную нагрузочную пробу (КРНП) [11, 12]. Практически каждому осложнению предшествует развитие КИ [2, 7]. Данная проблема остается недостаточно отраженной в научной литературе.

Таким образом, поиск эффективного метода прогнозирования КИ остается актуальным ввиду высокой клинической значимости. Прогнозирование КИ в предоперационном периоде будет способствовать повышению безопасности проводимых анестезий у пациентов среднего и пожилого возраста, имеющих выраженную сопутствующую патологию.

Цель исследования. Прогнозировать развитие КИ с помощью КРНП и шестиминутной шаговой пробы (6-ШМП) на этапах индукции и поддержания анестезии.

Материалы и методы. В проспективное исследование после получения информированного согласия включено 96 пациентов. Критерием включения стало выполнение планового оперативного вмешательства в условиях общей комбинированной анестезии с интубацией трахеи и искусственной вентиляцией легких, средний (44–59 лет) и пожилой (60–74 лет)

возраст пациентов (в соответствии с классификацией Всемирной организации здравоохранения). Критерием исключения явилось наличие в анамнезе нестабильной стенокардии, тяжелого аортального стеноза, неконтролируемой сердечной аритмии, заболеваний опорно-двигательной системы (в области тазобедренных или коленных суставов), а также наличие старческого возраста у пациентов (75–89 лет).

Характеристика исследуемых пациентов по возрасту, индексу массы тела (ИМТ), полу и физическому статусу представлена в таблице 1.

Определение анаэробного порога у пациентов в предоперационном периоде выполняли с помощью КРНП. Для этого использовали аппаратный комплекс «Ultima CPX» фирмы «Medical Graphics» (Соединенные Штаты Америки), рисунок 1.

Систему калибровали с помощью стандартных газовых смесей известных заданных концентраций

перед каждой пробой. Дозированную нагрузку осуществляли с помощью велоэргометра. В ходе проведения пробы использовали оригинальный протокол физической нагрузки, апробированный на здоровых добровольцах [5, 6].

С помощью газоанализатора, входящего в систему «Ultima CPX», регистрировали анаэробный порог (АП), который рассчитывался системой автоматически. На следующий день проводили 6-МШП, которую выполняли в коридоре длиной 30 м. Перед началом выполнения пробы пациентов инструктировали о необходимости пройти максимальное расстояние за 6 мин, при этом разрешалось по желанию останавливаться и начинать движение.

Всем пациентам накануне операции выполняли премедикацию по стандартной схеме: бензодиазепины перед сном внутрь, утром за 30 мин до подачи в операционную внутримышечно. Индукция анестезии: наркотический анальгетик (фентанил), гипнотический компонент (пропофол), недеполяризующие миорелаксанты (рокурония бромид). Поддержание анестезии – наркотический анальгетик (фентанил) каждые 20 мин, ингаляционные анестетики (севоран). Степень миорелаксации контролировали с помощью объективного мониторинга нейромышечной передачи: четырехразрядной стимуляции – Train of Four (TOF=0).

Анализ КИ осуществляли на двух этапах: индукция анестезии и период поддержания анестезии. Выявленные КИ на данных этапах анестезии были сгруппированы по методике, предложенной Е.А. Казаковой [2, 7], в частности – относительно системы кровообращения: гипотензия (артериальное давление (АД) менее 20% от исходного или менее 90 мм рт. ст.); гипертензия (АД более 20% от исходного или более 160 мм рт. ст.); инотропная, вазопрессорная поддержка; брадикардия (частота сердечных сокращений менее 60 в мин);

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с помощью программы IBM SPSS Statisticians 20.0. С целью выявления показателей прогнозирования развития КИ выполняли анализ логистической регрессии методом включения (отношения правдоподобия). Оценку прогностической значимости показателей выявляли методом построения ROC-кривых (Receiver Operator Characteristic) и определения порогового значения для оптимального соотношения чувствительности и специфичности.

