

УДК 616.714.3

**ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ И ИХ ЗНАЧИМОСТЬ
В КРАНИОФАЦИАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ****Гуляев Д.А., Саввина И.А., Белов И.Ю., Рутковский Р.В., Смирнова О.П.,
Ким А.А., Васькова Н.Л.***ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр
им. В.А. Алмазова» Министерства Здравоохранения Российской Федерации,
Санкт-Петербург, e-mail: rnsi@almazovcentre.ru*

Совершенствование анестезиологического пособия и мультимодального интраоперационного мониторинга привело к снижению риска операции, улучшению качества жизни больных с краниобазальной опухолью и удовлетворительным отдаленным результатам, как с онкологической, так и с функциональной точек зрения. При удалении обширных краниобазальных новообразований регистрируются различные типы гемодинамических реакций в виде разнонаправленных нарушений сердечного ритма, относящихся как к типичным полноценным рефлексам с афферентным, центральным и эфферентным звеном (тригеминокардиальный рефлекс), так и к укороченным, без афферентного звена, центрогенным гемодинамическим реакциям. В представленной работе описаны полноценные полисинаптические рефлексы и гемодинамические феномены (реакции), регистрируемые в ходе удаления краниофациальных опухолей, дана их клиническая оценка и тактика ведения больных в раннем послеоперационном периоде.

Ключевые слова: краниофациальная хирургия, гемодинамические реакции, тригеминокардиальный рефлекс, инвазивный гемодинамический мониторинг

HEMODYNAMIC REACTIONS SIGNIFICANCE IN THE CRANIAL-FACIAL SURGERY**Gulyaev D.A., Savvina I.A., Belov I.Yu., Rutkovskiy R.V., Smirnova O.P.,
Kim A.A., Vaskova N.L.***Federal Almazov North-West Medical Research Centre of Ministry of Health of Russian Federation,
St. Petersburg, e-mail: rnsi@almazovcentre.ru*

Anaesthesia and multimodal intraoperative monitoring improvement led to the operation risk decrease, quality life improvement in patients with craniobasal tumour and satisfactory distant oncological and functional results. During cranial-facial tumour removing different types of central hemodynamic reactions usually are registered: typical reflexes with afferent, central and efferent parts (trigemino-cardiac reflex) and reflexes without afferent parts – central hemodynamic reactions. In this article the polysynaptic reflexes and hemodynamic phenomens (reactions) registered during cranial-facial tumour removing are described. We gave them clinical assessment and determined patients treatment tactic in the early postoperative period.

Keywords: cranio-facial surgery, hemodynamic reactions, trigeminocardiac reflex, invasive hemodynamic monitoring

Совершенствование анестезиологического пособия и мультимодального интраоперационного мониторинга привело к снижению риска операции, улучшению качества жизни больных с краниобазальной опухолью и, в итоге, весьма удовлетворительным отдаленным результатам, как с онкологической, так и с функциональной точек зрения [1, 2, 3, 8]. Использование нетривиальных клинических подходов позволило накопить полезный хирургический опыт и способствовало внедрению целого ряда новых оперативных технологий, а также послужило оригинальной физиологической моделью для изучения реакций центральной нервной системы (ЦНС) на хирургическую агрессию. При удалении обширных краниобазальных новообразований регистрируются различные типы гемодинамических реакций [9] в виде разнонаправленных нарушений сердечного ритма (синусовая бради-, тахикардия; бра-

ди- и тахикардия; асистолия), по природе своей относящихся как к типичным полноценным рефлексам с афферентным, центральным и эфферентным звеном (тригеминокардиальный рефлекс, окулокардиальный рефлекс), так и к укороченным, без афферентного звена, центрогенным гемодинамическим реакциям 1-го типа согласно классификации, разработанной сотрудниками РНХИ им. проф. А.Л. Поленова [4, 5]. В представленной работе описаны полноценные полисинаптические рефлексы и гемодинамические феномены (реакции), регистрируемые в ходе удаления опухолей основания черепа, дана их клиническая оценка и тактика ведения больных в раннем послеоперационном периоде.

