

6. Lyaschenko Yu.N., Petukhov A.B. *Osnovy enteral'nogo pitanija*. [Basics of enteral feeding]. Moscow, Vega Intel XXI Publ., 2001, 343 p.
7. Popova T.S., Tamazashvili T.Sh., Shestopalov A.E. *Parenteral'noe i enteral'noe pitanie v kirurgii*. [Parenteral and enteral feeding in surgery]. Moscow, M-Siti Publ., 1996, 224 p.
8. Popova T.S., Shestopalov A.E., Protsenko D.N. et al. Practice of nutritive support in the intensive care departments of the Russian Federation. *Vestnik Anesteziol. i Reanimatol.*, 2011, vol. 8, no. 5, pp. 8-12. (In Russ.)
9. Khoroshilov I.E., Panov P.B. *Klinicheskaya nutritsiologiya*. [Clinical threpsiology]. St. Petersburg, ELBI-SPb Publ., 2009, 284 p.
10. Хорошилов И.Е., ред. *Руководство по parenteral'nomu i enteral'nomu pitaniju*. [Guidelines on parenteral and enteral feeding]. St. Petersburg, Nordmed-Izdat Publ., 2000, 376 p.
11. Khubutiya M.Sh., Popova T.S., Saltanov A.I., ed. *Parenteral'noe i enteral'noe pitanie: natsional'noe rukovodstvo*. [Parenteral and enteral feeding. National guidelines]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2014, 800 p.
12. Bowling T., ed. Nutritional support for adults and children: a handbook for hospital practice. Abingdon: Radcliffe Medical Press; 2007, 181 p.
13. Fearon K.C. H. The 2011 ESPEN Arvid Wretlind lecture: Cancer cachexia: the potential impact of translational research on patient-focused outcomes. *Clin. Nutr.*, 2012, vol. 31, no. 5, pp. 577-582.
14. Payne-James J., Grimble G., Silk D., eds. Artificial nutrition support in clinical practice. 2nd ed., Cambridge University Press, 2012, 798 p.
15. Sobotka L., ed. Basics in Clinical Nutrition. 4th ed., ESPEN: Galen, 2011, 723 p.

ИНДЕКС АНАЛЬГЕЗИИ-НОЦИЦЕПЦИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕДЕЛЫ

А. П. Спасова, Г. П. Тихова, Р. О. Базаров

INDEX OF ANALGESIA-NOCICEPTION: OPPORTUNITIES AND LIMITS

A. P. Spasova, G. P. Tikhova, R. O. Bazarov

Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск

Petrazavodsk State University, Petrazavodsk, RF

В обзоре рассмотрены клинические возможности используемого в зарубежной практике нового метода оценки баланса ноцицепции/антиноцицепции с помощью аппарата ANI-Monitor (MetroDoloris®, Франция) с расчётом оригинального индекса анальгезии/ноцицепции ANI (Analgesia Nociception Index). Объективный и неинвазивный метод основан на оценке изменения вариабельности сердечного ритма при ноцицептивном воздействии. Судя по данным литературы, требуются дальнейшие исследования для установления специфичности и чувствительности индекса ANI в различных клинических ситуациях.

Ключевые слова: ноцицепция, мониторинг боли, вариабельность сердечного ритма, индекс анальгезии/ноцицепции.

The review includes clinical opportunities of the new technique for evaluation balance of nociception/anti-nociception with help of medication of ANI-Monitor (MetroDoloris®, France), used abroad, with the calculation of original index of analgesia/nociception of ANI (Analgesia Nociception Index). Objective and non-invasive technique is based on the evaluation of changes in variability of cardiac rhythm under nociception effect. Basing on literature the further investigation is required to identify specificity and sensitivity of ANI index in various clinical situations.

Key words: nociception, pain monitoring, variability of cardiac rhythm, index of analgesia/nociception.

«Облегчить боль – есть труд божественный» – это высказывание приписывается Гиппократу. На протяжении всей своей истории человечество пытается обуздовать боль, сделать так, чтобы верный страж здоровья, сигнализирующий о неблагополучии в организме, остался стражем, а не стал убийцей. Несмотря на огромный арсенал обезболивающих средств, их применение не всегда позволяет надёжно купировать боль. Это связано с тем, что ощущение боли формируется в сознании человека не только

под непосредственным воздействием повреждения, оно пропущено через призму генетических особенностей, эмоций и предшествующего опыта.

В арсенале клинициста до сих пор совершенно отсутствует инструмент – «долориметр», с помощью которого можно было бы измерить боль, получить определённую цифру и сравнить её с нормой, например, как при интерпретации показателей артериального давления (АД). Это связано с тем, что, кроме сенсорного компонента, боль, как феномен,

подразумевает наличие эмоциональной, вегетативной и двигательной составляющей. В клинической практике наиболее доступен метод самооценки боли, заключающийся в определении интенсивности болевого синдрома и качественных характеристик боли.

