

УДК: 616.831-001,137⁴

© Воробьев К.П., Пилипенко И.Б., 2012

КОСВЕННЫЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГУМОРАЛЬНОГО КАНАЛА РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНЫМ РИТМОМ ПРИ ОЦЕНКЕ ВЕРОЯТНОСТИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПОТЕНЗИИ ВО ВРЕМЯ ПРЕДСТОЯЩЕЙ СПИНО-ЭПИДУРАЛЬНОЙ АНЕСТЕЗИИ

Воробьев К.П., *Пилипенко И.Б.

ГЗ «Луганский государственный медицинский университет», *Луганская областная клиническая больница

Введение. Одним из наиболее опасных осложнений спино-эпидуральной анестезии является интраоперационная артериальная гипотензия [1, 5]. Поддержание сосудистого тонуса во время спино-эпидуральной обеспечивается за счет двух основных каналов регуляции: нервного и гуморального. Можно предположить ведущую роль гуморального канала регуляции в обеспечении сосудистого тонуса, но его исследование в клинике связано со сложными и дорогостоящими лабораторными исследованиями.

Существует гипотеза о том, что колебания частоты сердечного ритма в диапазоне очень низких частот 0,04 - 0,003 Гц (VLF) отражают состояние гуморальной регуляции целостного организма. Обнаружена взаимосвязь этих частот с гуморальными механизмами регуляции функций организма, метаболизмом и потреблением кислорода [6]. Другие исследователи связывают VLF с состоянием ренин-ангиотензин-альдостероновой системы и концентрацией катехоламинов в крови [4]. Российский национальный стандарт использования показателей вариабельности сердечного ритма определяет связывает VLF с надсегментарным уровнем симпатической регуляции [2].

В современных исследованиях с использованием метода оценки вариабельности сердечного ритма чаще всего используют спектральные характеристики в диапазоне низких и высоких частот, которые, соответственно, отражают тонус симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы [7,8], а диагностическое значение волн в диапазоне VLF остается малоопределенным. С учетом существующей трактовки VLF мы предполагаем, что между характеристиками очень низких частот сердечного ритма в предоперационном периоде и вероятностью развития артериальной гипотензии во время спино-эпидуральной анестезии существует взаимосвязь.

Цель. Определить ретроспективно взаимосвязь клинически значимой артериальной гипотензии после введения анестетика в субарахноидальное пространство с динамикой характеристик мощности спектра сердечного ритма в диапазоне очень низкой частоты.

Материалы и методы. Проспективное обсервационное клиническое исследование выполнено на материале 44 клинических наблюдений. Все пациенты нуждались в тотальном протезировании тазобедренного сустава в плановом порядке по поводу закрытого перелома шейки бедренной кости (17), двустороннего коксартроза (12) и деформирующего артроза тазобедренного сустава (15).

Методика анестезии. После поступления больного в операционную производилась катетеризация периферической вены канюлей G 14, после чего проводилась преинфузия кристаллоидными растворами (600 мл). Спино-эпидуральная анестезия проводилась наборами Espocan, состоящим из эпиду-

ральной иглы G22 и спинальной иглы Pencan G27. В асептических условиях под местной анестезией 1% раствора лидокаина в L3-L4 промежутке выполнялась пункция эпидурального пространства иглой G 22 и через нее в субарахноидальное пространство вводилась игла G 27. После идентификации субарахноидального пространства вводился раствор Маркаин-спинал хэви 2,0 мл и 1,0 мл 0,005% раствора фентанила. Игла 27 G извлекалась и производилась катетеризация эпидурального пространства. Интраоперационно эффективность блока подтверждалась умеренным снижением артериального давления.

Мониторинг показателей гемодинамики и оксигенации в течение анестезии и операции обеспечивался регистрацией систолического и диастолического артериального давления, частоты сердечных сокращений и пульсоксиметрией. Артериальное давление измерялось неинвазивным осциллографическим методом с помощью полифункционального монитора «МЕС 1000».

Артериальной гипотензией считалось снижение среднего артериального давления ниже 60. Среднее артериальное давление рассчитывалось по формуле: $(СД + 2 \cdot ДД) / 3$, где СД - систолическое артериальное давление и ДД - диастолическое артериальное давление.

Наблюдения разделены на 3 группы: 1-я – с отсутствием интраоперационной гипотензии, 2-я и 3-я группы с отсроченной и ранней артериальной гипотензией в сроки более и менее 10 мин, соответственно, после субарахноидального введения анестетика. Распределение наблюдений в исследуемых группах представлены в табл.1.

По данным дисперсионного анализа (ANOVA) в исследуемых группах не обнаружено различий по возрасту ($p=0,75$).