Материалы и методы исследования

С 2003 по 2015 гг. в ФГБУ «РНХИ им. проф. А.Л. Поленова» МЗ РФ, а также с 2015 по 2016 гг. на базе лечебно-реабилитационного комплекса № 2

(ЛРК № 2) ФГБУ «СЗФМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ было прооперировано 207 больных с распространенными опухолями основания черепа: 65 пациентов с новообразованиями переднего основания черепа, 75 – с опухолями латерального основания черепа, 55 больных с опухолями заднего основания черепа, 12 пациентов с распространенными опухолями краниофациальной локализации. Возраст пациентов составил от 4 до 74 лет (средний возраст 48,7), было прооперировано 20 женщин, 187 мужчин. Хирургические вмешательства по поводу интракраниальных опухолей основания черепа (как правило, менингиом основания задней черепной ямки и акустических неврином) проводились из классических нейрохирургических доступов, также выполнялись нейрохирургические операции удаления краниофациальных опухолей с экстра-интракраниальным ростом. В ходе хирургических операций применялись различные методики закрытия дефектов основания черепа, включавшие как простые техники перемещения местных кровоснабжаемых лоскутов, так и комбинированные технологии с перемещением островковых многослойных и составных лоскутов на основе широчайшей мышцы спины на сосудистой ножке либо способ свободной трансплантации на микрососудистых анастомозах. В ходе операций удаления опухолей основания черепа в структуре анестезиологического пособия использовались различные виды гемодинамического мониторинга (табл. 1).

сердечного выброса по форме пульсовой волны, – позволял регистрировать на этапе удаления обширных опухолей основания черепа появление различных феноменов – реакций кровообращения, оперативно и целенаправленно воздействовать на гемодинамический профиль пациента. Выбор метода интраоперационного мониторинга зависел от объема планируемого оперативного вмешательства, исходного статуса пациента, предполагаемой кровопотери [6, 7, 10].

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно современным представлениям, тригеминокардиальный рефлекс диагностировался нами при снижении САД и ЧСС более чем на 20% по сравнению с исходными значениями до хирургического стимула (раздражения) и совпадении этих изменений с манипуляциями вокруг нервных окончаний тройничного нерва в любом месте на всем его протяжении: как в центральной, так и периферической его части [9]. Стимуляция центральной части – корешка тройничного нерва во время хирургического вмешательства на основании черепа приводила в нашей практике к развитию в 41% случаев (85 пациентов, 1 группа) инцидентов триге-

Таблица 1

Варианты интраоперационного гемодинамического мониторинга, использованные в ходе нейрохирургических операций удаления опухолей основания черепа

	Неинвазивный мониторинг		Инвазивный мониторинг
Используемые аппаратные средства и технологии	«Nihon Kohden», PHILIPS IntelliVue «MX 800»	«NICO» «Novamatrix» (методика частично реверсивного дыхания, принцип Фика)	«PiCCOplus» (Pulsion Medical Systems); «PiCCO» PHILIPS IntelliVue «MX 800» (интегральный расчет сердечного выброса по форме пульсовой волны)
Измеряемые параметры	ЧСС, АДсistol., диастол, среднее (САД); SaO ₂ , ЭКГ <small>II ст. Отвед.</small>	СВ, СИ, УИ, ИСЛЖ, ОПСС, ЧСС, АДсistol., диастол, среднее (САД); SaO ₂ , ЭКГ <small>II ст. Отвед.</small>	СВ, СИ, УИ, ИГКДО, ИСЛЖ, ОПСС, ИВГОК, ИВСВЛ, ИПЛС, ЧСС, АДсistol., диастол, среднее (САД); SaO ₂ , ЭКГ <small>II ст. Отвед.</small>
Количество пациентов (n = 207)	63	28	116

Примечание: СВ – сердечный выброс; СИ – сердечный индекс; УИ – ударный индекс; ИГКДО – индекс глобального конечно-диастолического объема; ИСЛЖ – индекс сократимости левого желудочка; ОПСС – индекс общего периферического сосудистого сопротивления; ИВГОК – индекс внутригрудного объема крови; ИВСВЛ – индекс внесосудистой воды легких; ИПЛС – индекс проницаемости легочных сосудов; ЧСС – частота сердечных сокращений; АДсistol., диастол. – систолическое, диастолическое артериальное давление; САД-среднее артериальное давление; SaO₂ – насыщение гемоглобина артериальной крови кислородом; ЭКГ_{II ст.отвед.} – II стандартное отведение ЭКГ.

