

БЕЗОПАСНОСТЬ СОЧЕТАННОЙ АНЕСТЕЗИИ ПРИ ОБШИРНЫХ АБДОМИНАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЯХ У ПАЦИЕНТОВ С ВНУТРИЧЕРЕПНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

И. Б. Заболотских, Н. В. Трембач, Е. В. Гормакова, Л. С. Мариночкина

SAFETY OF MIXED ANESTHESIA DURING EXTENSIVE ABDOMINAL SURGERY IN PATIENTS WITH INTRACRANIAL HYPERTENSION

I. B. Zabolotskikh, N. V. Trembach, E. V. Gormakova, L. S. Marinochkina

Кубанский государственный медицинский университет
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Краснодар

Цель исследования – оценка безопасности общей анестезии пропофолом в сочетании с эпидуральной анестезией у больных с внутричерепной гипертензией. По данным интраоперационного мониторинга внутримозгового и мозгового перфузионного давления, данный вид анестезии является безопасным и обеспечивает более быстрое восстановление сознания по сравнению с тотальной внутривенной анестезией.

Ключевые слова: внутричерепная гипертензия, мозговое перфузионное давление, сочетанная анестезия, обширные абдоминальные операции.

The purpose of the investigation was to evaluate the safety of propofol general anesthesia in combination with epidural anesthesia in patients with intracranial hypertension. Intraoperative intracerebral and cerebral perfusion pressure monitoring showed that this anesthesia mode was safe and ensures prompt recovery of consciousness than total intravenous anesthesia.

Key words: intracranial hypertension, cerebral perfusion pressure, mixed anesthesia, extensive abdominal surgery.

Увеличение внутричерепного давления (ВЧД) часто встречается в хирургической практике и связано чаще всего с патологией венозного церебрального кровотока в условиях вертебробазилярной недостаточности [3]. При этом внутричерепная гипертензия (ВЧГ) может значительно усложнять течение периоперационного периода, увеличивая риск развития осложнений, длительность восстановления после операции, ухудшая исход заболевания [3, 9].

Тотальная внутривенная анестезия пропофолом и фентанилом хорошо себя зарекомендовала в абдоминальной хирургии, обеспечивая гладкое течение и быстрое послеоперационное восстановление, наряду с этим она считается более предпочтительным методом при наличии ВЧГ [9]. Эпидуральная анестезия стала рутинным компонентом абдоминальных операций, поскольку обеспечивает качественное обезболивание и способствует ранней активизации больных, в том числе и у пациентов с высоким риском развития периоперационных осложнений [4]. Тем не менее, по мнению ряда авторов, она может приводить к повышению ВЧД у пациентов со сниженным краниоцеребральным комплайансом [11]. Введение как раствора местного анестетика, так и любого друго-

го раствора может приводить к увеличению ВЧД, что связано со сдавливанием дурального мешка, при этом увеличение носит транзиторный характер и не связано со свойствами местного анестетика [12]. Повышение ВЧД долгое время считали противопоказанием к применению эпидуральной анестезии, несмотря на малое количество исследований по данному вопросу [5]. Отсутствие убедительных доказательств негативного влияния эпидуральной анестезии на течение периоперационного периода у пациентов с повышенным ВЧД делает утверждение о её противопоказанности спорным, особенно при медленном болюсном введении раствора местного анестетика и, тем более, при длительной его инфузии [26].

Эпидуральную анестезию 0,2% раствором ропивакаина с помощью метода длительной инфузии с успехом применяли у больных с черепно-мозговой травмой [8]. Также имеются сообщения о безопасности и эффективности применения эпидуральной анестезии в акушерской практике у пациенток с повышенным ВЧД [17]. В абдоминальной же хирургии, где эпидуральная анестезия является практически «золотым стандартом» обезболивания, её влияние на ВЧД и течение периоперационного периода не изучено.

Недостаточное количество исследований по данному вопросу связано, в первую очередь, с тем, что, несмотря на свою значимость, проблема определения ВЧД в анестезиологии в настоящее время далека от решения. Имеющиеся в нашем арсенале методы не могут применяться рутинно, поскольку либо слишком инвазивны, либо обладают низкой информативностью. В данном контексте несомненным преимуществом обладает метод офтальмомонометрии, позволяющий неинвазивно и точно определять ВЧД [2, 10] и хорошо зарекомендовавший себя в клинической практике [1].