Результаты и их обсуждение. Все пациенты выполнили предложенный протокол, при этом АП=11 (10; 12) мл/кг/мин. P. Older et al. [16] указывают, что при снижении АП менее 11 мл/кг/мин происходит увеличение частоты развития осложнений и времени нахождения в стационаре. Пройденная пациентами дистанция при выполнении 6-МШП составила 430 (380; 487) м, что соответствует сердечной недостаточности I функционального класса согласно классификации Нью-Йоркской кардиологической ассоциации [8]. В целом, функциональное состояние

Таблица 1

Характеристика пациентов

Показатель		Значения
Возраст, лет		60,85 (52; 71)
ИМТ, кг/м ²		26,5 (23,3; 29,4)
Мужчины, п		59
Женщины, п		37
Тяжесть состояния по ASA, п	II	72
	III	24

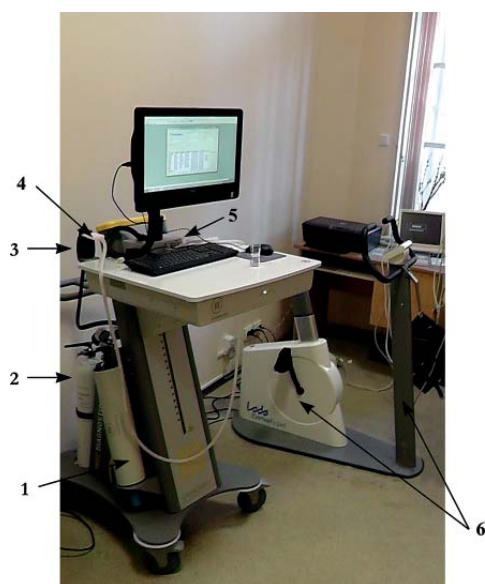


Рис. 1. Комплекс КРНП: 1 – шприц для калибровки датчика потока;

2 – баллоны для калибровки системы газоанализа; 3 – калибровочный порт; 4 – кабель контура системы газоанализа; 5 – панель соединения контура системы газоанализа и линии забора образца при дыхании пациента; 6 – велоэргометр, соединенный с системой Ultima CPX)

пациентов компенсировано, поэтому осложнений в послеоперационном периоде не зарегистрировано. Однако в период индукции и поддержания анестезии регистрировали эпизоды гипотензии и гипертензии, которые по критериям соответствовали КИ [2, 7]. Характер и частота распределения КИ на этапах анестезии представлены в таблице 2.

Таблица 2
Характер и частота распределения КИ на этапах анестезии

Этап анестезии	Гипотензия, абс. (%)	Гипертензия, абс. (%)	Всего, абс. (%)
Индукция	38 (39,5)	7 (7,6)	45 (46,8)
Поддержание	34 (35,4)	0	34 (35,4)

В период поддержания анестезии гипотензия в 12 (12,5%) случаях требовала необходимости инотропной поддержки дофамином в дозировке 3–8 мкг/кг/мин и у 2 (2%) вазопрессорной коррекции АДнорадреналином в дозировке 0,05–0,2 мкг/кг/мин.

Учитывая результаты, полученные в предоперационном периоде при выполнении КРНП и 6-ШМП, принято решение о проведении статистического анализа для поиска критерия, позволяющего прогнозировать КИ. Используя значения показателей АП, определенного с помощью КРНП и пройденной дистанции, выявленной с помощью 6-ШМП, проведен анализ логистической регрессии методом включения (отношение правдоподобия). По результатам исследования выполнено прогнозирование возникновения общего количества КИ во время операции с использованием выше перечисленных показателей в качестве предикторов. Получившаяся прогностическая модель развития КИ оказалась статистически значима ($\chi^2=38$, $p<0,001$ с $df=1$). Модель позволила объяснить 80% (Nagelkerke's R^2) дисперсии зависимой переменной, что указывает на отношения умеренной силы между прогнозом и предиктором. Общая точность прогноза составила 90% (95% для группы, где КИ не было, и 87%, где они были). Критерий Вальда продемонстрировал, что значимый вклад в прогнозирование КИ вносил только АП ($p<0,001$). В то же время результаты 6-ШМП оказались незначимыми предикторами ($p=0,225$). Таким образом, для прогноза КИ возможно использование значения только АП. Учитывая данные результаты, с целью определения статистически значимой величины АП, свидетельствующей о высокой вероятности развития КИ, использовалась ROC-кривая, построение которой выполнено для общего количества КИ как на этапе индукции, так и этапе поддержания анестезии (рис. 2).

