



Смирнова Л.М.

ОПАСНОСТЬ ПОВРЕЖДЕНИЯ АДАПТАЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРИ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ОПЕРАЦИЙ ПО ПОВОДУ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНОВ ПАНКРЕАТОДУОДЕНАЛЬНОЙ ЗОНЫ

ГУ «Национальный институт хирургии и трансплантологии
имени А.А.Шалимова», НАМН Украины г. Киев

Общезвестным фактом является то, что расчетные методы периоперационной оценки степени повреждения регуляторных механизмов организма не эффективны при нарушении микроциркуляции. Нами разработан и апробирован метод неинвазивного мониторинга, позволяющий в режиме on-line объективно оценивать гармонизацию сил общего потока крови и метаболическую эффективность кислородного режима вне зависимости от функционального состояния пациента. В работе приведены результаты клинического исследования различных методов анестезии у пациентов, оперированных по поводу заболеваний органов панкреатодуоденальной зоны. Результаты проведенного исследования дают возможность выбрать оптимальный метод анестезии, минимально влияющий на регуляторные системы организма во время операции и наркоза. Предложенный метод может быть успешно использован в любом отделении анестезиологии и интенсивной терапии.

Ключевые слова. Систолическое, диастолическое и пульсовое артериальное давление, гармонизация сил общего и органного кровотока, метаболическая эффективность кислородного режима.

Центральная нервная система (ЦНС) и ее вегетативный отдел непосредственно участвуют в процессах адаптации организма к любым внешним воздействиям, включая операцию и наркоз [7]. Вегетативная нервная система (ВНС) определяет ту деятельность организма, посредством которой регулируются все органы и системы в целях поддержания жизнедеятельности, и уравнивает внешние воздействия с функциональными возможностями организма. Многие патологические состояния сопровождаются нарушениями в системе кровообращения, являясь интегральным показателем, отражающим компенсаторно-приспособительную реакцию организма, например, на операционную травму [5]. Важной составляющей периоперационного периода является

оценка гемодинамических показателей, поскольку гипоперфузия тканей может привести к осложнениям вплоть до летального исхода [1, 2]. Поэтому **актуальной** задачей является изучение стресс-ответа организма на операционную травму и наркоз путем оценки системного кровотока на основе математических расчетов [8].

Вегетативный тонус нельзя рассматривать как абсолютное преобладание одной функции, но следует рассматривать как характерный вид деятельности, затрагивающей организм в целом, которая с использованием всех механизмов, регулирующих жизненные процессы (нервных и гуморальных), дает возможность организму решать задачи актуальной адаптации. Показатели, характеризующие состояние ВНС, могут быть использованы для того,

чтобы с их помощью непрерывно, в динамике регистрировать направление и величину изменений вегетативного тонуса. В связи с этим необходимо создавать адаптивные методики мониторинга и внедрять алгоритмы целенаправленной терапии [5].

На основе системного подхода нами разработана комплексная программа, позволяющая периоперационно оценить степень повреждения регуляторных механизмов больного. Входными параметрами программы являются показатели АД. Выбранные показатели отражают эффективность функционирования системы кровообращения, ее функциональные резервы и позволяют оценить степень нарушения регуляторных механизмов.

Цель исследования – оценить степень повреждения регуляторных механизмов при анестезиологическом обеспечении операций по поводу заболеваний органов панкреатодуоденальной зоны путем изучения гармонизации сил кровотока и метаболической эффективности кислородного режима.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В клиническое исследование были включены последовательные пациенты в возрасте от 45 до 62 лет, оперированные по поводу злокачественных опухолей и фиброзно-дегенеративных изменений поджелудочной железы. Продолжительность операции в среднем составила 370 ± 25 мин. До операции функциональное состояние организма пациентов соответствовало дисфункции. Реакции организма на стресс были стресс-реализующими. Однако у всех пациентов имела место биологическая устойчивость к операционной травме и анестезии [5, 8]. Кровопотеря во время операции не превышала 10% объема циркулирующей крови.

В зависимости от метода анестезиологического обеспечения оперируемые пациенты разделены на две группы.

