

А.М. Путинцев¹, В.В. Ворошилин², В.А. Луценко², В.Н. Сергеев², В.И. Рудаев¹**ДИНАМИКА ТРАНСКУТАННОГО НАПРЯЖЕНИЯ КИСЛОРОДА ПРИ ОПЕРАЦИЯХ НА АОРТО-БЕДРЕННОМ СЕГМЕНТЕ ДИСТАЛЬНОЕ УРОВНЯ ПЕРЕЖАТИЯ АОРТЫ**¹ ГБОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия» Минздрава России, Кемерово, Россия² ГБУЗ «Кемеровская областная клиническая больница», Кемерово, Россия

Одним из неинвазивных методов оценки микрогемодинамики и степени кровоснабжения тканей является определение транскутанного напряжения кислорода. При операциях на аорто-бедренном сегменте изучение показателей локального кожного кровотока и кислорода, доставляемого к коже конечностей, позволяет установить степень нарушения микроциркуляции. В работе изучена динамика транскутанного напряжения кислорода у 49 больных, оперированных в плановом порядке по поводу заболеваний аорто-бедренного сегмента. Предлагаемый способ позволяет оценить тяжесть микроциркуляторных расстройств в нижних конечностях и эффективность реваскуляризации.

Ключевые слова: аорта, напряжение кислорода

DYNAMICS OF TRANSCUTANEOUS OXYGEN TENSION AT THE OPERATIONS ON THE AORTO-FEMORAL SEGMENT DISTAL OF THE LEVEL OF AORTIC COMPRESSIONА.М. Putintsev¹, V.V. Voroshilin², V.A. Lutsenko², V.N. Sergeyev², V.I. Rudayev¹¹ Kemerovo State Medical Academy, Kemerovo, Russia² Kemerovo Regional Clinical Hospital, Kemerovo, Russia

Estimation of transcutaneous partial pressure of oxygen is the main noninvasive method of evaluation and study microhaemodynamics and tissue blood supply. Aim of the research: to study the dynamics of transcutaneous partial pressure of oxygen at surgery of aortofemoral segment performed more distally of aortic compression. Material and methods: the survey included 49 patients with arterial sclerotic disease of aortofemoral segment with comorbid IIb-IV stage chronic lower limb ischemia according to Pokrovsky-Fountain classification, and with II-III stage chronic infrarenal abdominal aortic aneurysm according to Pokrovsky classification. The patients' age was 52-76 y.o. For the assessment of peripheral microhaemodynamics we used the technique of estimation of transcutaneous partial pressure of oxygen (TcPO₂) with application of multichannel monitor of Radiometer TCM-400 system. The suggested method offers the possibility to evaluate the severity degree of microcirculatory disorders in lower limbs and to assess effectiveness of revascularization process.

Key words: aorta, oxygen tension

Пережатие аорты зажимом в ходе оперативного вмешательства вызывает острую ишемию тканей нижней половины туловища вследствие уменьшения притока артериальной крови, богатой кислородом и другими веществами. Это, прежде всего, отражается на энергетическом обмене клеток. Недостаток кислорода и глюкозы приводит к ослаблению биологического окисления и дефициту АТФ, который рассматривается как пусковой механизм ишемических расстройств [2, 4, 6, 7, 12].

В клетках усиливается анаэробный путь образования энергии, вследствие чего происходит накопление молочной и пировиноградной кислот и возникает ацидоз. Энергетический дефицит в свою очередь вызывает ослабление специфической функции клеток, например, генерации возбуждения и его проведения в нейронах, сократительной функции мышечных клеток и т. д. [8, 9, 10, 11].

Несмотря на дефицит O₂, в клетках обнаруживаются активация свободнорадикального окисления (вероятно, вследствие дефицита антиоксидантов) и усиление перекисного окисления липидов (в результате накопления жирных кислот и других механизмов). Избыток анион-радикалов O₂ в свою очередь приводит к повреждению мембран митохондрий,

усугубляя энергетический дефицит, способствует деструкции мембран эндоплазматической сети, а следовательно, приводит к накоплению в цитоплазме ионизированного Ca²⁺.

