Соколова, Наталья Алексеевна. Вегетативные нарушения при нетравматических внутричерепных кровоизлияниях : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.01.11 / Соколова Наталья Алексеевна; [Место защиты: ГУ "Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт"].- Санкт-Петербург, 2011.- 190 с.: ил.

ФГБУ «РОССИЙСКИМ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НЕЙРОХИРУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. проф. А.Л.ПОЛЕНОВА» МИНЗДРАВСОЦРАЗВИТИЯ РОССИИ

На правах рукописи

V | к\* V I I

СОКОЛОВА НАТАЛЬЯ АЛЕКСЕЕВНА

ВЕГЕТАТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ НЕТРАВМАТИЧЕСКИХ ВНУТРИЧЕРЕПНЫХ КРОВОИЗЛИЯНИЯХ

14.01.11 - нервные болезни

ДИССЕРТАЦИЯ на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель: доктор медицинских наук профессор Иванова Н.Е.

Научный консультант: доктор медицинских наук профессор Панунцев B.C.

Санкт-Петербург 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ 4

ВВЕДЕНИЕ 6

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 14

1. Нетравматические внутричерепные кровоизлияния с позиции критического состояния в неврологии и стрессового повреждения головного мозга 14
2. Значение латерализации поражения головного мозга в развитии вегетативных расстройств 23
3. Механизмы регуляции и анализ вариабельности сердечного ритма 28
4. Роль вегетативной нервной системы в терминальном

состоянии 35

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 41

1. Общая характеристика пациентов 41
2. Методы исследования 45

ГЛАВА 3. КЛИНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ ДИСФУНКЦИИ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ НЕТРАВМАТГИЧЕСКИХ ВНУТРИЧЕРЕПНЫХ КРОВОИЗЛИЯНИЙ 60

1. Результаты анализа клинической картины заболевания 60
2. Клинические проявления вегетативной дисфункции в

!

зависимости от латерализации поражения головного мозга 68

1. Вегетативная дисфункция при благоприятном варианте течения 69
2. Вегетативная дисфункция при нестабильном варианте течения 72

течения /о

3.6. Значения вегетативного индекса Кердо у пациентов в остром периоде нетравматических внутричерепных кровоизлияний 81

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ НЕТРАВМАТИЧЕСКИХ ВНУТРИЧЕРЕПНЫХ КРОВОИЗЛИЯНИЯХ . 86

4Л. Результаты оценки функционального состояния вегетативной нервной системы по данным анализа вариабельности сердечного ритма 86

1. Результаты оценки фоновых и реактивных, кардиоинтервалограмм. 86
2. Результаты анализа вегетативной дисфункции вьзависимости нарастания; напряжения высших вегетативных центров и давления спинномозговой жидкости1 95
3. Результаты анализа электроэнцефалографии, транс­краниальной допнлерографии и кардионтервалографии при комплексном нейромониторинге пациентов в остром периоде кровоизлияний. 100
4. Результаты анализа кардиоинтервалограмм в танатогенезе .... 105
5. Результаты анализа- вариабельности сердечного ритма в . зависимости от локализации поражения и этиологии кровоизлияния 111
6. Результаты анализа кардиоинтервалограмм в динамике острого периода кровоизлияний по вариантам течения 118

4.2. Результаты оценки изменений биохимических показателей как

реакции на стресс 128

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 133](#bookmark1)