Первая группа – комбинированное анестезиологическое обеспечение – эпидуральная и внутривенная анестезия целевыми концентрациями пропофола в крови. Пункцию и последующую катетеризацию эпидурального пространства выполняли Th7-Th8 на уровне. Тест-доза лидокаина 1,5% в среднем составляла 45 ± 1 мг. Основ-

ная доза лидокаина 1,5% составляла 1,2-1,8 мл на сегмент и вводилась болюсно. Доза лидокаина 1,5% во время операции колебалась от 60 мг/час до 80 мг/час. Для послеоперационного обезболивания использовали лидокаин 1,5%, который вводили постоянно при помощи перфузионного насоса со скоростью 45-60 мг/час в течение 3 суток – это минимальный и несжимаемый срок восстановления клеточных компартов.

Вторая группа – внутривенная анестезия целевыми концентрациями пропофола в крови, потенцированная местным анестетиком амидной группы. После премедикации в течение 15 ± 5 минут внутривенно, капельно вводили лидокаин из расчета 1,5 мг/кг. В интраоперационный период доза лидокаина составила в среднем $1,0 \pm 0,23$ мг/(кгЧчас), внутривенно. Для послеоперационного обезболивания в течение 3 суток внутривенно при помощи перфузионного насоса вводили лидокаин со скоростью 0,5-1,0 мг/(кгЧчас).

Объем и компоненты интраоперационной инфузионной терапии в обеих группах зависели от кровопотери, показателей центральной гемодинамики, КОС и диуреза. Основными инфузионными средами были полиионные изоосмолярные растворы. По показаниям переливали полиионные гиперосмолярные растворы, эритроцитарную массу, свежзамороженную плазму.

МАТЕРИАЛЫ И ИХ

ОБСУЖДЕНИЕ

Для объективной оценки периоперационной безопасности разработанного метода анестезиологического обеспечения во время операций на панкреатодуоденальной зоне сравнили две группы пациентов: в основной группе применяли комбинированное анестезиологическое обеспечение (внутривенная анестезия на основе пропофола в сочетании с эпидуральной анальгезией), в группе сравнения – внутривенную анестезию на основе пропофола, дополненную внутривенным введением местного анестетика амидной группы.

Суммарную опасность повреждения регуляторных механизмов целесообразно предупредить, оценивая гармонизацию силы общего потока крови ($AD_{\text{диаст}}/AD_{\text{сис}}^2$ мм рт. ст.)

и гармонизацию силы ее органного распределения ($AD_{\text{пульс}}/AD_{\text{диаст}}$, мм рт. ст.). В норме коэффициент соотношения, соответствующий абсолютной гармонии, составляет $0,618 \pm 0,03$, что позволяет при сравнении величин определять опасность дисрегуляции энерго-ресурсообеспечения в диапазоне нормальных величин АД [5, 8].

Диастолическое артериальное давление ($AD_{\text{диаст}}$) отражает сопротивление периферических сосудов, формируется за счет сокращения периферических артерий, по которым кровь поступает к органам и тканям. Поэтому ключевую роль в формировании показателей $AD_{\text{диаст}}$ играют тонус и эластичность сосудов [4, 6]. Кроме этого, на величину $AD_{\text{диаст}}$ влияет общий объем крови и частота сердечных сокращений. В норме пульсовое артериальное давление ($AD_{\text{пульс}}$) составляет около 30-40 мм рт. ст., но не более 60% от систолического, это фактически скорость протекания крови по капиллярам. При увеличении или уменьшении этой величины нарушается нормальное кровоснабжение органов и тканей, возрастает нагрузка на сердце и сосуды. Причинами низкого пульсового давления могут являться уменьшение ударного объема (например, при сердечной недостаточности, гиповолемии и аортальном стенозе), а также повышенное сопротивление периферических сосудов (например, при длительном пребывании на холоде или при тяжелой сердечной недостаточности) [1, 9]. Причины повышения диастолического давления могут быть разными, но чаще всего оно является признаком симптоматической артериальной гипертензии [10]. Высокий уровень $AD_{\text{пульс}}$ отражает степень жесткости артериального дерева независимо от того, вызван ли он повышением систолического ($AD_{\text{сисст}}$) или же понижением диастолического ($AD_{\text{диаст}}$) давления. Повышенное $AD_{\text{пульс}}$ всегда вызывает понижение церебрального перфузионного давления [4, 6, 10]. Снижение $AD_{\text{пульс}}$ – ранний признак гиповолемии и регистрируется в более ранние сроки, нежели систолического и диастолического порознь. Увеличение $AD_{\text{пульс}}$ свыше 75 мм рт. ст. является признаком ишемии тканей. И она развивается везде, но наиболее опасна в мозгу и сердце. Венозное и капиллярное давление мало зависят от фазы сердечного цикла и под-