Таблица 1. Возрастные и половые характеристики в исследуемых группах

Группа	Пол	Количество пациентов	Возраст (лет) M(SD)
1	Ж	16	65(9,6)
	М	6	64(8,4)
2	Ж	9	66(9,1)
	М	6	57(13,4)
3	Ж	5	66(4,7)
	М	2	64(2,8)

В качестве функционального теста во время предоперационного осмотра анестезиолога была использована ортостатическая проба в нашей модификации, которая заключалась в переводе пациента из горизонтального в сидячее положение. Необходимость модификации стандартной ортостатической пробы связана с ограничениями подвижности ряда пациентов. Вначале регистрация ЭКГ проводилась в горизонтальном положении, затем в положении сидя.

Методика анализа показателей сердечного ритма. Интраоперационная регистрация ЭКГ производилась на 3-х этапах: перед, сразу и через 10 мин

после введения анестетика в субарахноидальное пространство. Запись ЭКГ осуществлялась при помощи кардиореєстратора «Юлія» (ООО «Найтєк», Россия), который обеспечивает регистрацию пяти-минутной ЭКГ с разрешением 1000 Гц на карту твердотельной памяти. В дальнейшем после окончания мониторинга производилось программное выделение R-R интервалов, построение кардиоинтервалограммы и оценка ее пригодности для математического анализа. В случае, если артефакты интервалограммы составляли менее 3%, производилась коррекция артефактов. Затем все интервалограммы разбивались на выборки объемом 128 кардиоинтервалов. Для каждой выборки производился расчет и мощности спектра в диапазоне очень низкой частоты (VLF мс⁻²) и период пика мощности спектра в диапазоне очень низкой частоты (tMax_VLF с). Для расчета этих показателей использовались международные и российские рекомендации [3, 9].

Для снижения вероятности влияния случайных факторов изучаемые показатели рассчитывались как средние значения в трех последовательных выборках кардиоинтервалов на этапах обследования. В данной работе представлены результаты на

трех этапах обследования: до проведения ортопробы, во время ортопробы при нахождении пациента в положении сидя и перед началом анестезии в операционной.

Статистический анализ выполнен с использованием программы Statistica 6.0. В исследовании меры положения описаны средними значениями, а меры рассеяния – 95% доверительным интервалом М (95% ДИ). Для оценки принадлежности изучаемых значений в нескольких группах в одной генеральной совокупности использовался дисперсионный анализ (ANOVA). Для оценки различий значений в независимых и связанных группах использовались критерий Манна-Уитни и критерий Вилкоксона, соответственно. Уровень $p < 0,05$ принят как статистически значимый.

Результаты исследования. Расчет показателей сердечного ритма проведен на трех этапах исследования: 1-й этап – за 1 сутки до начала операции в положении лежа; 2-й этап – за 1 сутки до начала операции во время выполнения активной модифицированной ортопробы в положении сидя; 3-й – в операционной перед введением анестетика в субарахноидальное пространство.

Таблица 2. Характеристики спектра сердечного ритма в диапазоне очень медленных волн в изучаемых группах

Показатель спектра сердечного ритма	М (95% ДИ) за 1 день до анестезии	М (95% ДИ) во время ортопробы	М (95% ДИ) перед анестезией
1-я группа пациентов			
VLF_128 (мс ²)	362 (213-510)	1002 (531-1473)	550 (270-830)
tMaxVLF (Гц)	0,0164 (0,0141-0,0186)	0,0194 (0,0152-0,0237)	0,0166 (0,0144-0,0187)
2-я группа пациентов			
VLF_128 (мс ²)	635 (324-947)	1310 (376-2244)	788 (449-1127)
tMaxVLF (Гц)	0,0160 (0,0149-0,0171)	0,0163 (0,0132-0,0193)	0,0186 (0,0161-0,0212)
3-я группа пациентов			
VLF_128 (мс ²)	633 (87-1178)	1557 (0-3453)	682 (186-1179)
tMaxVLF (Гц)	0,0157 (0,0130-0,0184)	0,0129 (0,0076-0,0181)	0,011 (0,0072-0,0148)

На первом этапе исследования у пациентов второй и третьей групп с развитием артериальной гипотензии нами обнаружен более высокий уровень VLF_128 на 76% в сравнении с пациентами первой группы ($p=0,04$, тест Манна-Уитни). То есть, если исходный уровень VLF в период предоперационного осмотра анестезиолога будет выше 510мс² (верхний 95 % доверительный интервал в первой группе, см. табл.3), то по данным статистического анализа можно считать, что в 24 из 25 случаев этот клинический случай можно отнести к пациентам с высоким риском развития интраоперационной артериальной гипотензии в процессе спино-эпидуральной анестезии. Для пациентов всех групп был характерен высокий односторонний реактивный ответ на изменение положения тела, из положения лежа в положение сидя, в виде увеличения VLF на 135% от исходно уровня ($p=0,017$, тест Вилкоксона).