Цель исследования – оценка безопасности сочетанной анестезии в виде комбинации общей и эпидуральной анестезии по данным мониторинга внутричерепного и мозгового перфузионного давления (МПД) у пациентов с сопутствующей ВЧГ.

Материалы и методы

В работе представлены результаты когортного исследования, проведенного у 83 хирургических больных (средний возраст 67 [65–73] лет), которым в плановом порядке выполняли обширные оперативные вмешательства на органах брюшной полости по поводу онкологических заболеваний в объеме гемипатэктомии, резекции желудка, гастрэктомии, правосторонней гемиколэктомии, панкреатодуоденальной резекции. Средняя продолжительность операций – 7 (4–9) ч. Физический статус по классификации American Society of Anesthesiologists (ASA) соответствовал 3-му классу.

Критериями исключения являлись тяжёлые декомпенсированные системные заболевания, представляющие постоянную угрозу жизни, соответствующие 4–5-му классу по ASA; массивное интраоперационное кровотечение; злоупотребление алкоголем; злоупотребление наркотическими препаратами.

Все больные были разделены на две группы по виду анестезии: 1-я группа – сочетанная анестезия (СА), т. е. сочетание эпидуральной анестезии на средне- и верхнегрудном уровне и общей анестезии на основе пропофола и фентанила ($n = 45$); 2-я группа – тотальная внутривенная анестезия на основе пропофола и фентанила (ТВА) ($n = 38$).

В зависимости от исходного ВЧД в группах были выделены подгруппы: А – пациенты с нормальным ВЧД (≤ 12 мм рт. ст.) и Б – с ВЧГ (ВЧД > 12 мм рт. ст.) [19].

Достоверных различий между группами и подгруппами по массе тела, возрасту, полу больных не отмечено (табл. 1). По основной патологии группы и подгруппы также были сопоставимы, при наличии онкологической патологии печени проводили гемипатэктомию, поджелудочной железы – панкреатодуоденальную резекцию, желудка – резекцию желудка или гастрэктомию, толстого кишечника – резекцию кишечника с наложением межкишечного анастомоза. Во всех случаях выполняли расширенную лимфаденэктомию.

В структуре сопутствующей патологии в подгруппах пациентов с ВЧГ чаще встречались вертебробазиллярная недостаточность в виде начальных признаков нарушений мозгового кровообращения и преходящих нарушений мозгового кровообращения, перенесённые острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК), черепно-мозговая травма, дисциркуляторная энцефалопатия, хроническая сердечная недостаточность 2-го функционального класса и выше, артериальная гипертензия (табл. 2). В остальном достоверных различий между подгруппами не отмечено. Между группами по виду анестезии достоверных отличий в сопутствующих заболеваниях также не выявлено.

ВЧД определяли неинвазивным способом, измеряя давление центральной вены сетчатки (ДЦВС) при помощи офтальмомонометрии [2]. ДЦВС измеряли с использованием электронного

Таблица 1

Общая характеристика обследуемых пациентов

Характеристики состояния больных	ТВА ($n = 38$)		СА ($n = 45$)	
	ВЧД ≤ 12 мм рт. ст. ($n = 20$)	ВЧД > 12 мм рт. ст. ($n = 18$)	ВЧД ≤ 12 мм рт. ст. ($n = 25$)	ВЧД > 12 мм рт. ст. ($n = 20$)
Возраст (медиана (p25–p75))	69 (65–72)	66 (65–71)	67 (66–73)	69 (67–72)
Пол (% мужчин)	55	61	56	60
Индекс массы тела, кг/м ² (медиана, p25–p75)	25 (22–26)	27 (24–29)	27 (25–30)	24 (21–26)
Онкологические заболевания желудка*	8 (40%)	6 (34%)	11 (44%)	7 (35%)
Онкологические заболевания поджелудочной железы*	7 (35%)	6 (34%)	9 (36%)	5 (25%)
Онкологические заболевания толстого кишечника*	4 (20%)	5 (26%)	4 (16%)	6 (30%)
Онкологические заболевания печени*	1 (5%)	1 (6%)	1 (4%)	2 (5%)

Примечание: * – число пациентов и доля среди заболеваний в подгруппе.