держиваются в сосудах в момент расслабления (диастолы) сердца [4, 6, 10].

Нарушение регуляторных процессов приводит вначале к функциональным, а затем и к морфологическим изменениям в организме в результате дисгармонизации трех свойств биологических систем: уровня функционирования, функциональных резервов и степени нарушения регуляторных механизмов [1, 3, 5, 8].

Многообразие проявлений биологической способности массы клеток организма отражает его биологический потенциал (БП). Принципы формирования БП универсальны и справедливы для всех уровней координации его компонентов. При условии тесного сопряжения доставки кислорода и энергетического статуса (ЭС) формируется биологическая устойчивость организма [8].

Энергодинамический потенциал (ЭДП) – главное свойство биологической целостности организма (БЦО), ибо все процессы, составляющие БП, энергоемки, поэтому ресурсообеспечение массы клеток тела (МКТ) и определяет его биологическую целостность. Эндотелий является специальным органом, распределяющим ЭДП потоков ресурсов в соответствии с потребностями МКТ. Определяется ЭДП организма таким количеством кислорода (энергосубстратов), которое обеспечивает постоянный ввод энергии в массу клеток организма, необходимой для поддержания ЭС в состоянии готовности к немедленному усилению любых процессов жизнедеятельности [8]. Колебания уровня ЭДП оценивают по отношению изменения реальных значений доставки кислорода к должной величине, выражая результат в процентах, по формуле:

$$\text{ЭДП} = 100 \cdot \frac{DO_{2p}}{DO_{2\text{долж}}}$$

где DO_{2p} – реальная доставка кислорода, $DO_{2\text{долж}}$ – должная доставка кислорода.

Сбалансированность метаболизма и транспорта кислорода определяют по показателю кислородного режима (ПКР), который представляет собой соотношение системного транспорта и потребления кислорода. Оптимальное соотношение этих обеспечивающих гомеостаз параметров служит критерием сбалансированности кислородного режима (ПКР от 3 у.е. до 3,5 у.е.) и состояния гомеостаза. Преобладающие интенсивности потребления кислорода

над его транспортом свидетельствует о напряжении кислородного режима ($ПКР \leq 2,9$ у.е.) и сохранения гомеостаза. Превышение транспорта кислорода необходимо расценивать как избыточное состояние кислородного режима ($ПКР \geq 3,6$ у.е.), необходимое для восстановления гомеостаза.

$$ПКР = \frac{DO_2}{VO_2},$$

где DO_2 – гомеостаз реальная доставка кислорода, мл/(мин·м²), VO_2 – реальное потребление кислорода, мл/(мин·м²).

Достижение уровня энергоструктурной потребности в доставке и потреблении кислорода является гарантией исключения нарушений жизнедеятельности на любом периоперационном этапе [5, 8].

Коэффициент утилизации кислорода ($кУО_2$) представляет собой часть кислорода, поглощаемую тканями из капиллярного русла; $кУО_2$ определяют как отношение потребления кислорода к его доставке:

$$кУО_2 = VO_2 / DO_2 \cdot 100, \%$$

Скорость доставки кислорода в нормальных условиях значительно превышает его потребление, в результате чего лишь малая доля доступного кислорода извлекается из капиллярной крови (в покое референтный уровень $кУО_2$ колеблется от 22% до 32%). Это позволяет тканям приспособляться к снижению доставки кислорода увеличением его утилизации [4, 6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Чтобы оценить преимущества того или иного метода анестезиологического обеспечения, принято сравнивать репрезентативные клинические группы по объективным показателям. Если рассматривать динамику показателей, приведенных в таблицах 1 и 2, становится очевидным, что на этапах клинического исследования достоверных различий между такими показателями, как среднее артериальное давление, частота сердечных сокращений, центральное венозное давление и уровень лактата, нет. Поэтому рассматривая рутинные показатели, можно согласиться с мнением многих авторов о том, что результаты системного (внутривенного) введения

местного анестетика и его эпидурального введения сопоставимы [5].