Существуют стимуляционные электрофизиологические методы (сенсометрия, ноцицепторный флексорный рефлекс, лазерные и соматосенсорные вызванные потенциалы), которые в той или иной степени позволяют судить о формировании болевого ощущения. Но, во-первых, провоцирование активности специфических ноцицепторов сопряжено со значительными техническими сложностями. Во-вторых, оценка интенсивности и качества стимулов всё равно субъективна, что в некоторой степени влияет на достоверность общей оценки. В-третьих, они требуют активного участия пациента, то есть неприменимы у людей, не способных к общению, – у больных крайних возрастных групп, в состоянии седации или миорелаксации, с угнетением сознания или изменённым психическим статусом. И, наконец, при всей своей привлекательности нейрофизиологические методы оценки боли недоступны широкому кругу практикующих врачей, их выполнение требует наличия специального дорогостоящего оборудования и обученного персонала, а также значительного запаса времени.

Любое повреждающее воздействие на организм отражается на балансе вегетативной нервной системы – её симпатической и парасимпатической составляющих. В последние годы появились приборы, работа которых основана на анализе изменяющегося в ответ на ноцицептивную стимуляцию тонуса симпатической системы – изменении кожной проводимости, сосудистого тонуса (хирургический плетизмографический индекс), реакции зрачка (пупиллометрия). Оценка изменения парасимпатического тонуса реализована в новой технологии, разработанной университетской лабораторией нейрофизиологии г. Лиль (Франция) при помощи аппарата ANI-Monitor (MetroDoloris®). От прочих методик, основанных на симпатовагальном балансе, данная технология отличается тем, что базируется на анализе исключительно парасимпатического тонуса. В России приборы подобного типа отсутствуют, но, возможно, данная публикация подтолкнёт энтузиастов к их разработке.

Физиологические основы метода. В основу метода положен феномен оценки вариабельности сердечного ритма (ВСР), который активно изучается с 1965 г. как отечественными, так и зарубежными исследователями. ВСР – достоверный и неинвазивный показатель вегетативной регуляции сердца. Изменение ВСР связано с изменениями влияния парасимпатической и симпатической нервной системы на синоатриальный узел вследствие любого стрессорного воздействия. Регулирование частоты

сердечных сокращений (ЧСС) вегетативной нервной системой находится под влиянием дыхательного цикла. Вдох временно подавляет влияние парасимпатической нервной системы и вызывает учащение сердцебиения, тогда как выдох, наоборот, стимулирует парасимпатический отдел и вызывает замедление сердечного ритма. Ритмичные колебания в частоте сердечного ритма, производимые дыханием, называются дыхательной синусовой аритмии (ДСА). Таким образом, каждый дыхательный цикл сопровождается резкими перепадами парасимпатического тонуса. Очевидно, что математический анализ этих изменений может дать представление о состоянии вегетативной нервной системы.

Используя спектральный анализ сердечного ритма по Фурье, можно выделить три зоны частот. Исследования, при которых применяли медикаментозную блокаду парасимпатических и симпатических рецепторов сердца, показали, что колебания сердечного ритма с частотами выше 0,15 Гц, связанные с дыханием, опосредованы исключительно парасимпатическим влиянием, а колебания более низкой частоты – влиянием как парасимпатического, так и симпатического отдела нервной системы. Появляется всё больше доказательств того, что у взрослых боль, стресс и тревога приводят к снижению ВСР, в частности к уменьшению доли колебаний высокой частоты (0,15–0,5 Гц). Koenig J. et al. опубликовали результаты систематического обзора, в котором показали возможности анализа спектра ВСР, в частности парасимпатической его составляющей, в изучении ответа на ноцицептивный стимул при различных видах экспериментальной боли у людей [9].

Регистрация ВСР во время общей анестезии позволила наблюдать изменения ВСР в результате хирургической стимуляции. Замечено, что при адекватной анестезии на ВСР влияет только ДСА. Как только на анестезию оказывает дестабилизирующее действие какое-либо событие, дыхательные паттерны становятся нерегулярными, наблюдается снижение их амплитуды.

Технический принцип. Исходя из этих наблюдений, Jeanne M., Logier R. et al. разработали алгоритм измерения уровня анальгезии, основанный на анализе дыхательных паттернов ВСР, и создали соответствующее устройство [12]. При получении сигнала ЭКГ со специального электрода, который располагается на грудной клетке, последний оцифровывается, временной интервал между зубцами R на ЭКГ измеряется с помощью алгоритма определения зубца R [12]. Циклы интервалов RR обрабатываются при помощи программы, позволяющей избежать искажения значений, вызванных артефактами записи. После фильтрации серии RR в полосе частот 0,15–0,5 Гц измеряется амплитуда дыхательных модуляций серии этих интервалов по принципу измерения площадей под кривыми серии

RR. При ноцицептивной стимуляции амплитуда слабая и хаотичная, что свидетельствует о низком парасимпатическом тонусе (рис. 1), в то время как при адекватной анальгезии дыхательная аритмия имеет большую амплитуду, то есть высокий парасимпатический тонус (рис. 2).