Таблица 2

Факторы риска развития внутричерепной гипертензии

Фактор	Критерий	Число пациентов			Относительный риск
		всего	с ВЧГ	%	
Шейный остеохондроз с вертебробазиллярной недостаточностью	Да	43	22	51,2	3,41*
	Нет	40	6	15,0	
Хроническая сердечная недостаточность	2–3 ФК	19	15	78,9	3,89*
	Нет/1 ФК	64	13	20,3	
Гипертоническая болезнь	Да	62	24	38,7	2,03*
	Нет	21	4	19,0	
Перенесенные ОНМК	Да	5	5	100,0	3,4*
	Нет	78	23	31,1	
Перенесенная черепно-мозговая травма	Да	4	4	100,0	3,29*
	Нет	79	24	30,4	
Дисциркуляторная энцефалопатия	2–3 ст.	24	15	62,5	2,84*
	Нет/1 ст.	59	13	22,0	

Примечание: * $p < 0,05$ по критерию χ^2 .

офтальмомодинамометра ЭО–2 в горизонтальном положении больного после местной анестезии склеры 2% раствором лидокаина гидрохлорида и расширения зрачков 0,5% раствором мидриацила.

МПД определяли как разницу между средним артериальным давлением (САД) и внутричерепным давлением [МПД = САД – ВЧД (мм рт. ст.)].

Исследование показателей проводили на следующих этапах анестезиологического обеспечения: исходно в палате, после премедикации, после индукции, далее – каждый час.

У всех пациентов было ясное сознание (по шкале ком Глазго – 15 баллов). Назначали стандартную премедикацию, включавшую двукратный приём (на ночь и утром за 1,5–2 ч до операции) таблетированных форм бензодиазепинов ($0,20 \pm 0,02$ мг/кг диазепам) с последующим внутримышечным введением за 40–60 мин до операции бензодиазепинов ($0,20 \pm 0,03$ мг/кг диазепам).

В день операции после катетеризации центральной вены проводили измерение центрального венозного давления (ЦВД). Учитывая общий исходный статус больных, «скрытую» гиповолемию, присущую онкологическим больным, а также вероятную артериальную гипотензию, к моменту начала индукции в анестезию объём инфузии составлял 1 200–1 600 мл до достижения оптимального ЦВД (80–90 мм вод. ст.).

Всех пациентов укладывали на операционный стол с приподнятым на 15° головным концом, интубацию трахеи во всех случаях выполняли в улучшенном положении Джексона. Введение в анестезию осуществляли во всех группах следующими препаратами в соответствующей последо-

вательности: пропофол в дозе 1,65–2,10 мг/кг, фентанилом в дозе 2,4–3,4 мкг/кг, недеполяризующим релаксантом – атракуриумом в дозе 0,45–0,60 мг/кг.

Для поддержания анестезии у всех пациентов использовали постоянную инфузию пропофола [6–12 мг/(кг · ч⁻¹)], для обезболивания в группе СА в эпидуральное пространство с помощью метода постоянной инфузии вводили 0,2% раствор ропивакаина – 6–12 мл/ч, в группе ТВА анальгезию осуществляли постоянной инфузией фентанила [2,4–4,3 мкг/(кг · ч⁻¹)]. Во время наиболее травматичных этапов операции в обеих группах вводили дополнительные болюсы фентанила по 50–200 мкг. Глубину анестезии контролировали с помощью определения биспектрального индекса, который поддерживали на уровне 40–60.

Искусственную вентиляцию лёгких проводили респираторами Fabius или Julian (Dräger, Германия), Blease Focus (Blease, Великобритания) воздушно-кислородной смесью (FiO_2 – 0,4–0,5) в режиме нормовентиляции. Коррекцию параметров вентиляции выполняли по данным капнографии и данным газового состава артериальной крови для обеспечения нормовентиляции с целевым уровнем PaCO_2 35–40 мм рт. ст. Всех пациентов активно согревали с помощью обдувания тёплым воздухом.

В число исследуемых гемодинамических параметров включены: частота сердечных сокращений, систолическое, диастолическое давление и САД (монитор Nihon Kohden, Япония).