Неинвазивный метод интраоперационного мониторинга включал измерение сердечного выброса и др. гемодинамических показателей посредством дыхательно-газового анализа, используя методику частично реверсивного дыхания (принцип Фика) («NICO» «Novamatrix»), что в полной мере объективно отражало состояние периферического сосудистого тонуса и работу левого желудочка (табл. 1). Инвазивный способ гемодинамического мониторинга на основе использования технологий «PiCCO» – интегрального расчета

миокардиального рефлекса с существенным снижением ЧСС (на 48% от исходных показателей). У 38 пациентов 1 группы развилась асистолия (от 30 до 70 с), синусовый ритм по ЭКГ постепенно восстанавливался до прежних значений за 90 и 180 с после прекращения хирургических манипуляций. Хирургические манипуляции у ствола головного мозга, в оральных отделах боковой

цистерны моста, при раздражении как самого корешка тройничного нерва, так и намета мозжечка, особенно у свободного его края, вызывали специфические и определенные эффекты (внезапная брадикардия и затем артериальная гипотензия). У всех больных 1 группы ($n = 85$) развитие тригеминокардиального рефлекса отмечалось при механическом раздражении корешка тройничного нерва (178 эпизодов, из них случаи грубой брадиаритмии с ЧСС $8-12 \text{ уд} \cdot \text{мин}^{-1}$ в течение $30-60 \text{ с}$ составили 102 эпизода), воздействии биполярной коагуляцией (68 эпизодов). При орошении ложа удаленной опухоли холодным изотоническим раствором хлорида натрия у 14 больных, вошедших в 1 группу, отмечалось 18 эпизодов грубой брадикардии и бигеминии. У 13 пациентов 1 группы с отсроченностью в $1-3 \text{ мин}$ вслед за появлением брадикардии и чуть позже артериальной гипотензии отмечалось повышение индекса внесосудистой воды легких (ИВСВЛ) – важного компонента волюметрического мониторинга, отражающего интегральный баланс жидкости на границе внутри- и внесосудистого пространств организма, – в среднем на 40% от предыдущих значений (нормальные значения ИВСВЛ $3-7 \text{ мл/кг}$). Фармакологическая коррекция нарушений сердечного ритма при появлении гемодинамических реакций в ответ на раздражение корешка либо ветвей тройничного нерва осуществлялась в тех случаях, когда развивались варианты устойчивой, повторяющейся во времени синусовой брадикардии, брадиаритмии со снижением ЧСС ниже $25 \text{ уд} \cdot \text{мин}^{-1}$ (вводили М-холинолитический препарат атропина сульфат $0,1\%$ раствор $0,5-1,0 \text{ мл}$ внутривенно). В ходе удаления обширных краниорбитальных новообразований периорбитальной локализации (группа 2, $n = 12$) тригеминокардиальный рефлекс диагностировался во время манипуляций на глазном яблоке, периорбитальной области и казуистически редко, при манипуляциях в области кавернозного синуса. Схожие по проявлениям нарушения гемодинамики были выявлены и при выделении каудальной группы нервов из новообразования, однако встречались они гораздо реже, ни в одном нашем наблюдении не требовали фармакологической коррекции и имели тенденцию к затуханию в ходе дальнейших манипуляций в зоне операции. Возникновение синусовой тахикардии с ЧСС более $120 \text{ уд} \cdot \text{мин}^{-1}$, суправентрикулярной тахикардии отмечалось при удалении шванном акустикофациальной группы нервов, новообразований с вовлечением Гассерова узла, крылонебной ямки; купировалось введением β_1 – адреноблокатора эсмолола гидрохлорида («Бревиблока») в дозе

$50-200 \text{ мкг/кг} \cdot \text{мин}$ внутривенно; желудочковых аритмий (экстрасистолии, тахикардии) – лидокаина гидрохлорида в дозе $2-4 \text{ мг/кг}$ внутривенно. В табл. 2 приведена частота развития эпизодов тригеминокардиального рефлекса и варианты зарегистрированных гемодинамических реакций у больных выделенных групп в ходе выполнения оперативных вмешательств.