Последний активирует фосфолипазный и липидный механизмы повреждения мембран клетки. Все эти механизмы вместе с ацидозом обуславливают дестабилизацию мембран лизосом, активацию их ферментов и аутолиз клеток. Происходят инактивация дыхательных ферментов и исчезновение гликогена, формируется жировая и белковая дистрофия клеток.

Основные лабораторные и диагностические методы в изучении процессов ишемии основаны на оценке состояния макро- (ангиография, ультразвуковая доплерография) и микрогемодинамики.

Большое значение имеет изучение кислотно-основного состояния, газового состава крови, определение продуктов перекисного окисления липидов и специфических маркеров повреждения тканей (содержание миоглобина, активность креатинкиназы и полиморфно-ядерной эластазы) [1, 3].

Первоначально нарушения трофики тканей во время ишемии и реперфузии развиваются на уровне микроциркуляторного русла и определяют степень деструктивных изменений.

В настоящее время картину степени кровоснабжения и микроциркуляции можно получить неинвазивным методом. Одним из таких методов оценки микрогемодинамики и степени кровоснабжения тканей является определение транскутанного напряжения кислорода ($TcPO_2$). При операциях на аорто-бедренном сегменте изучение показателей локального кожного кровотока и кислорода, доставляемого к коже конечностей, позволяет установить степень нарушения микроциркуляции [5].

Цель исследования: изучить динамику транскутанного напряжения кислорода при операциях на аорто-бедренном сегменте дистальнее уровня пережатия аорты.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследованы 49 больных в возрасте от 52 до 76 лет с атеросклеротическим поражением аорто-бедренного сегмента, оперированных в плановом порядке.

Критерии включения пациента в исследование: атеросклеротическое поражение аорто-бедренного сегмента с сопутствующей хронической ишемией нижних конечностей IIБ–IV степени (классификация Покровского – Фонтена), хроническая инфраренальная аневризма брюшной аорты II, III типа (классификация А.В. Покровского).

Все больные оперированы в плановом порядке. Операции проводились под комбинированной спинно-эпидуральной анестезией с эндотрахеальным наркозом с процентным соотношением газов (закиси азота и кислорода) 1 : 1 и добавлением севофлана 1,5 об.%.

Для оценки периферической микрогемодинамики использовалась методика определения транскутанного напряжения кислорода ($TcPO_2$). Применялся

многоканальный монитор системы ТСМ-400 (рис. 1) (фирма «Radiometer»).

Уровень транскутанного напряжения кислорода определялся до начала оперативного вмешательства (сразу после проведения эпидуральной анестезии), через 3 минуты после клипирования аорты, через 1 час после окончания операции, на 1-е и 3-и сутки после операции.

Измерение $TcPO_2$ проводилось на коже тыльной поверхности стоп с равномерным капиллярным ложе, без крупных артерий и вен, язвенных дефектов или волосяного покрова. Пациент во время исследования находился в положении лежа на спине. Перед началом исследования проводилась калибровка электродов атмосферным воздухом. Электрод устанавливался в фиксирующее кольцо на коже после предварительной обработки спиртовым раствором. Полость фиксирующего кольца предварительно заполнялась раствором электролита. Регистрация показателей $TcPO_2$ после установки датчиков на кожу проводилась при их стабилизации через 15–20 минут и по достижении температуры кожи 43 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Необходимо отметить, что при $TcPO_2$ на стопе ниже 20 мм рт. ст. консервативная терапия бесперспективна, и больным необходимы реконструктивные сосудистые операции; при невозможности их выполнения показана первичная ампутация конечности. Показатели $TcPO_2$ в пределах 35–40 мм рт. ст. в преобладающем большинстве случаев гарантируют первичное заживление.