Следующей недостаточной изученной характеристикой является частота пика очень медленных волн сердечного ритма. Исходные значения этого показателя (tMaxVLF) на первом этапе исследования в контрольной (первой) группе были на 0,001Гц больше, чем в общей группе гипотензий ($p=0,57$, тест Манна-Уитни). То есть, для пациентов с последующим развитием артериальной гипотензии была характерна незначительная тенденция сдвига tMaxVLF в сторону низких частот.

Особый интерес представил факт разнонаправленного сдвига tMaxVLF после перехода пациента в положение сидя в процессе модифицированной ортостатической пробы. В контрольной группе произошло смещение tMaxVLF в более высокочастотный диапазон на 0,003 Гц ($p=0,34$, тест Вилкоксона), во второй группе с отсроченной артериальной гипотензией не произошло изменений, а в третьей группе с быстрым развитием артериальной гипотензии после субарахноидального введения анестетика произошло смещение tMaxVLF в низкочастотный диапазон на 0,003 Гц ($p=0,35$, тест Вилкоксона). То есть во время изменения положения тела исходные тенденции в первой и третьей группах увеличились. Оценка различий tMax_VLF после выполнения ортостатической пробы между первой и третьей группами приближаются к статистически значимому уровню ($p=0,08$, тест Манна-Уитни). Данный статистический анализ говорит о том, что если после перехода пациента в положение сидя в процессе модифицированной ортостатической пробы tMax_VLF будет менее 0,0152 Гц (нижняя граница 95 % ДИ для первой группы, см. табл.3), то в этом клиническом случае можно с 95 % вероятностью ожидать быстрое развитие арте-

риальной гипотензии после субарахноидального введения анестетика.

При использовании характеристик очень низких частот следует отметить, что VLF и tMaxVLF являются достаточно устойчивыми физиологическими характеристиками вегетативной регуляции сердечным ритмом: сопоставление этих параметров на этапе предоперационного осмотра и перед анестезией в первой и второй группах показало сохранение одних и тех же отношений между группами и низкий уровень изменений. Изменение tMaxVLF в этот период в третьей группе, с учетом клинических исходов (артериальная гипотензия) лишь свидетельствует о нарушении механизмов гуморальной регуляции у данных пациентов.

Наиболее значимый научный факт нашего исследования состоит в обнаружении крайне выраженного смещения tMax_VLF в сторону низких частот в третьей группе с быстрым развитием артериальной гипотензии после субарахноидального введения анестетика. Различия с первой и второй группой составили соответственно 0,0056 Гц и 0,0076 Гц, при крайне высоком уровне статистической значимости ($p=0,0044$ и $p=0,0022$, соответственно, тест Манна-Уитни). Такой уровень статистической значимости говорит о том, что если мы будем использовать уровень tMax_VLF=0,0011 Гц для прогнозирования артериальной гипотензии, то мы ошибемся только в одном случае из пятисот.

Обсуждение. В исследовании получены новые научные факты, которые позволяют связать недостаточный уровень механизмов регуляции сосудистого тонуса после субарахноидального введения анестетика с характеристиками очень низкой частоты сердечного ритма. В сравнении с неопубли-

кованными в данной работе данными нашего исследования, низкочастотный и высокочастотные волны сердечного ритма, которые отвечают за нервные механизмы симпатической и парасимпатической регуляции, не имели диагностических преимуществ в прогнозировании изучаемого клинического исхода перед очень низкочастотными волнами. С учетом вышеприведенных литературных данных полученный нами факт позволяет предположить, что гуморальный канал регуляции имеет приоритет перед нервными механизмами в обеспечении интегрированной адаптивной реакции в ответ на симпатолитический, который возникает после субарахноидального введения анестетика.

Выводы:

1. Мощностной и период пика очень низких частот сердечного ритма являются устойчивыми косвенными характеристиками состояния механизмов гуморального канала регуляции сосудистого тонуса.

2. В ответ на изменение положения тела мощностной низкочастотных периодический сердечного ритма увеличивается на 135% от исходного уровня ($p=0,017$). Такой высокий реактивный ответ свидетельствует о том, что данный физиологический показатель тесно взаимосвязан с изменением механизмов регуляции во время внешних воздействий и, поэтому, может иметь высокую диагностическую ценность.