В послеоперационном периоде оценивали следующие показатели:

1) время восстановления сознания (период от прекращения введения анестетика до спонтанного открывания глаз);

2) время до экстубации (период от прекращения введения анестетика до экстубации трахеи);

3) время до полного восстановления ориентации (период от прекращения введения анестетика до того, как пациент может назвать имя и дату рождения).

С учётом непараметрического распределения исходных данных применяли следующие методы статистического анализа: критерии Крускала – Уоллиса, χ^2 для межгрупповых различий и критерий Фридмана для различий между этапами. Статистические расчёты производили на персональном компьютере с применением программы Primer of Biostatistics 4.03. Величины показателей приведены в виде медианы (Me), 25-го и 75-го процентилей (p25% и p75% соответственно).

Результаты исследования

Суммарная доза фентанила была меньше в группе СА, где его применяли только в течение индукции. По темпу интраоперационной инфузии группы были сопоставимы (табл. 3).

При анализе параметров мозговой и системной гемодинамики отмечены следующие закономер-

ности. У пациентов с исходно нормальным уровнем ВЧД этот показатель оставался стабильным на всех этапах исследования независимо от вида анестезии, достоверных различий между группами не обнаружено. В подгруппе с исходно повышенным ВЧД при проведении СА данный показатель в течение анестезии уменьшался к концу операции на 40% (с 15 до 9 мм рт. ст.; $p < 0,05$). При ТВА в подгруппе с ВЧД отмечено умеренное уменьшение ВЧД на 27% по сравнению с исходным значением с 15 до 11 мм рт. ст. ($p < 0,05$) (рис. 1).

Исходные значения САД были достоверно выше в подгруппах с исходной ВЧГ. У всех пациентов наблюдали однотипную динамику, характеризующуюся снижением САД до 3 ч анестезии с дальнейшей стабилизацией данного показателя. В подгруппах с исходно нормальным ВЧД отмечали снижение САД в пределах 14% независимо от вида анестезии. В подгруппе с исходной ВЧГ снижение САД было более выражено при применении СА (25% против 17% в группе ТВА), но статистически незначимо (рис. 2).

При анализе МПД в подгруппах с нормальным ВЧД отмечали его снижение на 19% независимо от метода анестезии, хотя исходные значения были выше в группе ТВА. В подгруппе с исходной ВЧГ снижение МПД было выражено одинаково при применении СА и ТВА (23% против 25%), по-

Таблица 3

Суммарные дозы использованных за анестезию препаратов (Me; p25–p75)

Вид анестезии	ВЧД, мм рт. ст.	Пропофол мг/(кг · ч ⁻¹)	Фентанил мкг/(кг · ч ⁻¹)	Объём инфузии мл/(кг · ч ⁻¹)
СА	≤ 12	7,4 (6,3–10,1)*	1,0 (0,8–1,2)*	13,7 (11,6–14,9)
	> 12	7,8 (7,1–9,8)*	1,1 (0,9–1,4)*	12,2 (11,2–13,7)
ТВА	≤ 12	8,8 (7,9–11,1)	6,0 (5,4–7,8)	12,4 (10,9–14,3)
	> 12	8,6 (7,6–10,4)	5,6 (4,5–6,9)	12,4 (9,0–14,7)

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с ТВА, СА – сочетанная анестезия, ТВА – тотальная внутривенная анестезия, ВЧД – внутричерепное давление.