В нашем случае транскутанное напряжение кислорода до клипирования аорты составило $26,23 \pm 2,85$ мм рт. ст. При наложении зажима на аорту произошло снижение транскутанного напряжения

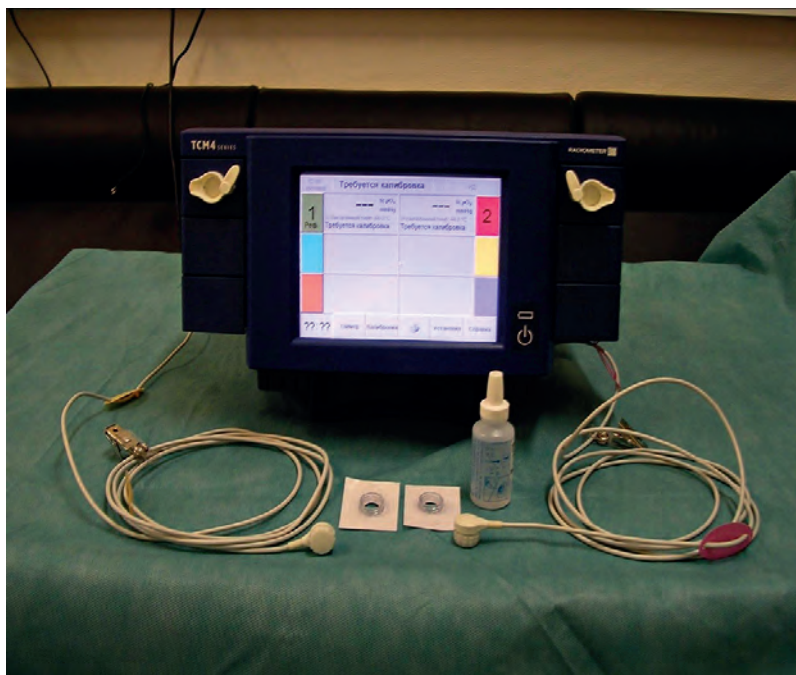


Рис. 1. Внешний вид многоканального монитора $TcPO_2$.

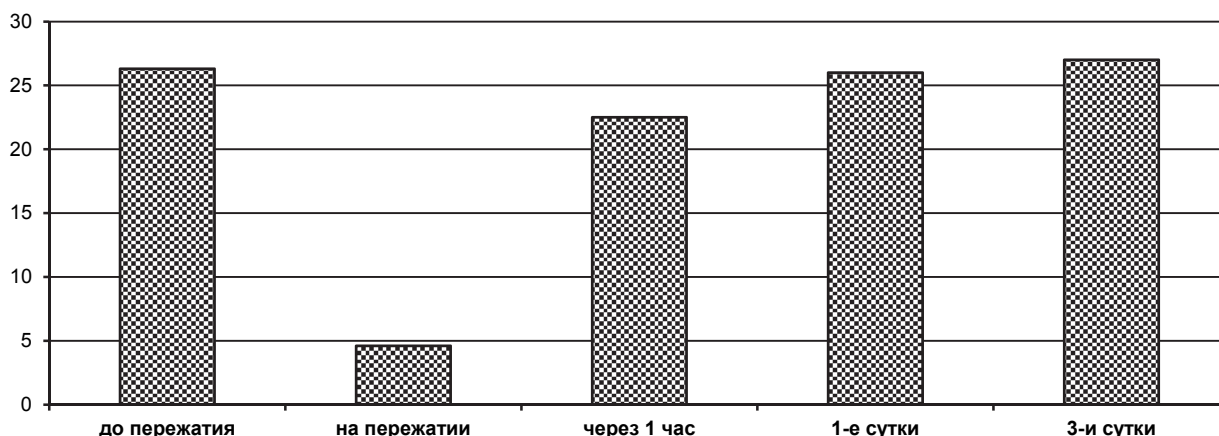


Рис. 2. Уровень TcPO₂ на этапах исследования.

