

УДК 616.711-007-053.1-009.624

ФОРМИРОВАНИЕ СТРЕСС-ОТВЕТА И ЕГО ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИЙ ПОЗВОНОЧНИКА У ДЕТЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА АНЕСТЕЗИИ

Радюкевич О. Н.¹, Светлицкая О. И.³, Жаворонок А. Н.²,
Тесаков Д. К.¹, Пустовойтов К. В.¹

¹Государственное учреждение «РНПЦ травматологии и ортопедии»,
г. Минск, Республика Беларусь;

²Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия
последипломного образования», г. Минск, Республика Беларусь;

³Учреждение здравоохранения «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи»,
г. Минск, Республика Беларусь

Реферат. Влияние регионарных методов анестезии на периоперационную гемодинамику, качество обезболивания и нейроэндокринный ответ оценивали у детей при хирургической коррекции деформаций позвоночника. Так, 46 пациентов были распределены на две группы: в контрольной группе ($n = 24$) использовалась многокомпонентная сбалансированная эндотрахеальная анестезия (МСЭА), в основной ($n = 22$) — сочетание МСЭА с интратекальным введением морфина и послеоперационной эпидуральной аналгезией. Интраоперационно показатели гемодинамики были сопоставимы в обеих группах, но значения САД, ДАД, АДср и ЧСС через 6 и 24 ч после операции были статистически значимо ниже в основной группе ($p < 0,01$). Выраженность болевого синдрома, уровни глюкозы, СРБ и лимфоцитов были также статистически значимо ниже в основной группе ($p < 0,05$). Преоперационное интратекальное введение морфина и послеоперационная эпидуральная аналгезия достоверно обеспечили стабильность гемодинамики, повысили качество обезболивания и снизили проявления системного стресс-ответа у детей при хирургической коррекции деформаций позвоночника.

Ключевые слова: анестезия у детей, деформация позвоночника, эпидуральная аналгезия, показатели гемодинамики, стресс-ответ.

Введение. Активное развитие детской вертеброхирургии, расширение показаний к ранней коррекции деформаций, инвазивность и продолжительность выполняемых хирургических вмешательств предполагают развитие и анестезиологических подходов, центральную роль в которых играет комплексная защита организма ребенка от хирургического стресса. В основе эффективного контроля болевого синдрома у детей лежит мультимодальная концепция, подразумевающая применение комбинированной техники анестезии, сочетающей общий и регионарный компоненты. При этом регионарная анестезия в педиатрии применяется крайне редко в силу разных обстоятельств, но основные причины — недостаточная освещенность данной проблемы в медицинской литературе, соответственно, не-

совершенство теоретических и практических подходов, страх перед возможными осложнениями [7]. Решающее значение для безопасного и технически грамотного проведения нейроаксиальной анестезии/анальгезии в педиатрической практике имеют глубокие знания анатомических и физиологических различий между взрослыми и детьми.

Несмотря на то, что большая часть накопленного опыта применения регионарной анестезии связана с операциями на позвоночнике у взрослых, есть отдельные исследования о выполнении нейроаксиальных блокад для обеспечения интраоперационной аналгезии во время переднего и заднего спондилодеза у младенцев и детей. Авторами изучалось влияние различных доз интратекального морфина на объем кровопотери,

интенсивность болевого синдрома, потребность в парентеральных опиоидах и восстановление функции желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) у детей, которым осуществлялась хирургическая коррекция сколиотической деформации позвоночника (ХКСД) [8]. Однако идеальная доза интратекального морфина для обеспечения эффективного контроля болевого синдрома и снижения объема кровопотери в педиатрической популяции до сих пор не установлена.

В хирургии деформаций позвоночника эпидуральная анальгезия может применяться как компонент комбинированной анестезии во время операции, так и для послеоперационного обезболивания. Ряд исследований продемонстрировали значительные преимущества и эффективность послеоперационной торакальной эпидуральной анальгезии в сравнении с внутривенной инфузией морфина после ХКСД у детей [9]. Для того чтобы оценить, как периоперационное обезболивание влияет на формирование хронической боли и потребность в опиоидах после операции, требуется изучение долгосрочных эффектов эпидуральной анальгезии.