До операции у пациентов обеих групп ЭДП соответствовал уровню гипознергодинамии и находился в референтном коридоре от 85% до 150%. Проведение анестезии достоверно дополнительно ограничивало ввод свободной энергии в МКТ, которая является необходимой для поддержания энергетического состояния в готовности к немедленному усилению любых процессов жизнедеятельности. В течение операции и наркоза ЭДП независимо от метода анестезии отвечал патоэнергодинамическому уровню. Снижение наркотического потенциала в периоде после операции оказалось более эффективным для восстановления ЭДП в группе, где местный анестетик вводился внутривенно. Однако в обеих группах этот показатель оставался на уровне гипознергодинамии, при этом значения показателя были достоверно ниже, чем до операции.

При рассмотрении динамики изменения показателя ПКР, который характеризует сбалансированность метаболических процессов МКТ и транспорта кислорода, до операции в обеих группах регистрировали преобладание транспортного компонента ($ПКР \geq 3,6$). Повышение транспорта кислорода необходимо расценивать как избыточное состояние кислородного режима, необходимое для восстановления гомеостаза. Во время операции достоверных изменений показателя не наблюдали. Однако в группе, где применяли регионарную аналгезию, избыточность доставки кислорода имела тенденцию к увеличению, в то время как в группе внутривенного введения местного анестетика показатель ПКР значимо не отличался от верхней границы референтного уровня. В период после операции в обеих группах потребление кислорода тканями организма и его доставка, необходимая для формирования гомеостаза, находились в сбалансированном состоянии. Следует отметить, что избыточный транспорт кислорода при сниженном его потреблении во время операции наблюдали в группе 1. После операции в этой группе регистрировали повышение потребления кислорода при ограниченной интенсивности его доставки. В группе 2 на этапах операции формировалась

Таблиця 1. Динаміка показателів у пацієнтів першої групи комбінована анестезія (епідуральна анальгезія + внутривенна анестезія на основі пропофолу)

Показатель	До операції	Во время операції	После операції
АД _{ср} , мм рт. ст.	103,71±3,45	91,16±1,75	96,37±2,23
ЧСС, уд./мин.	86,33±5,13	78,24±3,44	65,87±6,91
ЦВД, мм вод. ст.	48,42±2,57	82,68±3,29*	80,67±2,75*
Лактат, ммоль/л	N	2,67±0,38	3,74±0,67
ЭДП, %	106,41±6,73	72,44±3,61*	84,25±2,82*
ПКР, у.е.	3,87±0,24	3,91±0,17	2,96±0,21*
кУО ₂ , %	23,88±1,64	25,71±2,03	33,67±2,38*
Гармонизация О/О, мм рт. ст.	0,66±0,07	0,61±0,13	0,74±0,09*
Гармонизация ОР, мм рт. ст.	0,52±0,11	0,64±0,06	0,36±0,05*

Примечание: САТ – среднее артериальное давление, ЧСС – частота сердечных сокращений, ЦВД – центральное венозное давление, ВИ – вегетативный индекс, ШИ – цоковый индекс, ЭДП – энергодинамический потенциал, ПКР – показатель кислородного режима, кУО₂ – коэффициент утилизации кислорода, КВ – коэффициент выносливости, ОР и О/О – гармонизация силы распределения потока крови общего и органного. * - $p \geq 0,05$ при сравнении с исходными величинами.