ВЫВОДЫ . 145

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ 147

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 148

ПРИЛОЖЕНИЕ 172

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| АВМ | — | артериовенозная мальформация |
| АД | — | артериальное давление |
| АГ | — | артериальная гипертензия |
| АЛТ | — | аланинаминотрансфераза |
| АОП | — | активная ортостатическая проба |
| АСТ | — | аспартатаминотрансфераза |
| БЭАГМ | — | биоэлектрическая активность головного мозга |
| ВВЦ | — | высшие вегетативные центры |
| ВД | — | вегетативная дисфункция |
| ви | — | вегетативный индекс |
| вне | — | вегетативная нервная система |
| ВСА | — | внутренняя сонная артерия |
| ВСР | — | вариабельность сердечного ритма |
| ДАС | — | диэнцефально-ареактивный синдром |
| ДК | — | дыхательный коэффициент |
| дкс | — | диэнцефально-катаболический синдром |
| ДП | — | дыхательная проба |
| жкт | — | желудочно-кишечный тракт |
| ин | — | индекс напряжения |
| иц | — | индекс централизации |
| киг | — | кардиоинтервалограмма |
| кк | — | креатинкиназа |
| КРГ | — | кардиоритмография |
| К/Са | — | калий-кальциевый коэффициент |
| лдг | — | лактатдегидрогеназа |
| НВЧК | — | нетравматическое внутричерепное кровоизлияние |
| ОА | — | основная артерия |
| ПМА | — | передняя мозговая артерия |
| ПСА | — | передняя соединительная артерия |
| пене | — | парасимпатическая нервная система |
| РС | — | регуляторная система |

САК — субарахноидальное кровоизлияние

СМА - средняя мозговая артерия

СМЖ - спинномозговая жидкость

СНС — симпатическая нервная система

СОРС — суммарная оценка регуляторных систем

СПОН - синдром полиорганной недостаточности

CP — сердечный ритм

ТКДГ — транскраниальная допплерография

ФС — фотостимуляция

ЦКС — цереброкардиальный синдром

ЦНС — центральная нервная система

ЧСС — частота сердечных сокращений

ЭКГ — электрокардиограмма

ЭЭГ — электроэнцефалография

CV - коэффициент вариации

HF - high frequency (высокочастотные волны)

LF — low frequency (низкочастотные колебания)

LP - lumbar puncture (люмбальная пункция)

LF/HF - коэффициента вагосимпатического взаимодействия

RR - интервал между текущим и предыдущим кардиоциклом

SDNN - среднее квадратичное отклонение величин всех RR интервалов

TP - total power (общая мощность спектра)

VLF - very low frequency (очень низкочастотные колебания)

Д X - BP - вариационный размах

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Геморрагический инсульт, или нетравматическое внутричерепное кровоизлияние (НВЧК), является одной из наиболее тяжелых форм цереброваскулярной патологии, сопровождающейся высокой летальностью и инвалидизацией. В возрастных группах до 55 лет смертность при геморрагическом инсульте превышает таковую при ишемическом. В 70-90% случаев причиной НВЧК является артериальная гипертензия, часто в сочетании с атеросклерозом. У лиц до 40 лет доминируют анатомические факторы в виде аневризм церебральных сосудов и артериовенозных мальформаций. К развитию геморрагического инсульта могут приводить и другие сосудистые заболевания: кавернозные ангиомы, артериит, расслоение артерий, тромбоз внутричерепных вен, болезнь мойя- мойя. У людей пожилого возраста причиной- НВЧК может являться амилоидная ангиопатия. Возможны геморрагические инсульты на фоне неадекватного контроля приема антикоагулянтов, фибринолитической терапии и как осложнение тяжелых инфекционных заболеваний, менингоэнцефалита, васкулита, заболеваний крови. Причиной массивных НВЧК у больных хроническим алкоголизмом является гипокоагуляционный' синдром в результате нарушений функции печени; при наркомании (применение кокаина, амфетамина и др.). В 5% наблюдений развиваются кровоизлияния в опухоли (Виленский Б.С., 2005; Одинак М.М., Вознюк И.А., Янишевский С.Н., 2005; Скворцова-В.И., Крылов В.В., 2005; Гайдар Б.В. с соавт, 2007; Крылов В.В., 2008; Скоромец А.А., 2009; Kissela В.М., Sauerbeck L., Woo D. et al., 2002; Sadamasa N. et al„ 2003; Fúgate J.E., Rabinstein A.A., 2011).