Различные методы анестезии в вертеброхирургии могут оказывать влияние на послеоперационную системную воспалительную реакцию и частоту послеоперационных инфекционных осложнений. Признано, что операционная травма приводит к стереотипным изменениям в нейроэндокринной и иммунной системах организма, влияет на метаболизм [10]. Нейроэндокринный ответ организма на операционную травму включает стимуляцию симпатической нервной и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем, что вызывает выброс аденокортикотропного гормона, катехоламинов и кортизола. Кортизол способствует глюконеогенезу в печени, приводя к повышению уровня глюкозы в крови. Имеются убедительные доказательства того, что С-реактивный белок (СРБ) и послеоперационный ускоренный апоптоз лимфоцитов отражают величину хирургического повреждения [11]. Результаты исследований показывают, что регионарная анальгезия важна для моделирования системной иммунной реакции. Использование эпидуральной анестезии с общей анестезией по сравнению с выполнением только общей анестезии оказывает существенное влияние

на послеоперационный уровень СРБ, приводит к перераспределению лимфоцитов, увеличивая послеоперационное соотношение CD4/CD8 и В-клеток, что способствует повышению резистентности к послеоперационным инфекционным осложнениям [10]. Таким образом, вид анестезиологического обеспечения и техника, используемая для послеоперационной анальгезии, могут повлиять на клинические результаты выполненного оперативного вмешательства и выздоровление пациента в целом.

Цель работы — оценить развитие стресс-ответа и его гемодинамические проявления при хирургической коррекции деформаций позвоночника у детей в зависимости от вида анестезии.

Материалы и методы. В исследование вошли 46 пациентов детского возраста, которым в ГУ «РНПЦ травматологии и ортопедии» в 2015–2023 гг. выполнялись плановые оперативные вмешательства по коррекции деформаций позвоночника. На проведение исследования было получено положительное заключение локального этического комитета и информированное согласие родителей. В зависимости от вида анестезиологического обеспечения пациенты были разделены на две группы. Контрольную группу ($n = 24$) составили пациенты, которые были прооперированы с использованием многокомпонентной сбалансированной эндотрахеальной анестезии (МСЭА), основную ($n = 22$) — с использованием комбинированной анестезии, представляющую собой комбинацию МСЭА со спинальной анальгезией и послеоперационной продленной эпидуральной анальгезией (КА+ПЭА). Критерии включения в исследование: наличие показаний к проведению хирургической коррекции деформации позвоночника, физический статус пациентов по ASA I–II, подписанное информированное согласие родителей. Критерии исключения: исходные показатели общего и биохимического анализа крови, коагулограммы, выходящие за пределы референсных значений, наличие грубой неврологической симптоматики и быстро прогрессирующее ухудшение неврологического статуса в связи с основным заболеванием, инфекция в месте планируемой пункции при проведении регионарной анестезии, аллергические реакции в анамнезе на лекар-

ственные средства для общей и регионарной анестезии, тромбоцитопения.

Анестезиологическое обеспечение. Всем пациентам проводилась премедикация атропином 0,1 % (0,01 мг/кг) внутримышечно за 30 мин до операции, преоксигенация, внутривенная преиндукция раствором 0,005%-го фентанила (3–5 мкг/кг), индукция 2,5%-м раствором тиопентала натрия (4–6 мг/кг), 2%-м раствором пропофола (2–3 мг/кг) или ингаляционная индукция севофлюраном, прекурарезация атракуриумом (0,5 мг/кг) и сукцинилхолином (2 мг/кг), интубация трахеи эндотрахеальной трубкой, размер которой соответствовал массе тела и возрасту пациента. Поддержание анестезии в обеих группах осуществлялось кислородо-воздушной или кислородо-закисной смесью с ингаляцией севофлюрана до 1,1–1,3 МАК, миорелаксация атракуриумом. Респираторная поддержка в режиме PCV (pressure control ventilation, вентиляция с управляемым давлением) наркозно-дыхательным аппаратом Primus или Carestation 650 (GE Healthcare). Для стресс-протекции применялся 0,01%-й раствора клофелина в дозе 0,75 мкг/кг/час. С целью интраоперационного обезболивания в контрольной группе осуществлялось внутривенное введение фентанила или суфентанила, в основной группе — спинальная анальгезия с интратекальным введением 0,01%-го раствора морфина гидрохлорида из расчета 3–5 мкг/кг, в единичных случаях в наиболее травматичные этапы операции, потребовалось повторное введение фентанила или суфентанила. В основной группе в конце операции перед закрытием раны хирургом через иглу Tuohi 22G устанавливались 1 или 2 эпидуральных катетера, в зависимости от количества сегментов спондилодеза. Верхний катетер устанавливали на уровне Th4–Th7, нижний — на уровне Th10–L2 с погружением на 2 см в краниальном направлении.