Таблиця 2. Динаміка показателів у пацієнтів другої групи – внутривенна анестезія на основі пропофолу, потенцірована місцевим анестетиком амідної групи

Показатель	До операції	Во время операції	После операції
АД _{ср} , мм рт. ст.	98,33±2,42	95,06±2,03	94,52±2,84
ЧСС, уд./мин.	74,19±3,26	78,63±1,57	63,25±2,04
ЦВД, мм вод. ст.	45,41±2,57	74,27±3,52*	81,42±3,29*
Лактат, ммоль/л	N	2,56±0,14	3,28±0,23
ЭДП, %	102,26±2,37	75,97±1,09*	88,95±1,25*
ПКР, у.е.	3,94±0,09	3,69±0,21	3,43±0,16
кУО ₂ , %	25,37±2,12	21,59±1,39	25,29±1,45
Гармонизация О/О, мм рт. ст.	0,64±0,08	0,62±0,05	0,68±0,04
Гармонизация ОР, мм рт. ст.	0,58±0,12	0,61±0,07	0,53±0,05

Примечание: см. табл. 1.

тенденція к нормалізації показателя ПКР, що свідчить про відповідності транспортного і метаболічного компонентів гомеостазу.

Як видно з таблиць 1 і 2, коефіцієнт утилізації кисню повністю відображає динаміку зміни показателя ПКР – збільшене споживання кисню при зменшеній його доставці в період після операції в групі 1 компенсаторно збільшує утилізацію кисню.

В групах клінічного дослідження виявлено однаково направлені зміни функції вегетативного відділу ЦНС. Загальною і характерною рисою була вихідна нозоіндукована ваготонія. На етапах операції в обох групах тону вегетативної нервової системи нормалізувався і відповідно

відповів вегетативному коридору. В період після операції знову перевагу мала ваготонія.

Регуляція процесів енергоструктурного взаємодія достатньо тонко синхронізується і відображається показателями гармонізації сили розподілу загальної і органної потоків крові. Опасність пошкодження регуляторних механізмів цілеспрямовано попереджати, оцінюючи його по відхиленню абсолютної гармонії $0,618 \pm 0,03$, що дозволяє при порівнянні величин визначати небезпечність дисрегуляції енергоресурсобезпечення в діапазоні нормальних величин АД. Порівнюючи показники, що відображають гармонізацію сили розподілу загальної і органної потоків крові (см. табл. 1 і 2) бачимо, що

гармонизация кровотока у пациентов группы 1 направлена на увеличение значимости сил распределения общего потока крови – силы перфузионного давления, которое превалирует над гармоничностью распределения тканевого потока крови. У пациентов второй группы изменения изучаемых показателей гармонизации недостоверны и отличаются своей стабильностью. Следовательно, можно сделать вывод, что в диапазоне нормальных величин АД дисрегуляция потоков крови больше выражена у пациентов, для анестезиологического обеспечения которым применяли метод комбинированной анестезии (эпидуральная анестезия с внутривенной анестезией целевыми концентрациями пропофола). Внутривенное введение местного анестетика характеризуется устойчивой энергопротективностью и может быть использовано при оперативных вмешательствах по поводу заболеваний органов панкреатодуоденальной зоны.

ВЫВОДЫ

1. Мониторный контроль опасности повреждения адаптационных механизмов при анестезиологическом обеспечении операций способствует достижению надежности периоперационной медицины.
2. Объективная оценка резервов биологической устойчивости организма и способности регуляторных механизмов стабилизировать энергоструктурное взаимодействие в массе клеток организма минимизирует

Смирнова Л.М.

НЕБЕЗПЕКА ПОШКОДЖЕННЯ АДАПТАЦІЙНИХ МЕХАНІЗМІВ ПІД ЧАС АНЕСТЕЗІОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ДУ «Національний інститут хірургії та трансплантології ім. О.О. Шалімова», НАМН України, м. Київ. Загальновідомі розрахункові методи периопераційної оцінки ступеня пошкодження регуляторних механізмів є неефективними на тлі порушень мікроциркуляції. Нами розроблено й апробовано метод неінвазивного моніторингу, який дозволяє в режимі on-line об'єктивно оцінювати гармонізацію сил загального кровообігу та метаболічну ефективність кисневого режиму незалежно від функціонального стану пацієнтів. У праці наведено результати клінічного дослідження різних методів анестезії в пацієнтів, оперованих із приводу захворювань органів панкреатодуоденальної зони. Результати дослідження надають можливість обрати оптимальний метод анестезії, що мінімально впливає на регуляторні системи організму під час операції та наркозу. Запропонований метод може бути успішно застосованим у будь-якому відділенні анестезіології та інтенсивної терапії.