Достаточно хорошо изучены осложнения острого периода, особенно аневризматических НВЧК, такие как прорыв крови в желудочковую систему, развитие окклюзионной гидроцефалии, отек и дислокация головного мозга, вазоспазм, приводящий к ишемии, повторные кровоизлияния (Зубков Ю.Н., 1987; Коршунов Д.Г., 1992; Иванов А.Ю., 1998; Никитин П.И., 1998;

Асатурян Г.А., 2003; Панунцев B.C., 2009; Ткачев В.В., Барабанова М.А., Музлаев Г.Г., 2010; Крылов В.В., 2011; Levy Е., Koebbe С J., Horowitz M.B. et al., 2001; Ayer R.E., Zhang J.H., 2008; Frontela J.A. et al., 2009; Ionita C.C. et al., 2010; Guo L.M., et al., 2011). В клинической картине заболевания оценивают, прежде всего, общемозговую и очаговую симптоматику, в то время как появление вегетативных нарушений зачастую обуславливают неблагоприятный исход в связи с развитием полиорганной недостаточности.

При оценке вегетативной дисфункции (ВД) в остром периоде кровоизлияний обычно уделяется внимание колебаниям артериального давления; развитию цереброкардиального синдрома, оценке вегетативного индекса Кердо (Сычева М.А., 2007; Doshi R., Neil-Dwyer G., 1980; Marion D.W., Segal R., Thompson M.E., 1986; Kawahara E. et al., 2003), развитию пневмонии (Мартынов Ю.С., с соавт., 1998; Macmillan C.S. et al., 2002). Комплексная оценка ВД по- системам организма в остром периоде НВЧК практически не проводится.

Наиболее перспективным методом объективной1 оценки функционального состояния вегетативной нервной системы (ВНС) является анализ вариабельности сердечного ритма (ВCP), который позволяет не только качественно и количественно оценить дисфункцию- ВНС, но и определить степень напряжения регуляторных систем. Результаты исследования больных с неврологической патологией могут быть наилучшим доказательством нейрогенной природы нарушений волновой структуры сердечного ритма. Изменения показателей спектрального анализа в неврологии изучены для больных с психовегетативным синдромом, паркинсонизмом, полиневропатиями, особенно диабетическими, при поражении шейно-грудного отдела спинного мозга. Регистрация ригидного ритма в записи свидетельствует об истощении и крайнем варианте срыва вегетативной регуляции, что является предиктором неблагоприятном прогнозе при любом заболевании (Хаспекова Н.Б., Вейн A.M., 1999; Бабунц И.В., Мириджанян Э.М., Машаех Ю.А., 2002; Козырева JI.B., 2004;

Comi G., Sora M.G., Bianchi A. et al., 1990). В последнее десятилетие появились работы, направленные на изучение ВНС при хронической ишемии мозга (Скоромец А. А, Никифоров A.M., 2005; Доршакова О.В., Субботина Н.С., Белоусова Г.П. с соавт., 2011), различной локализации ишемий и геморрагий. Получены данные о ведущей, роли правой гемисферы в вегетативной регуляции гемодинамики и худших результатов восстановления правополушарных больных (Каргин М.В., 2000; Клочева Е.Г., 2000; Магомедова А. С., 2001; Hirashima Y., Takashima S., Matsumura N. et al., 2001). Недостаточная оценка вегетативных нарушений по системам организма в динамике острого периода кровоизлияний в зависимости от варианта течения заболевания, реактивности ВНС, особенно у пациентов с общемозговой и очаговой симптоматикой, обусловили актуальность данного исследования, также остается малоизученным вопрос о роли ВНС в танатогенезе.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ■ Оценить, роль, вегетативных нарушений при нетравматических внутричерепных кровоизлияниях на- основе анализа клинических проявлений; мониторинга вариабельности сердечного ритма, биохимических показателей для определения варианта течения и исхода заболевания.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. На основании клинической картины заболевания оценить степень выраженности и структуру вегетативной дисфункции с выделением вариантов течения острого периода нетравматических внутричерепных кровоизлияний (НВЧК).
2. Провести анализ вегетативных нарушений по данным вариабельности сердечного ритма (ВСР) в динамике острого периода НВЧК с учетом клинических проявлений, изменений биоэлектрической активности головного мозга и наличия вазоспазма.
3. Разработать способ оценки реактивности вегетативной нервной системы (ВНС) для анализа напряжения высших вегетативных центров у пациентов! с различной степенью нарушения сознания, выраженной очаговой неврологической симптоматикой.
4. Провести корреляционный анализ между показателями ВСР' и биохимическими показателями (глюкоза, лактат, креатинкиназа, лактатдегидрогеназа, аланинаминотрансфераза, аспартатаминотрансфераза, щелочная фосфатаза, амилаза, кальций, калий, калий-кальциевый коэффициент, натрий, хлориды) в<динамике острого периода НВЧК.
5. Разработать неинвазивный способ диагностики1 смерти мозга по данным анализа ВСР, позволяющий' оценить утрату функций ВНС в танатогенезе.