Прямой травмы спинного мозга и других возможных неврологических осложнений, связанных с пункцией эпидурального пространства, ни в одном случае зарегистрировано не было. Все пациенты контрольной группы были экстубированы в течение 2–6 ч после операции, большая часть пациентов основной группы были экстубированы в операционной.

В послеоперационном периоде у пациентов контрольной группы обезболивание осуществлялось неопиоидными (анальгин, парацетамол) и опиоидными анальгетиками (промедол). Пациенты основной группы не требовали обезболивания в течение 24 ч после операции за счет пролонгированной спинальной анальгезии. Оценку интенсивности болевого синдрома проводили в зависимости от возраста. У пациентов в возрастной категории до 7 лет по шкале CHEOPS (Children's Hospital of Eastern Ontario Pain Scale), 7–18 лет — по сравнительной диаграмме масштабов боли CPSC — Comparative Pain Scale Chart (Pain Assessment Tool). При появлении на следующие сутки после операции болевого синдрома интенсивностью ≥ 7 баллов по CHEOPS и/или ≥ 4 баллов по CPSC, после неврологической оценки начинали эпидуральное введение смеси 49 мл 0,2%-го раствора ропивакаина и 1 мл 0,005%-го раствора суфентанила со скоростью 0,2 мл/кг/час (0,4 мг/кг/час) с предварительным проведением тест-дозы 0,5–2%-го раствора лидокаина из расчета 1 мг/кг и адреналина (0,5 мкг/кг) в течение 3–4 суток.

Периоперационный мониторинг гемодинамики осуществлялся на следующих этапах: 1-й этап (исходный) — перед началом операции, 2-й этап — разрез кожи, 3-й этап — наиболее травматичный этап операции, 4-й этап — окончание операции, 5-й этап — через 6 ч после операции, 6-й этап — через 24 ч после операции. Измерялись такие показатели, как систолическое артериальное давление (САД, мм рт. ст.), диастолическое артериальное давление (ДАД, мм рт. ст.), частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), среднее артериальное давление (АДср, мм рт. ст.).

Мониторинг лабораторных данных включал показатели, характеризующие стресс-ответ пациента на хирургическое вмешательство и адекватность течения анестезии: общий анализ крови, уровень глюкозы, лактата, СРБ.

Обработка полученных результатов исследования выполнялась параметрическими и непараметрическими методами пакетами программы Statistica 12 с использованием Microsoft Excel. Результаты исследования обрабатывали в соответствии с правилами вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение. Пациенты сравниваемых групп были сопоставимы по возрасту, росту, весу, среднему углу Коб-

ба. Общая характеристика пациентов в клинических группах представлена в таблице 1.

Таблица 1 — Сравнительная характеристика групп*

Показатель	Контрольная группа (n = 24)	Основная группа (n = 22)
Возраст, лет	13,4 ± 3,8	11,5 ± 4,7
Рост, см	150,9 ± 18,2	145,2 ± 24,2
Вес, кг	46,2 ± 17,9	43,5 ± 22,2
Пол мужской	8 (33,3 %) [#]	4 (18,2 %)
Пол женский	16 (66,7 %) [#]	18 (81,8 %)
Угол Кобба, градусы	66,4 ± 23,3	56,2 ± 17,4
Врожденная деформация позвоночника	62,5 % (n = 15)	72,7 % (n = 16)
Идиопатическая деформация позвоночника	33,3 % (n = 8)	27,35 (n = 6)
Туберкулезная деформация позвоночника	4,2 % (n = 1)	0 % (n = 0)
Количество уровней спондилодеза	7 [4;11]	5 [3;11]
Длительность операции, мин	447,9 ± 123,9	411,4 ± 117,8
Длительность анестезии, мин	513,3 ± 127,2	491,6 ± 126,5
Интраоперационная кровопотеря, мл	650 [300;1025] [§]	375 [250;500]
Кровопотеря 1-е сутки, мл	550 [215;825] [§]	152 [60;350]
Кровопотеря 2-е сутки, мл	300 [150;500] [#]	160 [75;300]
Кровопотеря 3-и сутки, мл	265 [150;350] [§]	100 [50;200]
Кровопотеря 4-е сутки, мл	125 [80;200] [#]	75 [35;105]
Послеоперационный период, дн	18,5 ± 11,7	16,0 ± 2,3
Длительность госпитализации, дн	39,5 ± 15,2	35 ± 8,5