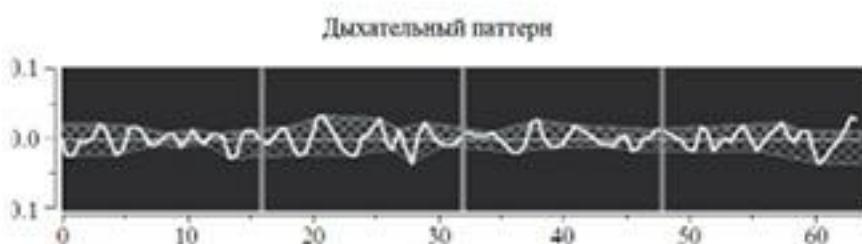


Рис. 1 Амплитуда дыхательного паттерна при низком парасимпатическом тонусе

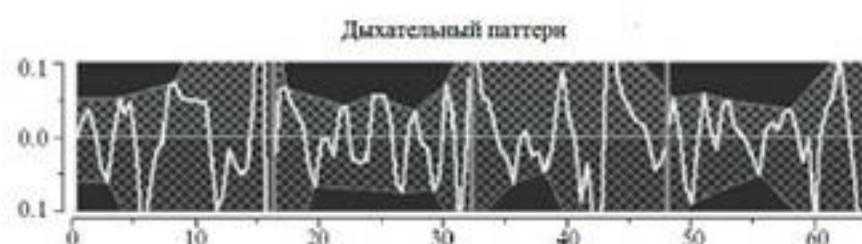


Рис. 2 Амплитуда дыхательного паттерна при высоком парасимпатическом тонусе

Индекс анальгезии-ноцицепции (ANI) рассчитывается по специальной математической формуле и выводится на экран прибора в числовом выражении от 0 до 100 (0 – максимальный уровень испытываемой боли, 100 – отсутствие боли) и двух графических кривых с мгновенным и средним значением индекса (рис. 3). Процесс анализа занимает всего 16 с; показатель рассчитывается с дискретностью 2 с, что даёт непрерывную оценку в реальном времени.

Интерпретация значений индекса анальгезии/ноцицепции. При отсутствии болевого стимула и/или стресса только ДСА оказывает влияние на серию интервалов RR; площадь т. н. дыхательных паттернов и, соответственно, значение ANI

становятся высокими. Боль, стресс, беспокойство, волнение, страх уменьшают амплитуду вариабельности интервалов RR по отношению к их среднему значению, изменчивость в серии интервалов RR становится хаотичной, показатель индекса анальгезии/ноцицепции снижается. При этом изменения частоты дыхания и его ритма не оказывают влияния на величину индекса.

Интерпретация парасимпатического тонуса осуществляется по формуле:

Тонус $r\Sigma$ = реакция на ноцицепцию + психологический стресс [13].

У пациентов во время общей анестезии или при глубокой седации составляющая психологического стресса во внимание не принимается, и индекс анальгезии/ноцицепции, таким образом, интерпретируется как объективный индекс анальгезии пациента. Зона адекватной анальгезии находится в пределах 50–70 единиц. Снижение показателя ANI ниже 50 указывает на неадекватность обезболивания, а при значениях меньше 30 – на сильную болевую стимуляцию. Кроме того, высокие показатели ANI в конце операции, и особенно перед экстубацией, предупреждают о возможном возникновении дыхательной депрессии в ближайшем послеоперационном периоде [14].

Наблюдалась достоверная связь между изменениями ANI и выполнением болезненных манипуляций. Но при регистрации индекса анальгезии/ноцицепции до индукции обнаружено, что показатели ANI так же низки, как и при болезненных манипуляциях. Скорее всего, такие низкие показатели можно объяснить развивающимся периоперационным стрессом. У пациента в сознании должна учитываться составляющая «психологического стресса», и клиницист имеет возможность на основании изменения индекса ANI решить, препараты какой группы (аналгетики или седативные) необходимы в конкретной клинической ситуации [12].

Технология измерения индекса ANI проста и неинвазивна, но требует хорошего качества сигнала ЭКГ и предполагает исключительно синусовый характер ритма сердца.

Влияние интраоперационно вводимых лекарственных средств на показатели ANI. Влияние различных препаратов, используемых во время анестезии, ещё предстоит выяснить, хотя некоторые обобщения можно сделать. Холинолитики и β -блокаторы не оказывают большого влияния на АНИ, однако их влияние на предсказуемый порог гемодинамической реакции ещё требует уточнения. Интерпретация ANI при введении антихолинергических препаратов должна быть чрезвычайно осторожной в течение всего срока их действия на синусовый узел. Данные ANI при использовании пропофола оказались надёжнее, чем галогенсодержащих анестетиков. При применении севофлурана наблюдается более выраженное, в сравнении с про-