I

НАУЧНАЯ НОВИЗНА

Разработаны критерии определения» благоприятного, нестабильного и неблагоприятного вариантов» течения заболевания. При благоприятном варианте клинические проявления» вегетативной, дисфункции либо не выявлялись, либо были отмечены преимущественно со стороны, какой-либо« одной системы организма; при; нестабильном- и неблагоприятном вариантах течения регистрировались вегетативные нарушения одновременно со стороны нескольких систем, что способствовало развитию синдрома полиорганной недостаточности.

На основании спектрального анализа вариабельности\* сердечного ритма определены основные виды вегетативной дисфункции в зависимости от варианта течения острого периода и исхода НВЧК, позволяющие выявить субклинические проявления вегетативных нарушений.

Впервые разработан способ оценки реактивности ВНС (патент на изобретение № 2387371 от 27.04.2010 года) у пациентов с выраженной общемозговой и очаговой симптоматикой, позволяющий оценить степень напряжения высших вегетативных центров (ВВЦ) по вкладу очень

медленных волн (УЬБ) в зависимости от давления спинномозговой жидкости, что дает возможность прогнозировать вариант течения заболевания.

В дополнение к инструкции по констатации смерти человека на основании диагноза смерти мозга разработан неинвазивный способ диагностики смерти мозга (патент на изобретение № 2389432 от 20.05.2010 года) по данным анализа ВСР с выявлением авариабельного ритма, что дает возможность оценить утрату функций ВНС в- танатогенезе и на этом основании диагностировать смерть мозга. Смещение коэффициента вагосимпатического взаимодействия (ЬБ/НР) в сторону резкого снижения и исчезновение быстрых волн (НБ) в последнюю очередь из общей мощности спектра (ТР) позволяет говорить о потере активности парасимпатического кардиоингибиторного центра продолговатого мозга.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Обоснована необходимость включения вариабельности сердечного ритма'в стандарты нейромониторинга\* пациентов в остром периоде НВЧК с целью раннего выявления1 признаков вегетативной дисфункции. Полученные данные о вегетативных нарушениях позволяют уточнить- изменения параметров тонуса ВНС, прогнозировать вариант течения (благоприятный, нестабильный, неблагоприятный) и исход заболевания.

Впервые определены и рекомендованы к практическому использованию наиболее информативные показатели вариабельности сердечного ритма как для оценки реактивности ВНС у тяжелых пациентов, так и для диагностики смерти мозга.