3. Смещение пика мощности очень низкочастотных волн в еще более низкочастотный диапазон (0,0072 - 0,0148 Гц) является высоковероятным прогностическим фактором быстрого развития артериальной гипотензии после субарахноидального введения анестетика.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Акулов М.С., Беляков В.А., Максимов Г.А., и соавт. Особенности течения спинальной анестезии у травматолого-ортопедических больных молодого и среднего возраста в зависимости от дозы местного анестетика. / Сборник тезисов Всероссийского съезда: «Современные направления и пути развития анестезиологии и реаниматологии в РФ». - 2006. - 55 С.
 2. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (Метод, рекомендации). Вестник аритмологии. - 2004. - № 24 - С.65-87
 3. Воробийов К.П. Моніторна система для інтенсивної терапії та гіпербаричної оксигенації // Сертифікат якості на програмний виріб, Київ: МОЗ України, 01.07.1999
 4. Михайлов В.М. Variability сердечного ритма. Опыт практического применения. Иваново, 2000, 200с.
 5. Тихилов Р.М. Руководство по протезированию тазобедренного сустава / Р.М. Тихилов, В.М. Шаповалов. - СПб. - РНИИТО им. Вредена В.М. - 2008. - С. 117-184.
 6. Флейшман А.Н. (ред.) Медленные колебательные процессы в организме человека: теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике. // Сборник материалов II Симпозиума: Изд. НИИ КИП ТП СО РАМН, Новокузнецк, 1999, с. 18-23.
 7. Bäcklund M., Toivonen L., Tuominen M., et al. Changes in heart rate variability in elderly patients undergoing major noncardiac surgery under spinal or general anesthesia // Regional Anesthesia and Pain Medicine. - 1999. - V. 2. - № 5. - P. 386-392.
 8. Hanss R., Robert M., Bein B., et al. Heart Rate Variability Predicts Severe Hypotension after Spinal Anesthesia // Anesthesiology. - 2006. - V. 104. - № 3. - P. 537-545.
 9. Heart Rate Variability Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use Circulation. - 1996. - V. 93. - P. 1043-1065.
- Воробьев К.П., Пилипенко И.Б. Косвенные прогностические характеристики гуморального канала регуляции сердечным ритмом при оценке вероятности артериальной гипотензии во время предстоящей спино-эпидуральной анестезии // Украинский медицинский альманах. - 2012. - Том 15, № 5. - С. 190-192.
- Выполнен анализ динамики семнадцати известных параметров variability сердечного ритма (BPC) при операциях тотального протезирования тазобедренного сустава в условиях спино-эпидуральной анестезии. В ответ на изменение положения тела при проведении модифицированной ортопробы мощностной низкочастотных периодический сердечного ритма увеличивается на 135% от исходного уровня ($p=0,017$). Смещение пика мощности очень низкочастотных волн в еще более низкочастотный диапазон (0,0072 - 0,0148 Гц) является высоковероятным прогностическим фактором быстрого развития артериальной гипотензии после субарахноидального введения анестетика.
- Ключевые слова:** спино-эпидуральная анестезия, артериальная гипотензия, очень низкие частоты сердечного ритма, гуморальная регуляция сердечного ритма.
- Воробийов К.П., Пилипенко І.Б. Непрямі прогностичні характеристики гуморального каналу регуляції серцевого ритму при оцінці ймовірності артеріальної гіпотензії під час майбутньої спино-епідуральної анестезії // Український медичний альманах. - 2012. - Том 15, № 5. - С. 190-192.
- Виконано аналіз динаміки сімнадцяти відомих параметрів variability серцевого ритму (BPC) при операціях тотального протезування кульшового суглоба в умовах спино-епідуральної анестезії. У відповідь на зміну положення тіла при проведенні модифікованої ортопроби потужність низькочастотних періодич серцевого ритму збільшується на 135% від початкового рівня ($p=0,017$). Зміщення піку потужності дуже низькочастотних хвиль в ще більш низькочастотний діапазон (0,0072 - 0,0148 Гц) є високоімовірним прогностичним фактором швидкого розвитку артеріальної гіпотензії після субарахноїдального введення анестетика.
- Ключові слова:** спино-епідуральна анестезія, артеріальна гіпотензія, дуже низькі частоти серцевого ритму, гуморальна регуляція серцевого ритму.
- Vorobyov K.P., Pilipenko I.B. Indirect forecasting data channel humoral regulation of heart rate in assessing the likelihood of arterial hypotension during the upcoming spinal-epidural anesthesia // Український медичний альманах. - 2012. - Том 15, № 5. - С. 190-192.
- The analysis of the dynamics of the seventeen known parameters of heart rate variability (HRV) in operations of total hip replacement in a spin-epidural anesthesia. In response to a change in body position during a modified orthostatic low-frequency power of heart rate periodicals increased by 135% from baseline ($p = 0,017$). Shift of the peak power of very low frequency waves in a more low-frequency range (0,0072 - 0,0148 Hz) is highly probable predictor of rapid development of hypotension after subarachnoid injection of anesthetic.
- Key words:** spin-epidural anesthesia, hypotension, very low heart rate, humoral control of heart rate

Надійшло 11.09.2012 р.
Рецензент: проф. Ю.Г.Бурмак