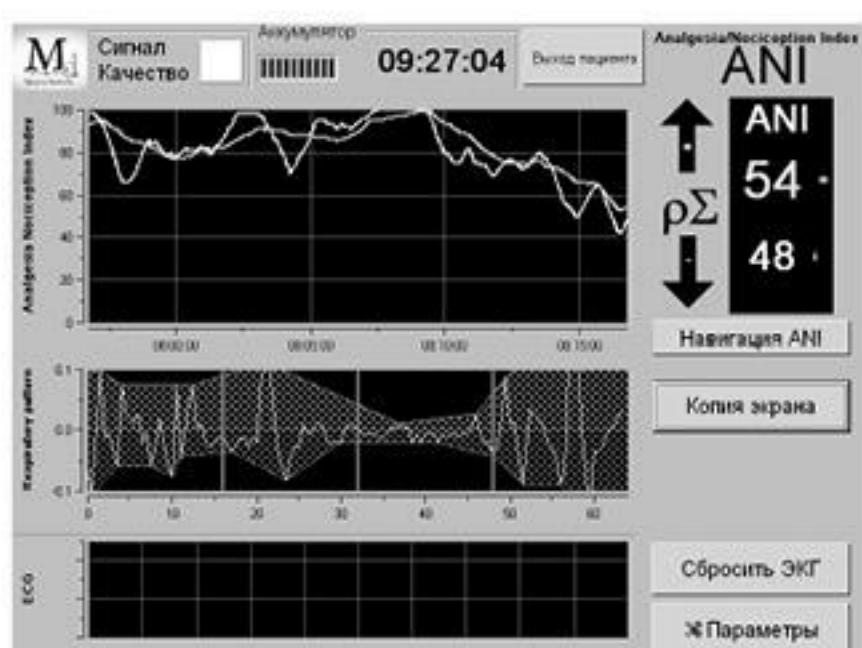


Рис. 3 Интерфейс ANI монитора по время работы

пофоловой анестезией, снижение индекса анальгезии/ноцицепции. Влияние различных галогенсодержащих анестетиков на ВСР требует детализации [13, 14].

Ремифентанил и фентанил не оказывают влияния на вариабельность сердечного ритма [2, 3]. В других исследованиях использовали суфентанил, однако его влияние на ВСР не установлено [7]. Кетамин в низких дозах не влияет на индекс ANI [1].

Применение индекса анальгезии/ноцицепции в клинике. Интраоперационные изменения индекса ANI как предиктора гемодинамических сдвигов. В рутинной практике анестезиолог адаптирует мощность анальгезии к интенсивности хирургической стимуляции, ориентируясь на появление гемодинамической реакции. В одном из исследований основной целью стала оценка эффективности ANI как предиктора гемодинамической реакции при опорной ларингоскопии [2]. У 50 пациентов, перенесших опорную ларингоскопию под анестезией с использованием пропофола и ремифентанила, оценивали возможности индекса анальгезии/ноцицепции и биспектрального индекса (BIS) как предикторов изменений гемодинамики – увеличения частоты сердечных сокращений и/или систолического артериального давления (САД) более чем на 20% от исходного в течение 5 мин. В предсказании реактивности гемодинамики ANI показал более высокую эффективность по сравнению с BIS ($p < 0,05$). Чувствительность и специфичность ANI при индексе ≤ 55 в предсказании гемодинамических изменений на протяжении 5 мин составили 88 и 83% соответственно. При оценке седации более высокая эффективность наблюдалась у BIS по сравнению с ANI ($p < 0,05$). ANI хорошо прогнозирует изменения гемодинамики, тогда как BIS обладает надёжными характеристиками для оценки седации во время опорной ларингоскопии под пропофол-ремифентаниловой тотальной внутривенной анестезией [2].

Целью исследования M. Jeanne et al. было установить, может ли ANI достаточно рано прогнозировать гемодинамические сдвиги на фоне анестезии пропофолом и суфентанилом при тотальном эндопротезировании коленного сустава [7]. Пропофол вводили с помощью устройства для инфузии с управлением по целевой концентрации, суфентанил – при индукции и в случае гемодинамических сдвигов, определяемых как увеличение ЧСС или САД на 20%. Данные фиксировали до начала операции, при гемодинамических реакциях и после пробуждения. ANI снижался с 82 (при отсутствии стимуляции) до 47 при гемодинамических сдвигах, тогда как ЧСС возросла умеренно от 61 до 65 мин⁻¹. САД значительно увеличилось с 91 до 151 мм рт. ст. Статистический анализ кривых позволил сделать вывод, что пороговым маркером последующих гемодинамических сдвигов является

значение ANI 63 (чувствительность – 80%, специфичность – 88%) [7].

Более позднее исследование этой же команды сравнивало у пациентов, перенесших лапароскопическую аппендэктомию или холецистэктомию под пропофол-ремифентаниловой анестезией, показатели ANI с ЧСС и САД при различных повреждающих стимулах [8]. Медицинский персонал не видел показаний ANI-монитора. Показатели ANI и гемодинамические данные записывались в определённое время до и во время операции, в том числе при тетанической стимуляции локтевого нерва до начала операции. Индукция анестезии уменьшила ЧСС и САД, а ANI демонстрировал высокие значения (88), что указывало на парасимпатикотонию. У 10 из 11 пациентов тетаническая стимуляция приводила к кратковременному (< 5 мин) снижению ANI до 48–40, тогда как ЧСС и САД не изменялись. После начала операции значение ANI снизилось до 60, а в последующем после наложения пневмoperitoneума уменьшилось до 50, тогда как никаких существенных изменений в ЧСС или САД не наблюдалось. При возникновении гемодинамической реакции значение ANI прогрессивно снижалось до 40. После завершения операции значения ANI восстановились до 90. Авторы сделали вывод, что на фоне анестезии пропофолом индекс анальгезии/ноцицепции является более чувствительным индикатором ноцицептивных стимулов, чем показания ЧСС и САД [8].