Ключові слова: систолічний, діастолічний і пульсовий артеріальний тиск, гармонізація сил загального та органного кровообігу, метаболічна ефективність кисневого режиму.

Smyrnova L.M.

RISK OF DAMAGE TO THE ADAPTIVE MECHANISMS AT ANESTHESIOLOGY MAINTENANCE

The National Institute of Surgery and Transplantation name A.A.Shalimov "NAMS of Ukraine, Kiev.

Abstract. Well-known calculation methods perioperative assessment of damage regulatory mechanisms are not effective in violation of the microcirculation. We have developed and tested a method of non-invasive monitoring based on a study of general strength harmonization blood flow and metabolic efficiency of the oxygen regime. Method informative, used in the on-line and can be used regardless of the functional status of patients. The results of a clinical study of different methods of anesthesia in patients undergoing surgery for pancreatoduodenal area. Results of clinical studies made it possible to determine the method of anesthesia is minimally affect regulatory system during surgery.

Keywords: systolic, diastolic and pulse blood pressure, total and harmonization forces stream of blood organ, metabolic efficiency of the oxygen regime.

- опасность повреждения адаптационных механизмов во время операции и наркоза.
2. Способ введения местного анестетика достоверно не влияет на эффективность нейровегетативной защиты.
 3. «Предупреждающий» метод введения местного анестетика является приоритетным, так как «консервирует» периоперационный стресс-ответ на операционную травму и анестезию.
 4. Обязательным условием периоперационного периода является стабильная, не достигающая пиковых значений, концентрация местного анестетика в крови в течение 48-72 часов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакумов М. М. Экстремальное состояние организма. БИНОМ – 2016. – 344 с. Ил.
2. Абакумов М. М. Хирургические болезни /М.М.Абакумов, В.В.Андріяшкін, Б. І. Альперович. Учебник. В 2-х томах. Издательство: ГЭОТАР-Медиа, – 2016 г. – Том 1. – 720 с. Ил.
3. Интенсивная терапия /В.Д.Малышев, И.В.Веденина и др.; Под ред. проф. В.Д.Малышева. — М.: Медицина, 2002. — 584 с.: ил.
4. Повенко И.А. Гемодинамический мониторинг в практике интенсивной терапии критических состояний / И. А. Повенко, Ю.Ю.Кобеляцкий, А. В. Царев и др. // Медицина неотложных состояний. – 2016. – № 5. – С. 42 – 46.
5. Колесник Ю. М. Основы врачебной компетенции /Ю. М. Колесник, В.А.Туманский, Г.А.Шифрин. Запорожье: Дикое Поле, 2013. – 376 с.
6. Кузьков В. В. Инвазивный мониторинг гемодинамики в интенсивной терапии и анестезиологии: Монография / В. В.Кузьков, М. Ю. Киров; Министерство здравоохранения; Северный государственный медицинский университет. – 2015. – 391 с. Ил.
7. Чан Дык Нъан Особенности вегетативных регуляций у спортсменов-бадминтонистов различной квалификации / Чан Дык Нъан //Журнал Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2012. – № 3. – С. 65 – 68
8. Шифрин Г. А. Персонализация периоперационной безопасности: пособие /Г. А. Шифрин. – Запорожье: Дикое Поле, 2016. – 88 с.
9. Bernards J. et al. Hemodynamic monitoring: To calibrate or not to calibrate? Part 2 – Non-calibrated techniques // Anaesthesiol. Intensive Ther. – 2015. – № 47(5). – P. 501-16.
10. Vincent J.L., Pelosi P., Pearse R. et al. Perioperative cardiovascular monitoring of high-risk patients: a consensus of 12 // Crit. Care. – 2015. – № 8(19). – 224.