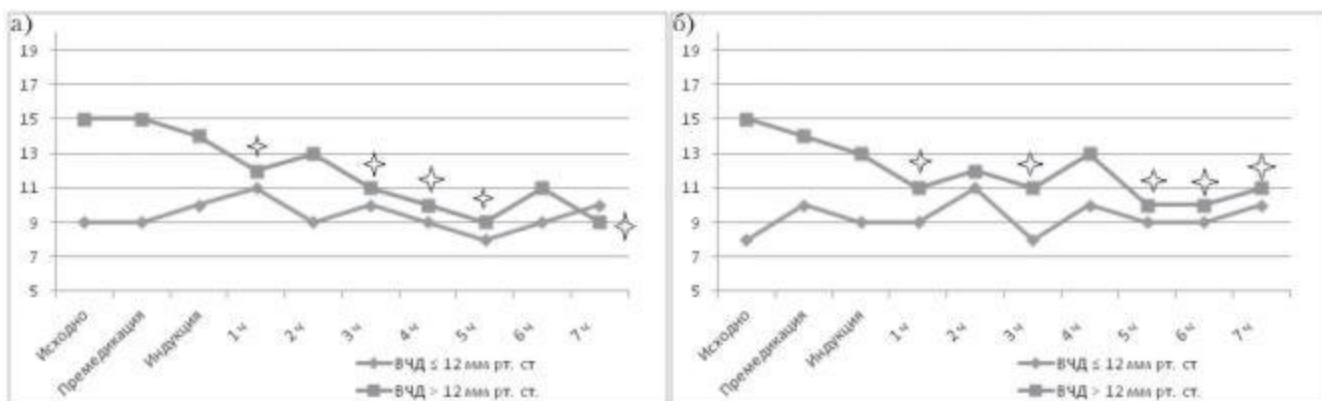


Рис. 1. Динамика ВЧД на этапах исследования при проведении а) сочетанной анестезии, б) тотальной внутривенной анестезии, * – $p < 0,05$ по сравнению с исходным значением

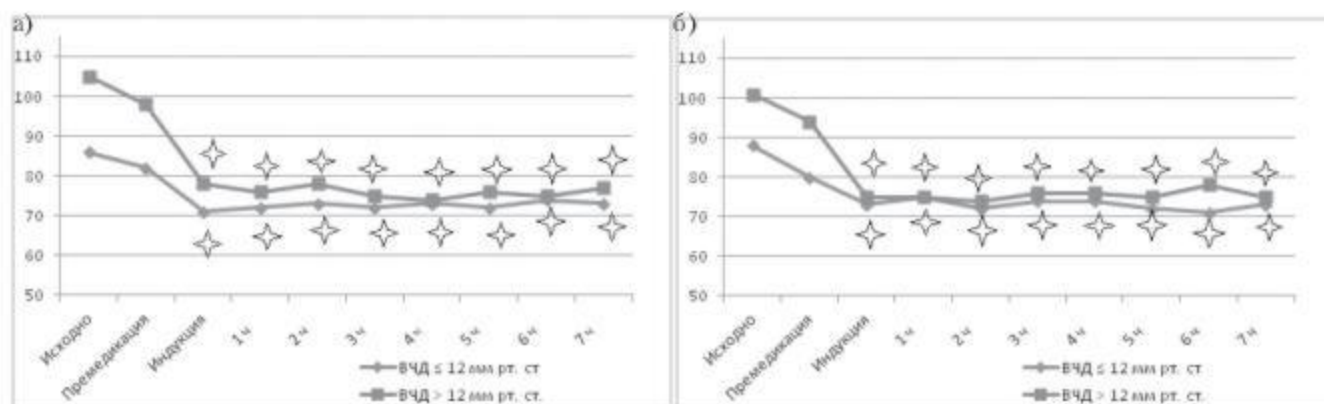


Рис. 2. Динамика САД на этапах исследования при проведении а) сочетанной анестезии, б) тотальной внутривенной анестезии, + – $p < 0,05$ по сравнению с исходным значением

сле чего оставалось стабильным в пределах 60 мм рт. ст. (рис. 3).

Статистически значимых различий во времени восстановления сознания между пациентами с исходно нормальным уровнем ВЧД и пациентами с исходной ВЧГ не было. Все пациенты были экстубированы в течение первого часа после прекращения инфузии пропофола. Тем не менее время пробуждения, экстубации и полной ориентации было значительно выше после ТВА (табл. 4).

Обсуждение результатов

Наблюдаемое умеренное снижение ВЧД при проведении ТВА согласуется с результатами работ, проведенных ранее, в которых пропофол достоверно уменьшал данный показатель у пациен-

тов с ВЧГ. Подобная динамика связана с тем, что пропофол снижает уровень мозгового метаболизма [16, 21], а также вызывает церебральную вазоконстрикцию и пропорциональное ей снижение мозгового кровотока [14].

При применении обоих видов анестезии ВЧД достоверно снижалось, несмотря на то, что имеется ряд исследований, свидетельствующих об увеличении данного показателя при применении эпидуральной анестезии [7, 20, 25], более выраженном у пациентов с исходной тенденцией к ВЧГ [12]. Связано это, в первую очередь, со смещением твердой мозговой оболочки в эпидуральное пространство, что уменьшает его объем [11]. Данные изменения могут приводить к значительному увеличению объема местного анестетика, неадекватности эпидуральной анестезии и большей вероятности осложнений [13].