кислорода до $4,65 \pm 1,28$ мм рт. ст. Через 1 час после операции значение транскутанного напряжения кислорода составило $22,58 \pm 3,24$ мм рт. ст. Восстановление значений транскутанного напряжения кислорода произошло к концу 1-х суток. В дальнейшем при динамическом наблюдении максимальный рост TcPO₂ наблюдался в течение 1 месяца (рис. 2). Объяснением таких колебаний уровня TcPO₂ после оперативного лечения может служить развитие послеоперационного преходящего отека стопы и голени [3].

Другой причиной отсроченного повышения TcPO₂, возможно, является постепенная адаптация микроциркуляторного русла к восстановленному кровотоку. Реперфузионная травма тканей и, как следствие этого, локальное воспаление могут быть дополнительными причинами отсроченного роста напряжения кислорода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод транскутанной оксиметрии позволяет неинвазивным путем оценить тяжесть микроциркуляторных расстройств в нижних конечностях при операциях на аорто-бедренном сегменте, а также эффективность реваскуляризации.

В хирургии аорто-бедренного сегмента иногда возникают ситуации острой ятрогенной ишемии нижних конечностей (при операциях по поводу аневризмы аорты, протезирования аорто-бедренного сегмента с реконструкцией бедренно-подколенного сегмента с обеих сторон). В первом случае имеет значение недостаточное развитие коллатералей, во втором – длительность операции. Как в первом, так и во втором случае уровень транскутанного напряжения кислорода снижается до критических цифр, что требует профилактических мер с целью снижения количества осложнений.

ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Барсуков А.Е., Махнов Н.А. Дисфункция эндотелия: принципы диагностики и клиническая значимость при облитерирующем атеросклерозе периферических артерий // *Вестн. хирургии*. – 2005. – Т. 164, № 1. – С. 102–104.
2. Биленко М.В. Ишемические и реперфузионные повреждения органов (молекулярные механизмы, пути предупреждения и лечения). – М.: Медицина, 1989. – 368 с.
3. Кузнецов М.Р., Кошкин В.М., Комов К.В. Современные аспекты диагностики, профилактики и лечения реперфузионного синдрома // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2006. – Т. 12, № 1. – С. 133–143.
4. Мадков Х.М. Оксидантный стресс и дисфункция эндотелия // *Патологическая физиология*. – 2005. – № 4. – С. 5–9.
5. Ступин В.А., Аникин А.И., Алиев С.Р. Транскутанная оксиметрия в клинической практике: метод. рекомендации. – М., 2010. – 57 с.
6. Штанько С.А., Белоусов Г.П., Глебова Н.Ф. Свободные радикалы и антиоксиданты в норме и при патологии. – Петрозаводск, 2010. – 45 с.
7. Barsukov AE, Makhnov NA (2005). Endothelium dysfunctions: principles of diagnostics and clinical significance at obliterative arteriosclerosis of peripheral arteries [Disfunkcija jendotelija: principy diagnostiki i klinicheskaja znachimost' pri obliterirujushhem ateroskleroze perifericheskikh arterij]. *Vestn. hirurgii*, 164 (1), 102-104.
8. Bilenko MV (1989). Ischemic and reperfusion injuries of the organs (molecular mechanisms, ways of prevention and treatment) [Ishemicheskie i reperfuzionnye povrezhdenija organov (molekuljarnye mehanizmy, puti preduprezhdenija i lechenija)], 368.
9. Kuznetsov MR, Koshkin VM, Komov KV (2006). Modern aspects of diagnostics, prevention and treatment of reperfusion syndrome [Sovremennye aspekty diagnostiki, profilaktiki i lechenija reperfuzionnogo sindroma]. *Angiologija i sosudistaja hirurgija*, 12 (1), 133-143.
10. Madkov KM (2005). Oxidative stress and endothelium dysfunction [Oksidantnyj stress i disfunkcija jendotelija]. *Patologicheskaja fiziologija*, 4, 5-9.
11. Stupin VA, Anikin AI, Aliev SR (2010). Transcutaneous oximetry in clinical practice: guidelines [Transkutannaja oksimetrija v klinicheskoy praktike: metod. rekomendacii], 57.
12. Shtanko SA, Belousov GP, Glebova NF (2010). Free radicals and antioxidants in normal and pathological conditions [Svobodnye radikaly i antioksidanty v norme i pri patologii], 45.