Установленные корреляционные связи между биохимическими показателями и показателями ВСР в динамике острого периода НВЧК, а также изменения кардиоинтервалограмм в зависимости от выраженности нарушений биоэлектрической активности головного мозга, наличия вазоспазма позволяют на основании неинвазивной методики ВСР проводить скрининг смещения показателей в сторону выраженного напряжения ВВЦ с преобладанием симпатикотонии, либо ваготонии, ригидного ритма и прогнозировать изменение других параметров, а значит вовремя проводить коррекцию данных нарушений.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

* 1. Структура вегетативной дисфункции в остром периоде нетравматических внутричерепных кровоизлияний (НВЧК) обусловлена клинико-анатомическими формами и локализацией кровоизлияний, а вариант течения заболевания связан со степенью выраженности и распространенностью вегетативных нарушений.
  2. Вариабельность сердечного ритма (ВСЕ) является наиболее информативным методом, позволяющим выявить субклинические проявления вегетативных нарушений, уточнить направленность компенсаторных механизмов, степень вовлечения сегментарных и надсегментарных отделов вегетативной нервной системы (ВНС) и выделить три основных варианта течения НВЧК: благоприятный, нестабильный и неблагоприятный.
  3. Разработанный^ способ оценки реактивности вегетативной нервной системы в остром периоде НВЧК по данным анализа ВСР, записанной до, во время и после люмбальной пункции позволяет выделить три типа реактивности (адекватная, недостаточная, истощение) в зависимости от степени напряжения высших вегетативных центров и давления спинномозговой жидкости у пациентов с различной степенью нарушения сознания, выраженной очаговой неврологической симптоматикой; а выявление авариабельного ритма в фоновой записи ВСР - диагностировать смерть мозга.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ

Материалы диссертации доложены на III научно-практической конференции неврологов и нейрохирургов Юга России "Актуальные вопросы неврологии и нейрохирургии" (г. Ростов-на-Дону, 2008); I Международной научно-практической конференции «Травматические и сосудистые повреждения и заболевания головного и спинного мозга» (г. Тамбов, 2009); Всероссийской, научно-практической конференции "Поленовские чтения" (Санкт-Петербург, 2009; 2010); Республиканской научно-практической конференции1 «Актуальные вопросы инсультологии. Школа инсульта» с международным участием (г. Казань, 2011). Лауреат конкурса молодых ученых IX Всероссийская научно-практическая конференция «Поленовские чтения» 7-9 апреля 20 Юг, лауреат XVI International Congress on Rehabilitation in Medicine and Immunorehabilitation and-IV World Asthma ■& COPD Forum (Paris, France, April 29 - May 5, 2011).

По теме диссертации опубликовано 22 печатных работы, из них журнальных статей в изданиях, определенных перечнем ВАК РФ - 5, две из которых патенты на изобретения: «Способ оценки реактивности вегетативной нервной» системы в остром периоде внутричерепных кровоизлияний» № 2387371 от 27.04.2010 года и «Способ» диагностики смерти мозга» патент № 2389432 от 20.05.2010 года.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Практические разработки по теме диссертации внедрены в ФГУ «Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А.Л. Поленова», учебный процесс кафедры\* нейрохирургии Санкт- Петербургской медицинской академии последипломного образования, Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. A.M. Никифорова МЧС России.

ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИССЕРТАЦИИ

Диссертация изложена на 187 страницах, состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, 2 глав результатов собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, указателя литературы и приложения. Список литературы содержит 248 источников, из них 148 отечественных и 100 зарубежных публикаций. В работе содержится 25 таблиц и 42 рисунка.

**145** ВЫВОДЫ

1. Клинические проявления вегетативных нарушений различной степени выраженности выявлены в 73% наблюдений. В структуре вегетативной дисфункции чаще всего имело место сочетанное поражение нескольких систем организма, что определяло вариант течения нетравматических внутричерепных кровоизлияний (НВЧК): благоприятный, нестабильный и неблагоприятный. Проявления диэнцефально- катаболического и диэнцефально-ареактивного синдрома достоверно преобладали при нестабильном и неблагоприятном варианте (р<0,05). Благоприятный вариант течения (55,2%), достоверно чаще отмечен при субарахноидальных кровоизлияниях, а при кровоизлиянии в ствол мозга и вентрикулярном кровоизлиянии наблюдались- нестабильный (28,4%) и неблагоприятный (16,4%) вариант течения'(р<0,01).