* Результаты представлены в виде $M \pm \sigma$, Me [25 %;75 %].

[#] $p < 0,05$.

[§] $p < 0,01$.

Несмотря на время, требующееся для проведения спинальной пункции и установки эпидуральных катетеров, нами не отмечено достоверной разницы в средней длительности операции и анестезии ($p > 0,05$).

Оценка гемодинамических показателей. Исходные значения гемодинамических пара-

метров у пациентов сравниваемых групп были сопоставимы. Статистически значимые отличия ДАД и АДср ($p < 0,05$) были выявлены на 3 (наиболее травматичный этап операции) и 4 (окончание операции) этапах операции. Динамика гемодинамических показателей представлена в таблице 2.

Таблица 2 — Динамика основных гемодинамических показателей на этапах периоперационного периода в сравниваемых группах*

Показатель	Группа	Этап					
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
САД	Контрольная	117,1 ± 12,4	98,3 ± 9,5	92,9 ± 12,6	97,6 ± 10,3	108,0 ± 11,5 [§]	105,7 ± 10,4
	Основная	111,0 ± 15,7	95,1 ± 8,5	91,9 ± 8,2	96,5 ± 10,7	100,2 ± 15,2	103,7 ± 11,4
ДАД	Контрольная	72,0 ± 11,3	57,9 ± 10,3	55,8 ± 9,8 [#]	61,0 ± 9,2 [#]	66,5 ± 10,6 [§]	75,1 ± 12,5 [§]
	Основная	65,5 ± 13,6	53,8 ± 7,0	50,7 ± 6,0	55,0 ± 7,4	59,4 ± 8,6	59,6 ± 9,0
АДср	Контрольная	87,0 ± 11,0	71,3 ± 9,2	68,2 ± 9,9	73,2 ± 9,1	80,3 ± 9,4 [§]	85,3 ± 10,6 [§]
	Основная	80,7 ± 14,0	67,6 ± 7,0	64,4 ± 6,0	68,8 ± 8,2	72,9 ± 10,1	74,3 ± 9,0

Окончание табл. 2

Показатель	Группа	Этап					
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
ЧСС	Контрольная	102,8 ± 16,6	96,1 ± 18,8	89,6 ± 16,5	90,3 ± 17,0	97,1 ± 18,6 [§]	105,0 ± 14,8
	Основная	105,2 ± 18,4	91,2 ± 14,3	88,1 ± 15,2	94,1 ± 15,6	80,3 ± 14,0	97,6 ± 16,5

* Результаты представлены в виде $M \pm \sigma$.

$p < 0,05$.

§ $p < 0,01$.

Считается, что гипотензивный эффект при интратекальном введении морфина связан с дистальной вазодилатацией и проксимальной вазоконстрикцией, обусловленной эфферентной опиоидной модуляцией и симпатиколлизисом со снижением АД в разной степени выраженности, сходным с действием местных анестетиков [9].

Для объективного отражения качества анестезиологической защиты на этапах ане-

стезии Марочков А. В. предложил интегративный показатель состояния артериального давления, который не зависит от возраста и может использоваться в качестве одного из критериев оценки адекватности анестезии: отношение САД к ДАД — коэффициент К-1 ($N = 1,66 \pm 0,18$ отн. ед.) и отношение ДАД к пульсовому АД — коэффициент К-2 ($N = 1,60 \pm 0,49$ отн. ед.) [12]. Динамика изменения показателей К1 и К2 представлена в таблице 3.