Эффективность применения индекса анальгезии/ноцицепции как предиктора послеоперационной боли. Интенсивный послеоперационный болевой синдром встречается у 20–60% оперированных пациентов и развивается не только после объёмных хирургических вмешательств, но и после операций малого и среднего объёма, включая геморроидэктомию, тонзилэктомию, лапароскопические холецистэктомию и аппендэктомию. Опубликованы результаты четырёх работ [3, 10, 11, 15], где была предпринята попытка оценить прогностическую значимость ANI в предсказании интенсивности послеоперационной боли.

В этом отношении интересно исследование E. Boselli et al. [3]. Основной целью работы было определение, насколько ANI при пробуждении после общей анестезии коррелирует с ранней послеоперационной болью по прибытии пациента в восстановительную палату. Обследовано 200 пациентов (ASA I–III), перенесших анестезию пропофолом, сево- или десфлураном и ремифентанилом при ЛОР-операциях и ортопедических вмешательствах на нижней конечности. Из исследования исключены пациенты младше 18 и старше 75 лет, пациенты с аритмиями или получавшие β-блокаторы, антихолинергические препараты, пациенты, подвергшиеся декураризации менее чем за 20 мин до исследования, страдающие патологи-

ей ЦНС, а также пациенты, не способные оценить интенсивность боли по числовой рейтинговой шкале (ЧРШ). Интенсивность раннего послеоперационного болевого синдрома измеряли в течение 10 мин по прибытии в восстановительную палату. Пациенты с ЧРШ ≤ 3 расценивались как испытывающие незначительную боль и не получали морфин. Пациентам с ЧРШ 4–10 назначали морфин или выполняли периферический блок, чтобы добиться снижения интенсивности болевых ощущений по ЧРШ ≤ 3 . Индекс анальгезии/ноцицепции измеряли сразу при пробуждении после общей анестезии и непосредственно перед экстубацией. В дальнейшем интенсивность боли оценивали по ЧРШ в течение 10 мин после прибытия в восстановительную палату. По результатам оценки 130 (65%) пациентов не испытывали боли либо испытывали незначительную боль (ЧРШ ≤ 3), 70 (35%) пациентов испытывали среднюю либо интенсивную боль, что потребовало дополнительной анальгезии морфином или выполнения периферической блокады нерва. В этих двух группах не было различий по полу, индексу массы тела больных, классу по ASA и по использованному ингаляционному анестетику. В группе пациентов, перенесших ортопедические вмешательства, было больше тех, кто оценивал боль по ЧРШ > 3 баллов. Средние значения ANI были достоверно выше у пациентов с ЧРШ ≤ 3 в сравнении с пациентами ЧРШ > 3 . Среднее количество вводимого морфина было статистически значимо выше у пациентов с изначальным ЧРШ > 3 в сравнении с ЧРШ ≤ 3 (4 мг, в среднем 3–6 и 0 мг соответственно). Из 33 пациентов, которым во время операции выполняли регионарную анальгезию, 26 (79%) по прибытии в восстановительную палату имели ЧРШ ≤ 3 и среднее значение ANI 62.

Результаты исследования показали, что существует обратная линейная зависимость между ANI, измеренным при выходе из анестезии непосредственно перед экстубацией, и ранней послеоперационной болью по прибытии в восстановительную палату [при ANI < 50 пациент испытывал среднюю или интенсивную боль (ЧРШ > 3)]. При ANI > 50 можно ожидать, что пациент по прибытии в палату пробуждения имеет адекватное обезболивание (ЧРШ ≤ 3) и не будет требовать дополнительного введения морфина либо регионарной анестезии. Это может быть важно в планировании лечения ранней послеоперационной боли.

В другом исследовании E. Boselli, включавшем пациентов, подвергшихся ЛОР-операциям, результаты были менее обнадёживающими (чувствительность 76%, специфичность 73%) [2]. Авторы объяснили подобную разницу большим количеством факторов, помимо боли, которые влияют на пациента в восстановительной палате, а также зоной операции (вмешательства на гортани), что формировало повы-

шенную симпатическую активность. Частично эти отличия могут быть объяснены и использованием различных фармакологических средств [2].