При интракраниальном воздействии на корешок, центральные порции тройничного нерва, Гассеров узел и, соответственно, центральном подтипе тригеминокардиального рефлекса обнаруживается глубокая активация кардиальной вагусной ветви и угнетение нижнего кардиального симпатического нерва [9], что обычно проявляется в виде брадикардии и артериальной гипотензии.

Мы предполагаем, что стимуляция рострального моста при удалении объемного образования мосто-мозжечкового угла (например, областей, которые содержат много инспираторно- и инспираторно/экспираторно модулированных нейронов) может приводить к развитию острого центрального отека легких. Высокочувствительный метод интраоперационного инвазивного волюметрического мониторинга индекса внесосудистой воды легких (ИВСВЛ) на основе технологий «PiCCO» позволил зарегистрировать у 13 пациентов 1 группы (опухоль заднего основания черепа) повышение индекса внесосудистой воды легких с отсроченностью в $3-8 \text{ мин}$ вслед за появлением брадикардии на этапе удаления новообразования.

В нашей практике в прикладном аспекте к краниофациальной нейрохирургии типичные полноценные рефлексы с афферентным, центральным и эфферентным звеном возникали на этапе трансфациальных доступов к краниобазальной опухоли. В наших наблюдениях в ходе операции регистрировались различные гемодинамические феномены, однако истинные тригеминокардиальные рефлексы, вызываемые манипуляциями в периорбитальной зоне, области тройничного ганглия и непосредственно корешка тройничного нерва, были не столь часты. Чаще наблюдались изменения ЧСС или систолического, диастолического и среднего артериального давления, не связанные с указанными выше структурами, они были обусловлены раздражением блуждающего нерва на шее или реже – в области яремного отверстия. В первом случае мы имели некую проводящую систему с триггерной зоной, полисинаптической стволовой архитектурой и эффекторным звеном, во втором – лишь проведение потенциала действия по нервному стволу в ответ на механическое раздражение последнего.

Таблица 2

Частота развития эпизодов тригеминокардиального рефлекса и варианты зарегистрированных гемодинамических реакций у больных выделенных групп

Общее количество больных (n = 207; 100%)	1 группа (n = 85; 41%)	2 группа (n = 12; 5,9%)	3 группа (n = 110; 53,1%)
Локализация опухоли	Основание задней черепной ямки, оральные отделы боковой цистерны моста	Распространенная краниофациальная	Крылонебная ямка, переднее основание черепа, латеральное основание черепа
Частота развития эпизодов тригеминокардиального рефлекса	264 (100%)	Всего – 25 (100%) Окулокардиальный – 22 (88%) Максилломандибулокардиальный – 3 (12%)	58 (100%)
Варианты зарегистрированных гемодинамических реакций			
Варианты воздействия на V пару ЧМН: механическое раздражение корешка тройничного нерва	Брадиаритмии – 178 (67,4%), с ЧСС 8–12 уд·мин ⁻¹ в течение 30–60 с – 102 эпизода (38,6%); снижение САД более чем на 30% – 85 эпизодов (32,2%).		
Биполярная коагуляция	Повышение ИВСВЛ на 40% от исходных значений у 13 больных		
Холодный физиологический раствор в рану Манипуляции в периорбитальной области	Брадиаритмии с ЧСС 5–8 уд·мин ⁻¹ в течение 30 с, 68 эпизодов (25,8%); асистолия – 38 эпизодов (14,4%); снижение САД более чем на 40% – 20 эпизодов (7,6%)		
Манипуляции в области крылонебной ямки	Брадиаритмии с ЧСС ниже 10 уд·мин ⁻¹ в течение 30–40 с составили 18 эпизодов (6,8%)	Брадиаритмии, бигемении с ЧСС 6–14 уд·мин ⁻¹ в течение 30–60 с, асистолия составили 13 эпизодов (52%)	Брадикардия с ЧСС 12–16 уд·мин ⁻¹ в течение 30–60 с, 22 эпизода (38%). Брадикардия с ЧСС 12–29 уд·мин ⁻¹ в течение 30–60 с, 3 эпизода (5,2%). Брадикардия с ЧСС 16–24 уд·мин ⁻¹ в течение 30–60 с, 33 эпизода (56,8%)