Показано, что на всех этапах анестезии площадь под кривой свидетельствует о несомненной пользе использования АП в качестве предиктора прогноза КИ. Анаэробный порог, равный 11,95 мл/кг/мин, в соответствии с существующей таблицей координат ROC-кривой при чувствительности 92% и специфич-

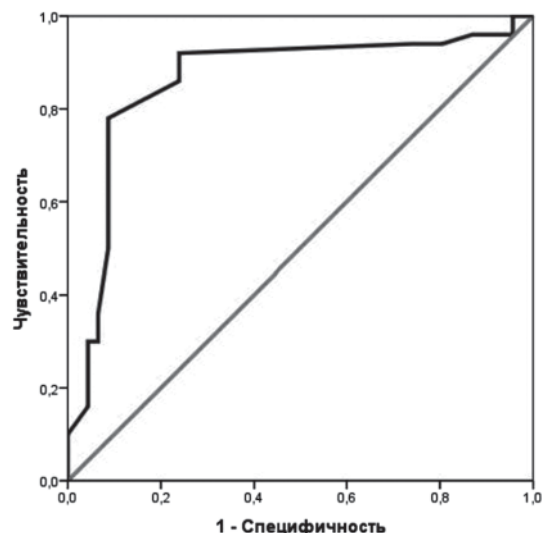


Рис. 2. ROC-кривая. Характеристика прогностической модели АП в отношении развития общего количества КИ

ности 77% становится пороговой величиной. Учитывая данное значение АП исследуемые пациенты были разделены на две группы: первая группа – АП больше 11,95 мл/кг/мин и вторая группа – АП менее 11,95 мл/кг/мин. На этапах индукции и поддержания анестезии выполнен анализ частоты возникновения КИ в зависимости от уровня АП. Установлено, что количество пациентов у которых АП был менее 11,95 мл/кг/мин, составило 32 человека (33,3%). Значение АП данных пациентов было достигнуто при его величине, равной 8,5 (7; 10) мл/кг/мин, при этом частота развития КИ составила 56,9%. Этот показатель значительно превышал частоту развития КИ при АП более 11,95 мл/кг/мин как на этапе индукции анестезии, так и на этапе поддержания анестезии.

Таким образом, показана возможность прогноза КИ с помощью КРНП путем определения АП в предоперационном периоде. Напротив, доступная 6-МШП оценки функционального состояния оказалась для этого неинформативной.

Закключение. Показатель АП, определенный с помощью кардиореспираторной нагрузочной пробы, может быть использован в качестве критерия для прогнозирования развития критических инцидентов. Снижение значения АП менее 11,95 мл/кг/мин свидетельствует о высокой вероятности развития КИ с чувствительностью 92% и специфичностью 77%.

Литература

1. Заболотских, И.Б. Федерации анестезиологов и реаниматологов. Клинические рекомендации. Периоперационное ведение больных с сопутствующей ишемической болезнью сердца / И.Б. Заболотских, К.М. Лебединский, К.В. Григорьев // Анестезиол. и реаниматол. – 2013. – № 6. – С. 67–78.
2. Казакова, Е.А. Внутренний медицинский аудит на основе регистрации критических инцидентов в отделении анестезиологии многопрофильной клиники: дис. ... канд. мед. наук / Е.А. Казакова. – М., 2007. – 102 с.