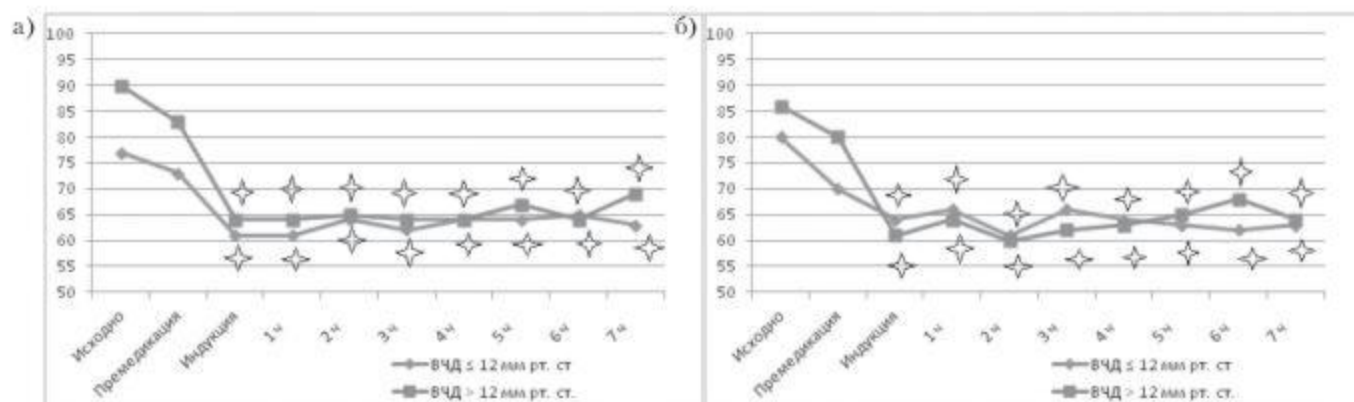


Рис. 3. Динамика МПД на этапах исследования при проведении а) сочетанной анестезии, б) тотальной внутривенной анестезии, + – $p < 0,05$ по сравнению с исходным значением

Таблица 4

Время восстановления сознания после анестезии

Вид анестезии	СА		ТВА	
	≤ 12 мм рт. ст.	> 12 мм рт. ст.	≤ 12 мм рт. ст.	> 12 мм рт. ст.
Время пробуждения, мин	16 (10–19)	19 (14–25)	23 (8–16)*	25 (32–43)*
Время экстубации, мин	19 (15–23)	22 (18–29)	29 (12–19)*	31 (41–53)*
Время полного восстановления, мин	25 (22–34)	27 (24–32)	36 (17–27)*	35 (48–61)*

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с подгруппой с СА (критерий Крускала – Уоллиса).

Отсутствие повышения ВЧД при эпидуральной анестезии, а также влияния исходной ВЧГ на эффективность эпидуральной анестезии, по нашим данным, можно объяснить методологическими различиями исследований. Во всех работах, показавших увеличение ВЧД, использовали болюсное введение основной дозы раствора местного анестетика в отличие от метода длительной инфузии, применяемого нами. Это подтверждается исследованиями, утверждающими, что при введении низкоконцентрированных растворов местных анестетиков методом инфузии эпидуральная анестезия безопасна у пациентов с повышенным ВЧД [8, 13].

САД достоверно больше снижалось в группе СА, что характерно для симпатической блокады, тем не менее одновременное снижение ВЧД позволило поддерживать МПД на безопасном уровне во всех случаях. Минимально безопасным уровнем МПД является 60 мм рт. ст. у пациентов без внутричерепной патологии [6, 18, 22, 24]. Отмеченное в данном исследовании более медленное восстановление сознания в группе ТВА, вероятно, связано с использованием большей дозы наркотических анальгетиков и меньшей дозой пропофола при применении СА ввиду того, что эпидуральная анестезия значительно снижает потребность в нём [23].

Заключение

СА в виде комбинации общей и эпидуральной анестезии по сравнению с ТВА является безопас-

ной у пациентов с повышенным внутримозговым давлением. Её отличают стабильность динамики ВЧД и МПД, более быстрое восстановление сознания.