7. Chen CJ, Kono H, Golenbock D et al. (2007). Identification of a key pathway required for the sterile inflammatory response triggered by dying cells. *Nat. Med.*, 13 (7), 13851-13856.
8. Corfield L, McCormack DJ, Bell R et al. (2014). Role of the femorofemoral crossover graft in acute lower limb ischemia due to acute type B aortic dissection. *Vascular*, 22 (2), 121-126.
9. Dick F, Li J, Giraud MN et al. (2008). Basic control of reperfusion effectively protects against reperfusion injury in a realistic rodent model of acute limb ischemia. *Circulation*, 118 (19), 1920-1928.
10. Paramo JA, Gaffney PJ (1989). Relevancia de los productos de degradation de fibrinogene (fibrinaen el estadio de la trombosis). *Sangre*, 34 (6), 497-450.
11. Swartbol P, Truedsson L, Norgren L (2001). The inflammatory response and its consequence for the clinical outcome following aortic aneurysm repair. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, 21 (5), 393-400.
12. Tang T, Walsh SR, Fanshawe TR et al. (2007). Estimation of physiologic ability and surgical stress (E-PASS) as a predictor of immediate outcome after elective abdominal aortic aneurysm surgery. *Am. J. Surg.*, 194 (2), 176-182.

Сведения об авторах
Information about the authors

Путинцев Александр Михайлович – доктор медицинских наук, Заслуженный врач РФ, профессор кафедры факультетской хирургии и урологии Кемеровской государственной медицинской академии (650000, г. Кемерово, проспект Октябрьский, 22; тел.: 8 (3842) 39-65-68; e-mail: surgerykemgma@mail.ru)

Putintsev Alexander Mikhaylovich – Doctor of Medical Sciences, Honoured Doctor of Russian Federation, Professor of the Department of Intermediate Level Surgery and Urology of Kemerovo State Medical Academy (650000, Kemerovo, prospect Oktyabrskiy, 22; tel.: +7 (3842) 39-65-68; e-mail: surgerykemgma@mail.ru)

Ворошилин Виталий Витальевич – сердечно-сосудистый хирург отделения сосудистой хирургии Кемеровской областной клинической больницы

Voroshilin Vitaliy Vitalyevich – Cardiovascular Surgeon of Vascular Surgery Unit of Kemerovo Regional Clinical Hospital

Луценко Виктор Анатольевич – кандидат медицинских наук, заведующий отделением сосудистой хирургии Кемеровской областной клинической больницы, сердечно-сосудистый хирург

Lutsenko Viktor Anatolyevich – Candidate of Medical Sciences, Head of Vascular Surgery Unit of Kemerovo Regional Clinical Hospital, Cardiovascular Surgeon

Сергеев Владимир Николаевич – кандидат медицинских наук, Заслуженный врач РФ, сердечно-сосудистый хирург отделения сосудистой хирургии Кемеровской областной клинической больницы

Sergeyev Vladimiv Nikolaevich – Candidate of Medical Sciences, Honoured Doctor of Russian Federation, Cardiovascular Surgeon of Vascular Surgery Unit of Kemerovo Regional Clinical Hospital

Рудаев Владимир Иванович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии Кемеровской государственной медицинской академии, травматолог-ортопед

Rudayev Vladimir Ivanovich – Candidate of Medical Sciences, Assistant Professor of the Department of General Surgery of Kemerovo State Medical Academy, Traumatologist-Orthopaedist