Таким образом, несмотря на симметричный эффекторный ответ, физиологическая сущность тригеминокардиального рефлекса и гемодинамических реакций при раздражении каудальной группы нервов кардинальным образом отличаются. В практическом плане повторные раздражения блуждающего нерва в ходе удаления краниофациальной опухоли могут привести к развитию запредельного торможения, что проявляется феноменом «выскальзывания сердечного ритма из-под влияния блуждающего нерва», и в итоге приведет к купированию приступов брадикардии. Повторное же провоцирование тригеминокардиального рефлекса, напротив, может привести

к упрощению эффекторного ответа за счет формирования новых рефлекторных связей, с одной стороны, и формированию устойчивого патологического очага возбуждения в ретикулярной формации ствола головного мозга – с другой. Вследствие стимуляции рострального вентро-латерального отдела продолговатого мозга (RVLM) из-за вызывания тригеминокардиального рефлекса происходит усиление мозгового кровотока независимо от церебрального метаболизма и сохранности механизмов ауторегуляции мозгового кровообращения, которое реализуется в увеличение церебральной перфузии – гиперемии – и напряжение некоторых механизмов нейропротекции.

Хорошо известно, что общие анестетики и наркотические средства формируют сегментарный и супрасегментарный уровни антиноцицептивной защиты, главным образом, проявляя свое действие на уровне сенсорного рецептора с передачей импульса в спинной мозг и формируя сложноподчиненную иерархическую модель, включающую кору больших полушарий головного мозга, активно влияют на баланс автономного сенсорного потока и рефлекторную дугу тригеминокардиального рефлекса в стволе головного мозга. Возможно, что эффект общих анестетиков раньше реализуется через модуляцию эфферентного рефлекторного пути, чем снижает порог восприятия – рецепции – через афферентные пути [9]. Передача электрических импульсов через нервные волокна сохраняется в течение наркоза и операции даже при глубоком уровне общей анестезии. Поэтому причиной для наблюдения развития тригеминокардиального рефлекса в ситуации глубокого наркоза (при индексе BIS < 40) может быть прямая стимуляция ствола головного мозга. Логично предположить, что углубление наркоза в данном случае не приведет к профилактике, а также купированию брадикардии и брадиаритмии. При повторных раздражениях блуждающего нерва в ходе удаления краниофациальной опухоли ответ менее однозначен.

Многие исследователи обнаружили, что некоторые факторы повышают риск развития тригеминокардиального рефлекса: гиперкапния, гипоксия, возраст (более выражен у детей), поверхностная анестезия, различные частотные стимулы и интенсивности; лекарственные препараты, такие как наркотические анальгетики, пропофол, блокаторы кальциевых каналов и бета-блокаторы [9]. Суфентанил и альфентанил угнетают симпатическую нервную систему; бета-блокаторы, блокаторы кальциевых каналов снижают симпатический ответ сердца и вызывают периферическую артериальную вазодилатацию, результирующую в снижении ЧСС и САД [9]. Опиоидный анальгетик фентанил, очевидно, действуя через активацию μ -опиоидных рецепторов, усиливает глутаматный выброс и/или активацию постсинаптической мембраны глутаматного рецептора нейронов кардиального ядра вагуса (CVNs) в RVLM. Различная глубина анестезии также связана с появлением эпизодов тригеминокардиального рефлекса [9]. Поскольку физиологическая сущность описанных гемодинамических событий разная, то и лечение в отношении этих реакций должно быть различным, как впрочем и тактика в послеоперационном периоде.

Выводы

1. В целях повышения безопасности пациента во время общей анестезии при нейрохирургических вмешательствах на основании черепа тригеминокардиальный рефлекс, как и другие виды рефлексов ствола головного мозга, должен тщательно контролироваться. Притупление автономных рефлексов может рассматриваться в качестве одного из основных вопросов адекватности общей анестезии.