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Кубанский государственный медицинский университет

350063, Краснодарский край, г. Краснодар,
ул. Седина, д. 4.

Заболотских Игорь Борисович

доктор медицинских наук, профессор, заведующий
кафедрой анестезиологии, реаниматологии и
трансфузиологии ФПК и ППС.

E-mail: pobeda_zib@mail.ru

Трембач Никита Владимирович

кандидат медицинских наук, ассистент кафедры
анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии
ФПК и ППС.

E-mail: nikitak@mail.ru

Гормакова Елена Владимировна

аспирант кафедры анестезиологии, реаниматологии и
трансфузиологии ФПК и ППС.

E-mail: elena-g.80@mail.ru

Мариночкина Лидия Сергеевна

клинический ординатор кафедры анестезиологии,
реаниматологии и трансфузиологии ФПК и ППС.

E-mail: lidamarinochkina1@mail.ru

Литература

1. Заболотских И. Б., Миндияров А. Ю., Бабаков А. С. и др. Влияние внутримозгового давления и артериальной оксигенации на исходы тяжелой черепно-мозговой травмы // Анестезиол. и реаниматол. – 2011. – № 4. – С. 50–55.
2. Заболотских И. Б., Заболотских И. Б., Юхнов В. А. Способ неинвазивного определения внутричерепного давления. – Патент на изобретение RU 2185091. – 31.10.2000.
3. Костылев А. Н. Оптимизация анестезиологического обеспечения у больных с сопутствующей вертебробазилярной недостаточностью: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Ростов-на-Дону, 2006. – 35 с.
4. Стаканов А. В., Трембач Н. В., Заболотских И. Б. Анестезиологическое обеспечение гериатрических пациентов при острой толстокишечной непроходимости // Вестн. анестезиол. и реаниматол. – 2012. – Т. 9, № 2. – С. 39–44.
5. Brown D. L. Spinal, epidural, and caudal anesthesia In: Miller R.D. (ed.) Miller's anesthesia. – 7th ed.; 2009. – Ch. 51. – P. 1289–1315.
6. Bruzzone P., Dionigi R., Bellinzona G. et al. Effects of cerebral perfusion pressure on brain tissue PO₂ in patients with severe head injury // Acta Neurochir. – 1998. – Vol. 71. – P. 111–113.
7. Burn J. M., Guyer P. B., Langdon L. The spread of solutions injected into the epidural space // Br. J. Anaesth. – 1973. – Vol. 45. – P. 338–345.
8. Chen S. H., Sung Y. H., Chang P. J. et al. The management of labour using continuous lumbar epidural analgesia with 0.2% ropivacaine in a parturient with traumatic brain injury // Eur. J. Anaesthesiol. – 2005. – Vol. 22. – P. 634–635.
9. Dahyot-Fizelier C., Frasca D., Debaene B. Inhaled agents in neuroanaesthesia for intracranial surgery: Pro or con // Ann. Fr. Anesth. Reanim. – 2012. – Vol. 31, № 10. – P. e229–e234.
10. Firsching R., Müller C., Pauli S. U. et al. Noninvasive assessment of intracranial pressure with venous ophthalmodynamometry // J. Neurosurg. – 2011. – Vol. 115, № 2. – P. 371–374.
11. Grocott H. P., Mutch W. A. C. Epidural Anesthesia