Таблица 3 — Динамика интегративных показателей К1 и К2 в сравниваемых группах*

Коэффициент	Группа	Этап					
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
К-1	Контрольная	1,64 ± 0,17	1,74 ± 0,23	1,68 ± 0,21 [#]	1,61 ± 0,16 [§]	1,65 ± 0,28	1,43 ± 0,23 [§]
	Основная	1,72 ± 0,21	1,78 ± 0,16	1,83 ± 0,19	1,76 ± 0,13	1,70 ± 0,18	1,76 ± 0,23
К-2	Контрольная	1,65 ± 0,39	1,53 ± 0,52	1,60 ± 0,52 [#]	1,73 ± 0,44 [§]	1,81 ± 0,89	2,98 ± 1,64 [§]
	Основная	1,47 ± 0,38	1,33 ± 0,26	1,27 ± 0,30	1,34 ± 0,23	1,55 ± 0,46	1,40 ± 0,34

* Результаты представлены в виде $M \pm \sigma$.

$p < 0,05$.

§ $p < 0,01$.

Супраспинальный анальгетический эффект морфина реализуется через опиоидные μ -, δ - и κ -рецепторы, расположенные в задних рогах спинного мозга, а его действие развивается через 15–60 мин после введения, поэтому у части пациентов основной группы ($n = 8$) потребовалось дополнительное введение фентанила или суфентанила перед разрезом кожи, хотя диастолическая вазодилатация, вызванная морфином, уже имела клинические проявления в виде снижения ДАД на этом этапе ($p > 0,05$). При этом ни в одном клиническом случае не потребовалось введения вазопрессоров для обеспечения поддержания стабильности гемодинамики.

Очевидные и ожидаемые результаты в показателях САД, ДАД, АДср и ЧСС мы получили и через 6 ч после операции ($p < 0,01$). Продолжительность действия

однократного интратекального болюса морфина составляет от 12 до 36 ч, но большинство исследований показывают, что эффект длится от 12 до 24 ч, что подтверждается и нашими наблюдениями. Поскольку это однократный болюс с ограниченной продолжительностью действия, необходима дополнительная форма послеоперационной анальгезии. В настоящем исследовании для обеспечения адекватного обезболивания у пациентов основной группы со вторых суток применяли эпидуральную анальгезию, что продемонстрировало свою эффективность в гемодинамической стабильности и модификации эндокринно-метаболического ответа. Динамика показателей САД, ДАД и ЧСС через 6 ч и 24 ч после операции в сравниваемых группах представлена на рисунках 1, 2.

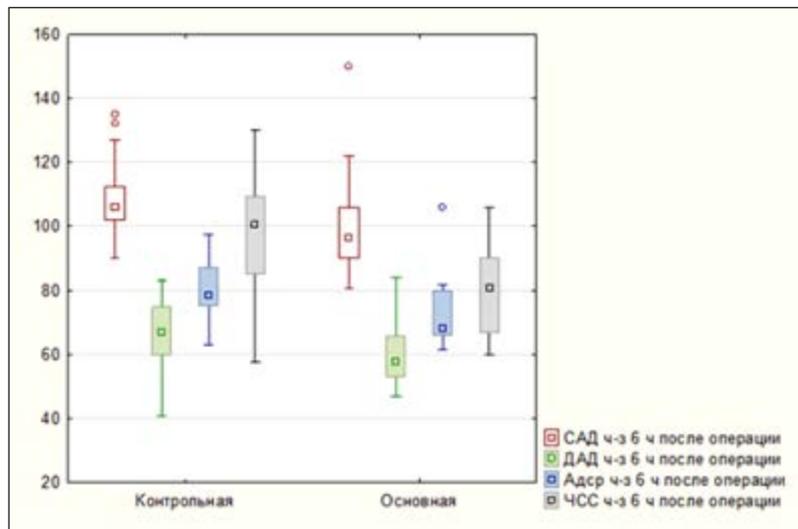


Рисунок 1 — Динамика показателей САД, ДАД и ЧСС через 6 ч после операции в сравниваемых группах ($p < 0,05$)