Другие результаты получили J. A. Szental et al. [15]. Рандомизированное исследование интраоперационного введения морфина с учётом ANI не показало никаких преимуществ перед стандартным планом интраоперационного введения, а также продемонстрировало высокий уровень послеоперационной боли несмотря на применение мультимодальной анальгезии. Рандомизированы на две группы 120 пациентов, которым предстояла лапароскопическая холецистэктомия: в экспериментальной группе пациентам интраоперационно назначали морфин, руководствуясь ANI, в контрольной группе анестезиолог использовал рутинный протокол и не видел значений ANI. Все участники получили парацетамол, парекоксиб, фентанил при индукции и местную анестезию при установке троакаров. Первичная оценка показала присутствие умеренной/сильной боли (ВАШ ≥ 50 мм) в любом из четырёх отрезков времени первого послеоперационного часа. Повторная оценка в послеоперационном периоде включала дополнительное введение морфина. Использование ANI как ориентира не привело к уменьшению умеренной/сильной боли (50,8% против 45,0%; разница – 5,8%, 95%-ный доверительный интервал – от 23,7 до 12,1%, $p = 0,58$), а также не избавило от дополнительного назначения морфина в послеоперационном периоде. J. A. Szental et al. пришли к выводу, что интраоперационное использование ANI при назначении морфина в их исследовании не показало преимуществ по сравнению со стандартной методикой, а также продемонстрировало высокий уровень послеоперационной боли несмотря на использование мультимодального обезболивания [15]. Из содержания работы не совсем понятно, чем руководствовались исследователи, выбирая морфин в качестве основного анальгетика во время операции.

Целью работы T. Ledowski et al. было сравнение показателей ANI с показателями самооценки боли по ЧРШ 0–10 в послеоперационной палате [11]. В данном исследовании принимало участие 120 пациентов после плановых хирургических вмешательств. По прибытии в палату пробуждения и далее с 5-минутными интервалами пациентов просили оценить их уровень боли от 0 до 10. Одновременно велась запись значений ANI от 0 до 100 баллов (низкие значения указывают на более высокие уровни боли). В анализ было включено 816 оценок от 114 пациентов. Небольшая, но статистически достоверная отрицательная корреляция была найдена между значениями ANI и баллами ЧРШ ($\rho = -0,075$, $P^* = 0,034$), существенная разница в значениях ANI

* P – достоверность при сопоставлении двух групп оценок по ЧРШ.

обнаружена при сравнении максимальных оценок боли ($P = 0,027$) [11].

Нам представляется взвешенной и убедительной точка зрения Е. Boselli, что различия в чувствительности и специфичности ANI в качестве предиктора интенсивности послеоперационной боли обусловлены применением различных медикаментозных средств и значение ANI в зависимости от выбранного протокола обезболивания требует дальнейших уточнений. Очевидно, ANI не может быть идентичным после анестезии с применением пропофола или галогенсодержащих анестетиков, как и других компонентов мультимодальной анестезии. Тем не менее оценка индивидуальной потребности в анальгетиках и возможность избежать как недостаточного обезболивания, так и передозировок для клинической практики очень актуальна.

Дифференциальная диагностика гемодинамической реакции на болевой раздражитель с артериальной гипертензией. Индекс ANI позволяет проводить дифференциальную диагностику периоперационного подъёма АД у больных, страдающих гипертонической болезнью, и выбрать правильную лечебную тактику. При показателе индекса больше 60, свидетельствующем об адекватной анальгезии, введения анальгетика не требовалось и гипертоническая реакция купировалась введением гипотензивных препаратов, при низком значении ANI в первую очередь добавлялись анальгетики, что и стабилизировало гемодинамику [10].

Индекс анальгезии/ноцицепции как показатель эффективности анальгезии у больных в критическом состоянии. Существует пока единственная работа, в которой показано, что мониторинг индекса ANI у пациентов отделений интенсивной терапии позволяет определять активность парасимпатического тонуса, пропорционального состоянию комфорта больного, а динамика индекса у этих больных даёт возможность врачу адаптировать дозы анальгетиков [4]. Этот достаточно простой и неинвазивный способ объективной оценки адекватности анальгезии у реанимационных больных требует дальнейшего изучения.

Индекс анальгезии/ноцицепции как показатель эффективности анальгезии у больных в сознании. Результаты интересной работы по использованию индекса ANI в акушерстве опубликовали французские исследователи [5]. Известно, что боль во время родов обусловлена не только ноцицептивным, но и психологическим компонентом, что может сделать неэффективной блестящую и точно выполненную эпидуральную анальгезию. J. Demetz с коллегами у 45 беременных в возрасте 34 ± 5 лет без сопутствующей сердечно-сосудистой патологии сравнили значения индекса анальгезии/ноцицепции и показатели интенсивности боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) в течение 45 мин до начала эпидуральной анальгезии и по-

сле выполнения процедуры. У пациенток без предварительной седации зона комфорта и анальгезии находилась в пределах от 100 до 80, индекс ниже 30 свидетельствовал о выраженной боли, а промежуточные значения могли отражать не только ноцицепцию, но и психологический стресс. Это подтверждалось увеличением индекса не при усиливании анальгезии ропивакаином, а при внутривенном введении седативного препарата гидроксизина (Atarax[®]) в дозе 50–100 мг. Прослежена чёткая обратная линейная зависимость значений ВАШ и ANI (специфичность 0,66 и чувствительность 0,85).