2. В ходе общей анестезии при нейрохирургических операциях на основании черепа обязательным условием является контроль глубины общей анестезии с помощью BIS-мониторинга. Целевые рекомендуемые значения BIS-индекса должны находиться в пределах 30–40.

3. Гемодинамические реакции в ответ на раздражение Гассерова узла, корешка тройничного нерва (центральный тригеминокардиальный рефлекс) и ветвей тройничного нерва (периферический тригеминокардиальный рефлекс) по сути отличаются от реакций при раздражении блуждающего нерва, потенциал действия которого можно регистрировать при удалении объемного образования основания черепа.

4. Манипуляции на всей протяженности тройничного нерва должны исключать грубое его натяжение, физическое и химическое раздражение, особенно в финале хирургического вмешательства. Дополнительное применение местной или регионарной анестезии способствует более безопасному проведению хирургического вмешательства по поводу распространенных краниофациальных опухолей.

5. Регистрация на этапе удаления опухоли основания черепа нарушений сердечного ритма в виде брадикардии, брадиаритмии, асистолии или тахикардии, повторяющихся неоднократно и четко связанных с манипуляциями хирурга, относительно высокие дозы опиоидных анальгетиков (фентанила) и пропофола, необходимые для адекватной нейровегетативной стабилизации в ходе удаления опухоли, являются показаниями к проведению лечебного наркоза в послеоперационном периоде.

Список литературы

1. Гуляев Д.А. Возможность мультидисциплинарного подхода к хирургическому лечению рецидивного базальноклеточного рака с поражением основания черепа // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. – 2009. – Т. 1, № 2. – С. 65–70.
2. Гуляев Д.А. Хирургическое лечение опухолей основания задней черепной ямки: Автореф. дис. д-ра мед. наук. – СПб., 2011. – 46 с.
3. Дубикайтис Ю.В., Фадеева Т.Н., Острейко Л.М. и др. Клинико-нейрофизиологический мониторинг операций //

Внутричерепные менингиомы / под ред. Г.С. Тиглиева, В.Е. Олюшина, А.Н. Кондратьева. – СПб: Изд-во РНХИ им. проф. А.Л. Поленова, 2001. – С. 128–171.

4. Кондратьев А.Н. О природе центральных реакций, возникающих в ходе хирургических операций на головном мозге // Анестезиология и реаниматология. – 1998. – № 2. – С. 36–40.

5. Кондратьев А.Н. Теоретические основы и практика анестезиологического обеспечения при удалении менингиом головного мозга // Внутричерепные менингиомы / под ред. Г.С. Тиглиева, В.Е. Олюшина, А.Н. Кондратьева. – СПб: Изд-во РНХИ им. проф. А.Л. Поленова, 2001. – С. 116–121.

6. Кузьков В.В., Киров М.Ю. Инвазивный мониторинг гемодинамики в интенсивной терапии и анестезиологии. – Архангельск: Северный государственный медицинский университет, 2015. – С. 203–251.

7. Саввина И.А., Новиков В.Ю., Токаренко А.В. и др. Краниофациальные блок-резекции: какой вид гемодинамического мониторинга предпочесть? // Тезисы докл. XIII съезда Федерации анестезиологов и реаниматологов (Санкт-Петербург, 21–24 сент., 2012 г.). – СПб., 2012. – С. 102.

8. Черкаев В.А., Решетов И.В., Зайцев А.М. и др. Краниофациальные резекции злокачественных опухолей основания черепа // Хирургия опухолей основания черепа / под ред. А.Н. Коновалова. – М.: Медицина, 2004. – С. 252–261.

9. Abdulazim A., Steinen M.N., Sadr-Eshkevari P. et al. Trigemino-cardiac reflex in neurosurgery-current knowledge and prospects. Explicative Cases of Controversial Issues in Neurosurgery. // Intech. Rijeka, Croatia. – 2012. – P. 3–18.

10. Savvina I., Novikov V., Lesteva N. et al. Hemodynamic monitoring during anesthesiological maintenance of neurosurgical operations of cranial-facial resections // Brit. J. Anaesth. – 2012. Vol. 108, Suppl. 2. – P. 566.