- and Acutely Increased Intracranial Pressure: Lumbar Epidural Space Hydrodynamics in a Porcine Model // *Anesthesiology*. – 1996 – Vol. 85. – P. 1086–1091.
12. Hilt H., Gramm H. J., Link J. Changes in intracranial pressure associated with extradural anaesthesia // *Br. J. Anaesth.* – 1986. – Vol. 58. – P. 676–680.
13. Hirabayashi Y., Shinzu R., Matsuda I. et al. Effect of extradural compliance and resistance on spread of extradural analgesia // *Br. J. Anaesth.* – 1990. – Vol. 65. – P. 508–513.
14. Kaisti K. K., Metsahonkala L., Teras M. et al. Effects of surgical levels of propofol and sevoflurane anesthesia on cerebral blood flow in healthy subjects studied with positron emission tomography // *Anesthesiology*. – 2002. – Vol. 96. – P. 1358–1370.
15. Karmanioliou I., Petropoulos G., Theodoraki K. Management of idiopathic intracranial hypertension in parturients: anesthetic considerations // *Can. J. Anaesth.* – 2011. – Vol. 58, № 7. – P. 650–657.
16. Kikuta K., Takagi Y., Nozaki K. et al. Effects of intravenous anesthesia with propofol on regional cortical blood flow and intracranial pressure in surgery for moyamoya disease // *Surg. Neurol.* – 2007. – Vol. 68, № 4. – P. 421–424.
17. Kim K., Orbegozo M. Epidural anesthesia for Caesarean section in a parturient with pseudotumor cerebri and lumboperitoneal shunt // *J. Clin. Anesth.* – 2000. – Vol. 12. – P. 213–215.
18. Marshall L. F. Head injury: Recent past, present and future // *Neurosurgery*. – 2000. – Vol. 47. – P. 546–561.
19. Patel P. M., Drummond J. C. Cerebral Physiology and the Effects of Anesthetic Drugs. In: Miller R.D. (ed.) *Miller's anesthesia*. – 7th ed.; 2009. – Ch. 13. – P. 345–378.
20. Paul D. L., Wildsmith J. A. W. Extradural pressure following the injection of two volumes of bupivacaine // *Br. J. Anaesth.* – 1989. – Vol. 6. – P. 368–372.
21. Petersen K. D., Landsfeldt U., Cold G. E. et al. Intracranial pressure and cerebral hemodynamic in patients with cerebral tumors: a randomized prospective study of patients subjected to craniotomy in propofol–fentanyl, isoflurane–fentanyl, or sevoflurane–fentanyl anesthesia // *Anesthesiology*. – 2003. – Vol. 98, № 2. – P. 329–336.
22. Robertson C. S. Management of cerebral perfusion pressure after traumatic brain injury // *Anesthesiology*. – 2001. – Vol. 95. – P. 1513–1517.
23. Sinha P. K., Unnikrishnan K. P. Reduction in requirement of propofol during combined epidural (bupivacaine) and general anesthesia guided by bispectral index // *Anesth. Analg.* – 2005. – Vol. 101, № 2. – P. 613.
24. Stiefel M. E., Udoetuk J. D., Spiotta A. M. et al. Conventional neurocritical care and cerebral oxygenation after traumatic brain injury // *J. Neurosurg.* – 2006. – Vol. 105. – P. 568–575.
25. Usubiaga J. E., Usubiaga L. E., Brea L. M. et al. Effect of saline injections on epidural and subarachnoid space pressures and relation to postspinal anesthesia headache // *Anesth. Analg.* – 1967. – Vol. 46. – P. 293–296.
26. Wang L. P., Paech M. J. Neuroanesthesia for the Pregnant Woman // *A & A*. – 2008. – Vol. 107, № 1. – P. 193–200.

ГИДРОДИНАМИКА ГИПЕРБАРИЧЕСКОГО РАСТВОРА НА МОДЕЛИ «СТЕКЛЯННАЯ СПИНА», ВВОДИМОГО ЧЕРЕЗ СПИНАЛЬНЫЕ ИГЛЫ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ И КАЛИБРОВ

Р. Е. Лахин, Е. Н. Мороз, А. В. Щеголев, Г. Л. Герасимов

HYDRODYNAMICS OF HYPERBARIC SOLUTION ADMINISTERED THROUGH SPINAL NEEDLES OF DIFFERENT TYPES AND SIZES, BY USING A GLASS SPINE MODEL

R. E. Lakhin, E. N. Moroz, A. V. Shchegolev, G. L. Gerasimov

Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург

На макете «стеклянная спина» проведена экспериментальная оценка роли скорости введения гипербарического раствора, типа и калибра спинальных игл в достижении односторонней спинальной анестезии. Для обеспечения одностороннего подведения гипербарического раствора для игл типа Квинке нельзя превышать скорость введения 1 мл/мин. Для иглы типа Шпротте калибром 22G максимальная скорость составляет 2 мл/мин, для калибров 25 G и 27 G – 1,5 и 1 мл/мин соответственно. Причиной турбулентного распространения гипербарического раствора в макете «стеклянная спина» является ги-