Возможности индекса анальгезии/ноцицепции как предиктора развития гипотензии при спинальной анестезии. О возможности использования ВСР как предиктора развития гипотензии при спинальной анальгезии сообщалось в работе Y. Fujiwara et al. [6]. J. Demetz et al. показали, что ANI можно использовать для диагностики возможного развития гипотензии при выполнении спинальной анестезии перед плановой операцией кесарева сечения. Увеличение индекса на 5 по сравнению с исходным при проведении теста с подъёмом головного конца стола (англ. Tilt test) непосредственно перед выполнением спинальной анестезии предупреждает анестезиолога о развитии гипотензии с высокой степенью чувствительности (80%) и специфичности (76%) [5].

Ограничения метода. Технология определения индекса ANI требует получения качественного ЭКГ сигнала и наличия синусового ритма (у пациентов с некоторыми видами кардиостимуляторов, при мерцательной аритмии обработка сигнала затруднена). Метод нельзя использовать при апноэ, поэтому индекс будет заведомо низким во время интубации трахеи после введения миорелаксантов. В течение 40 мин после внутривенного введения препаратов, заметно влияющих на синусовый узел (атропин), индекс ANI интерпретируется с осторожностью.

Заключение

Новая технология определения оригинального индекса анальгезии/ноцицепции – Analgesia Nociception Index (MetroDoloris[®]), несомненно, заслуживает внимания. В результате проведения многочисленных работ показано, что индекс ANI отражает колебания парасимпатического тонуса, являясь индикатором баланса анальгезии/ноцицепции. Требуются новые исследования для определения специфичности и чувствительности этого индекса во время проведения анестезии с использованием различных препаратов и методов, а также для оценки острого и, возможно, хронического болевого синдрома у пациентов разных возрастных групп при различной патологии, особенно у пациентов, не способных к общению.

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

ФГБОУ «Петрозаводский государственный университет» Министерства образования и науки РФ,
185019, г. Петрозаводск, ул. Пирогова, д. 3.

Спасова Арина Павловна
кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой
диагностики и лучевой терапии с курсом критической
и реаниматорной медицины.
Тел./факс: 8 (8142) 76-44-58, 8 (8142) 76-19-43.
E-mail: arina22@mail.ru

Тихова Галина Петровна

ведущий инженер лаборатории клинической
эпидемиологии Института высоких биомедицинских
технологий.

E-mail: galatichova@gmail.com

Базаров Руслан Оскарович

клинический ординатор кафедры лучевой
диагностики и лучевой терапии с курсом критической
и реаниматорной медицины Медицинского института.
Тел./факс: 8 (8142) 76-44-58, 8 (8142) 76-19-43.
E-mail: anesthesiolog@yandex.ru

Литература

- Bollag L., Ortner C. M., Jelacic S. et al. The effects of low-dose ketamine on the analgesia nociception index (ANI) measured with the novel PhysioDoloris® analgesia monitor: a pilot study // J. Clin. Monit. Comput. – 2015. – Vol. 29, № 2. – P. 291–295.
- Boselli E., Bouvet L., Bégu G., et al. Prediction of hemodynamic reactivity during total intravenous anaesthesia for suspension laryngoscopy using Analgesia/Nociception Index (ANI): a prospective observational study // Minerva Anestesiol. – 2015. – Vol. 81, № 3. – P. 288–297.
- Boselli E., Daniela-Ionescu M., Bégu G. et al. Prospective observational study of the non-invasive assessment of immediate postoperative pain using the analgesia/nociception index (ANI) // Br. J. Anaesth. – 2013. – Vol. 111, № 3. – P. 453–459.
- de Jonckheere J., Rommel D., Nandrino J. et al. Heart rate variability analysis as an index of emotion regulation processes: interest of the Analgesia Nociception Index (ANI) // Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. – 2012. – P. 3432–3435.
- Demetz J., Dejonckheere J., Aubry E. et al. Douleur et analgésie foetale: un nouvel outil d'évaluation? Étude expérimentale chez le foetus d'agneau // J. francophone de recherche en obstétrique et gynécologie. – 2012. – Vol. 6. – P. 12.
- Fujiwara Y., Sato Y., Shibata Y. A greater decrease in blood pressure after spinal anaesthesia in patient with low entropy of the RR interval // Acta Anaesthesiol. Scand. – 2012. – Vol. 51, № 9. – P. 1161–1165.
- Jeanne M., Delecroix M., de Jonckheere J. et al. Variations of the analgesia nociception index during propofol anesthesia for total knee replacement // Clin. J. Pain. – 2014. – Vol. 30, № 12. – P. 1084–1088.
- Jeanne M., Clément C., de Jonckheere J. et al. Variations of the analgesia nociception index during general anaesthesia for laparoscopic abdominal surgery // J. Clin. Monit. Comput. – 2012. – Vol. 26, № 4. – P. 289–294.
- Koenig J., Jarczok M. N., Ellis R. J. et al. Heart rate variability and experimentally induced pain in healthy adults: A systematic review // Eur. J. Pain. – 2013. – Vol. 18, № 3. – P. 301–314.
- Ledowski T., Averhoff L., Tiong W. S. et al. Analgesia Nociception Index (ANI) to predict intraoperative hemodynamic changes: results of a pilot investigation // Acta Anaesthesiol. Scand. – 2014. – Vol. 58, № 1. – P. 74–79.
- Ledowski T., Tiong W. S., Lee C. et al. Analgesia nociception index: evaluation as a new parameter for acute postoperative pain // Br. J. Anaesth. – 2013. – Vol. 111, № 4. – P. 627–629.
- Logier R., de Jonckheere J., Dassonneville A. An efficient algorithm for R-R intervals series filtering // Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. – 2004. – № 6. – P. 3937–3940.
- Logier R., Jeanne M., Tavernier B. et al. Pain/analgesia evaluation using heart rate variability analysis // Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. – 2006. – № 1. – P. 4303–4306.
- Logier R., de Jonckheere J., Delecroix M. et al. Heart rate variability analysis for arterial hypertension etiological diagnosis during surgical procedures under tourniquet // Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. – 2011. – P. 3776–3779.
- Szental J., Webb A., Weeraratne C. et al. Postoperative pain after laparoscopic cholecystectomy is not reduced by intraoperative analgesia guided by analgesia nociception index (ANI®) monitoring: a randomized clinical trial // Br. J. Anaesth. – 2015. – Vol. 114, № 4. – P. 640–645.