2'. Вегетативные нарушения в остром- периоде НВЧК по' данным анализа вариабельности сердечного- ритма (ВСР) характеризуются различными вариантами напряжения высших вегетативных центров (напряженная симпатикотония, напряженный баланс, напряженная ваготония), а также снижением реактивности, что обусловлено переходом от рефлекторного к гуморально-метаболическому уровню регуляции. Выявлена зависимость прогрессирующего снижения ВСР, нарастания напряжения высших вегетативных центров с выраженностью изменений биоэлектрической активности головного мозга, наличием вазоспазма.

3. Разработанный способ оценки реактивности вегетативной нервной системы (ВНС) в остром периоде НВЧК на фоне люмбально» пункции позволяет определить функциональное состояние ВНС у пациентов с различной степенью нарушения сознания, с выраженной очаговой неврологической симптоматикой. В основе способа лежит определение спектральных показателей очень медленных волн (УЬБ%), что дает возможность оценить реактивность ВНС (адекватная, недостаточная,

истощение) в зависимости от степени напряжения высших вегетативных центров и давления спинномозговой жидкости.

1. Динамика показателей ВСР в остром периоде НВЧК позволяет прогнозировать вариант течения. Отсутствие отрицательной динамики в значениях кардиоритмограмм, адекватная реактивность ВНС при люмбальной пункции свидетельствует о благоприятном варианте течения. Прогрессирующее снижение показателей ВСР, недостаточная реактивность ВНС при люмбальной пункции характерны для нестабильного варианта течения с необходимостью проведения лечебно-профилактических мероприятий, направленных на коррекцию вегетативных нарушений. Сохранение с 1-х по 21-е сутки ригидного ритма, истощение реактивности ВНС при' пункции, а также выявление «неистинной» ваготонии свидетельствует о неблагоприятном варианте.
2. Установленные корреляционные связи между биохимическими- показателями\* (ферменты, электролиты) и показателями- ВСР в динамике острого - периода НВЧК позволяют судить о выраженности напряжения высших вегетативных центров, преобладании симпатической или парасимпатической активности для раннего выявления, доклинических признаков декомпенсации состояния.
3. Разработанный неинвазивный способ диагностики смерти-мозга по данным анализа ВСР с выявлением авариабельного ритма дает возможность оценить утрату функций ВНС в танатогенезе, а смещение коэффициента вагосимпатического взаимодействия (ЬР/НР) в сторону резкого снижения и исчезновение быстрых волн (НР) в последнюю очередь из общей мощности спектра (ТР) позволяет говорить о потере активности парасимпатического кардиоингибиторного центра продолговатого мозга.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

* 1. С целью раннего выявления вегетативной дисфункции у пациентов в остром периоде нетравматических внутричерепных кровоизлияний целесообразно включить в нейромониторинг анализ вариабельности сердечного ритма для оценки функционального состояния вегетативной нервной системы (ВНС). Определение варианта вегетативной дисфункции по результатам спектрального анализа кардиоинтервалограмм в динамике по суткам позволяет прогнозировать вариант течения заболевания и исход, а, следовательно, своевременно проводить лечебно - профилактические мероприятия.
  2. Для оценки реактивности ВНС, в том числе у больных с выраженной общемозговой и очаговой симптоматикой возможно проведение кардионтервалографии с использованием в качестве пробы люмбальной пункции. Снижение реактивности ВНС или истощение с нарастанием процентного вклада очень медленных волн (УЬБ%) во время и после пробы можно использовать в качестве критерия декомпенсации состояния« и риска развития гипертензионно-гидроцефального синдрома.

Анализ вариабельности сердечного ритма может быть рекомендован для оценки функционального состояния ВНС в танатогенезе и диагностики смерти мозга. Разработанный способ является неинвазивным, экономичным, эффективным, доступным и безопасным как для пациента, так и выполняющего его медицинского персонала.