3. Лебединский, К.М. Ишемия и острый инфаркт миокарда в послеоперационном периоде / К.М. Лебединский, И.С. Курапеев // Вестн. анестезиол. и реаниматол. – 2010. – № 6. – С. 36–40.
4. Субботин, В.В. Регистрация и анализ критических инцидентов как способ оценки вариантов общей анестезии в амбулаторной хирургической практике / В.В. Субботин, Н.Н. Ситников, С.Ю. Терехова // Вестн. анестезиол. и реаниматол. – 2009. – № 3. – С. 51–57.
5. Цыганков, К.А. Способ модификации протокола физической нагрузки для кардиореспираторного нагрузочного тестирования в предоперационном периоде / К.А. Цыганков, Р.Е. Лахин, А.В. Щёголев // Извест. Росс. воен.-мед. акад. – 2016. – № 1. – С. 37–41.
6. Цыганков, К.А. Первый опыт использования кардиореспираторного нагрузочного тестирования для оценки функционального состояния пациента в предоперационном периоде / К.А. Цыганков [и др.] // Воен.-мед. журн. – 2017. – Т. 338, № 4. – С. 27–32.
7. Щёголев, А.В. Анализ частоты критических инцидентов при плановых оперативных вмешательствах на органах брюшной полости / А.В. Щёголев [и др.] // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2016. – № 1 (53). – С. 29–32.
8. ACC/AHA 2005 guideline update for the diagnosis and management of chronic heart failure in the adult: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Update the 2001 Guidelines for the Evaluation and Management of Heart Failure). J. Am. Coll. Cardiol. – 2005. – Vol. 46, № 6. – P. 1–82.
9. Butland, R.J. Two, six, and 12 – minute walking tests in res” respiratory disease / R.J. Butland, J. Pang, E.R. Gross // Br. Med. J. – 1982. – Vol. 284, № 6329. – P. 1607–1608.
10. Cooper, J.B. Critical incidents associated with intraoperative exchanges of anesthesia personnel / J.B. Cooper, C.D. Long // Anesthesiology. – 1982. – Vol. 56, № 6. – P. 456–461.
11. Hennis, P. Cardiopulmonary exercise testing predicts postoperative outcome in patients undergoing gastric bypass surgery / P. Hennis // Br. J. Anaesth. – 2012. – Vol. 109, № 4. – P. 566–571.
12. Jose, L. ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management. The Joint Task Force on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Anaesthesiology (ESA) / L. Jose, S. Maurizio // Eur. Heart J. – 2014. – Vol. 35. – P. 2383–2431.
13. Menkhaus, P.G. Cardiovascular effects of esmolol in anesthetized humans / P.G. Menkhaus [et al.] // Anesth. Analg. – 1985. – Vol. 64, № 3. – P. 327–334.
14. Myers, J. A cardiopulmonary exercise testing score for predicting outcomes in patients with heart failure / J. Myers, R. Arena, F. Dewey // Am. Heart J. – 2008. – Vol. 156, № 6. – P. 1177–1183.
15. Older, P. Preoperative evaluation of cardiac failure and ischemia in elderly patients by cardiopulmonary exercise testing / P. Older, R. Smith, P. Courtney, R. Hone // Chest. – 1993. – Vol. 104, № 3. – P. 701–704.
16. Roseano, M. Evaluation of the surgical risk and preparation to major surgical intervention in geriatric surgery / M. Roseano, R. Eramo, C. Tonello // Ann. Ital. Chir. – 1997. – Vol. 68, № 1. – P. 67–72.

K.A. Tsygankov, A.V. Shchegolev, R.E. Lahin

Anaerobic threshold — predictor of the prognosis of critical incidents with planned surgical interventions on the abdominal organs

Abstract. *Despite the progress and the ever-increasing prevalence of intraoperative monitoring, improvement of the methods of anesthesia, the success of clinical pharmacology, the importance of surgical, medicamentous aggression in the manifestation of mechanisms of surgical stress remains. In these conditions, the role of anesthesiologists in ensuring patient safety during surgical intervention and anesthesia becomes even more important, as well as in the early postoperative period. All of the above circumstances determine the urgency of searching for opportunities to improve the safety of anesthesia by means of objective forecasting of the development of critical incidents and complications. To this end, a prospective study was conducted with the participation of 96 patients who underwent planned surgery on the abdominal organs. In the preoperative period, the functional condition was assessed using a cardiorespiratory and a six-minute walk test. It is shown that the anaerobic threshold, determined with the help of a cardiorespiratory loading test, can be used as a predictor for predicting the development of critical incidents. A decrease in the anaerobic threshold value of less than 11.95 ml/kg/min indicates a high probability of developing critical incidents with a sensitivity of 92% and a specificity of 77%. At the same time, the available method of objective evaluation of the functional state - a six-minute step test, was not informative, which was proved by the input of statistical analysis.*

Key words: *anaerobic threshold, preoperative examination, critical incidents, hypotension, cardiorespiratory exercise test, prevention of complications, functional status, metabolic equivalent, cardiac complications, complication forecasting.*

Контактный телефон: 8-911-162-96-84; e-mail: doctorcygankov@mail.ru