References

1. Bollag L., Ortner C.M., Jelacic S. et al. The effects of low-dose ketamine on the analgesia nociception index (ANI) measured with the novel PhysioDoloris® analgesia monitor: a pilot study. *J. Clin. Monit. Comput.*, 2015, vol. 29, no. 2, pp. 291–295.
2. Boselli E., Bouvet L., Bégu G., et al. Prediction of hemodynamic reactivity during total intravenous anaesthesia for suspension laryngoscopy using Analgesia/Nociception Index (ANI): a prospective observational study. *Minerva Anestesiol.*, 2015, vol. 81, no. 3, pp. 288–297.
3. Boselli E., Daniela-Ionescu M., Bégu G. et al. Prospective observational study of the non-invasive assessment of immediate postoperative pain using the analgesia/nociception index (ANI). *Br. J. Anaesth.*, 2013, vol. 111, no. 3, pp. 453–459.
4. de Jonckheere J., Rommel D., Nandrino J. et al. Heart rate variability analysis as an index of emotion regulation processes: interest of the Analgesia Nociception Index (ANI). *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.* 2012, pp. 3432–3435.
5. Demetz J., Dejonckheere J., Aubry E. et al. Douleur et analgésie foetale: un nouvel outil d'évaluation? Étude expérimentale chez le foetus d'agneau. *J. francophone de recherche en obstétrique et gynécologie*. 2012, vol. 6, pp. 12.
6. Fujiwara Y., Sato Y., Shibata Y. A greater decrease in blood pressure after spinal anaesthesia in patient with low entropy of the RR interval. *Acta Anaesthesiol. Scand.*, 2012, vol. 51, no. 9, pp. 1161–1165.
7. Jeanne M., Delecroix M., de Jonckheere J. et al. Variations of the analgesia nociception index during propofol anesthesia for total knee replacement. *Clin. J. Pain*, 2014, vol. 30, no. 12, pp. 1084–1088.
8. Jeanne M., Clément C., de Jonckheere J. et al. Variations of the analgesia nociception index during general anaesthesia for laparoscopic abdominal surgery. *J. Clin. Monit. Comput.*, 2012, vol. 26, no. 4, pp. 289–294.
9. Koenig J., Jarczok M.N., Ellis R. J. et al. Heart rate variability and experimentally induced pain in healthy adults: A systematic review. *Eur. J. Pain*, 2013, vol. 18, no. 3, pp. 301–314.
10. Ledowski T., Averhoff L., Tiong W.S. et al. Analgesia Nociception Index (ANI) to predict intraoperative hemodynamic changes: results of a pilot investigation. *Acta Anaesthesiol. Scand.*, 2014, vol. 58, no. 1, pp. 74–79.
11. Ledowski T., Tiong W.S., Lee C. et al. Analgesia nociception index: evaluation as a new parameter for acute postoperative pain. *Br. J. Anaesth.*, 2013, vol. 111, no. 4, pp. 627–629.
12. Logier R., de Jonckheere J., Dassonneville A. An efficient algorithm for R-R intervals series filtering. *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, 2004, no. 6, pp. 3937–3940.
13. Logier R., Jeanne M., Tavernier B. et al. Pain/analgesia evaluation using heart rate variability analysis. *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, 2006, no. 1, pp. 4303–4306.
14. Logier R., de Jonckheere J., Delecroix M. et al. Heart rate variability analysis for arterial hypertension etiological diagnosis during surgical procedures under tourniquet. *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, 2011, pp. 3776–3779.
15. Szental J., Webb A., Weeraratne C. et al. Postoperative pain after laparoscopic cholecystectomy is not reduced by intraoperative analgesia guided by analgesia nociception index (ANI®) monitoring: a randomized clinical trial. *Br. J. Anaesth.*, 2015, vol. 114, no. 4, pp. 640–645.