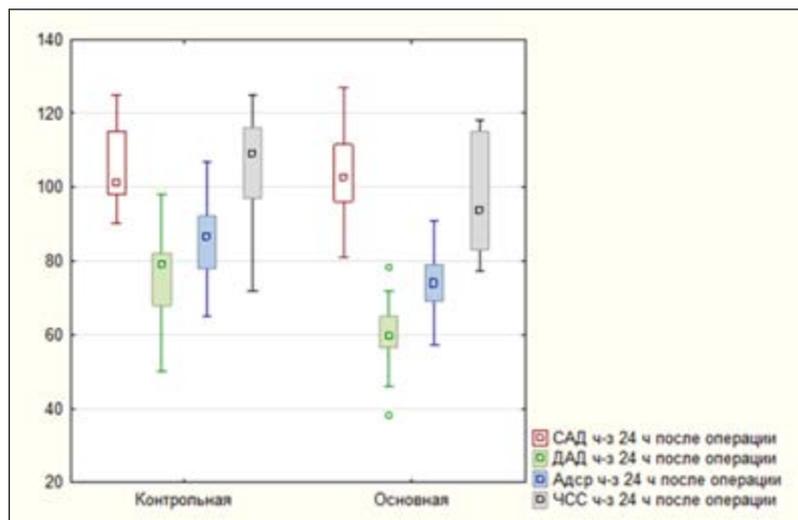


Рисунок 2 — Динамика показателей САД, ДАД и ЧСС через 24 ч после операции в сравниваемых группах ($p < 0,05$)

Гемодинамические изменения не являются известными побочными эффектами опиоидов, применяемых при нейроаксиальной блокаде, но во многих исследованиях сообщается о значительном снижении артериального давления после эпидурального введения суфентанила в качестве дополнения к местным анестетикам. Поскольку они возникают во время максимальной сенсорной блокады, снижение САД и ДАД связывают с симпатической блокадой, вызванной местными анестетиками.

Оценка болевого синдрома. Для интраоперационного обезболивания в контрольной

группе применялось парентеральное введение фентанила (5–10 мкг/кг/час) или суфентанила (0,6–3,0 мкг/кг/час), а в основной группе — за счет анальгетического эффекта интратекального морфина. У 3 (13,6 %) пациентов основной группы потребовалось дополнительное обезболивание фентанилом и у 8 пациентов (36,4 %) суфентанилом. Обезболивания только за счет интратекального морфина в основной группе было достаточно 63,6 % пациентам ($n = 14$). Потребность в наркотических анальгетиках во время операции в сравниваемых группах представлена в таблице 4.

Таблица 4 — Потребность в наркотических анальгетиках во время операции в сравниваемых группах*

Группа	Потребность в опиоидах во время операции	
	Фентанил, мл	Суфентанил, мл
Контрольная	18,7 ± 12,9 § (n = 17)	116,7 ± 25,8 § (n = 6)
Основная	3,4 ± 4,0 (n = 3)	68,7 ± 25,9 (n = 8)

* Результаты представлены в виде $M \pm \sigma$.

§ $p < 0,01$.

Экстубацию осуществляли в контрольной группе только 12,5 % ($n = 3$) в операционной и 87,5 % пациентов в ОАР через $110,0 \pm 83,4$ мин продленной ИВЛ. В основной группе 59,1 % ($n = 13$) пациентов были сразу после окончания операции, а 40,9 % ($n = 9$) пациентов, которым вводился суфентанил, — в ОАР через $59,4 \pm 34,0$ мин ($p < 0,01$). Длительной депрессии дыхания, связанной с центральным действием морфина, не наблюдалось ни у одного пациента основной группы. Очевидную эффективность морфин в дозе 3–5 мкг/кг продемонстрировал в снижении объема интра- и послеоперационной кровопотери, обеспечении стабильности гемодинамики на всех этапах наблюдения, ранней экстубации и качестве обезболивания в первые сутки послеоперационного периода.

Оценка интенсивности болевого синдрома оценивалась в зависимости от возраста. У пациентов в возрастной категории до 7 лет по шкале СНЕОПС в диапазоне суммы баллов от 4 до 13 (при 8 баллах и более ребенок испытывает боль), у пациентов в возрасте 7–18 лет по сравнительной диаграмме масштабов боли CPSC (при 4 баллах и более ребенок испытывает боль). Оценка по шкале СНЕОПС у пациентов контрольной и основной группы: в первые сутки $9,5 \pm 0,7$ и $4,0 \pm 1,2$ соответственно, во 2-е сутки $7,5 \pm 1,7$ и $4,3 \pm 1,5$ соответственно. Дальнейшая оценка интенсивности болевого синдрома у пациентов до 7 лет не изучалась, так как на 3-и сутки они были переведены в хирургическое отделение. Оценка по шкале CPSC в сравниваемых группах в покое и при движении представлена на рисунках 3 и 4.

Сравнительный анализ послеоперационного болевого синдрома показал, что, несмотря на многокомпонентное обезболивание, пациенты контрольной группы предъявляли жалобы на умеренные боли в покое и сильные боли при активизации, не могли само-

стоятельно поворачиваться, удовлетворенность качеством обезболивания была низкой. Средняя продолжительность анальгетического эффекта субарахноидальной анальгезии морфином у пациентов основной группы составила $960,7 \pm 43,5$ мин. После разрешения сенсорного блока начинали введение в эпидуральное пространство смеси ропивакаина и суфентанила. Болевой синдром был минимален, вследствие высокоэффективного эпидурального компонента послеоперационного обезболивания. Пациенты основной группы оценивали качество обезболивания как «удовлетворительное». Потребность в промедоле возникла у 87,5 % ($n = 21$) пациентов контрольной группы и составила $9,52 \pm 4,9$ мл, введение морфина потребовалось 25 % ($n = 6$) пациентам в средней дозе $9,0 \pm 4,65$ мл. Потребность в дополнительном обезболивании морфином в основной группе возникла у 22,7 % ($n = 5$) пациентов в средней дозе $8,2 \pm 5,7$ ($p > 0,05$). Промедол в основной группе не вводился ($p < 0,01$). У трех пациентов (13,6 %) основной группы эпидуральное введение ропивакаина привело к возникновению одностороннего моторного блока (1–2 балла по шкале Bromage), что явилось причиной затрудненной оценки неврологического статуса. После вынужденного прекращения эпидуральной инфузии местного анестетика двигательная функция в нижних конечностях восстанавливалась. Дальнейшее обезболивание осуществлялось морфином.

Синдром ПОТР у пациентов контрольной группы был минимален. В основной группе возник у 4 пациентов (18,2 %) вследствие эметогенного эффекта интратекального морфина, но его продолжительность была соизмерима с действием сенсорного блока и успешно нивелировалась комплексным подходом к профилактике ПОТР. Структура и частота неблагоприятных эффектов в послеоперационном периоде в сравниваемых группах представлена на рисунке 5.

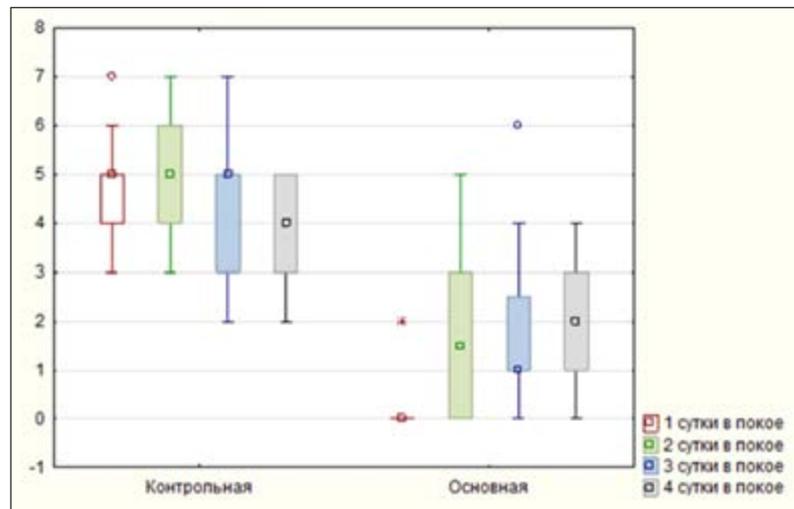


Рисунок 3 – Сравнительная оценка интенсивности болевого синдрома в покое в 1, 2, 3, 4-е сутки в сравниваемых группах

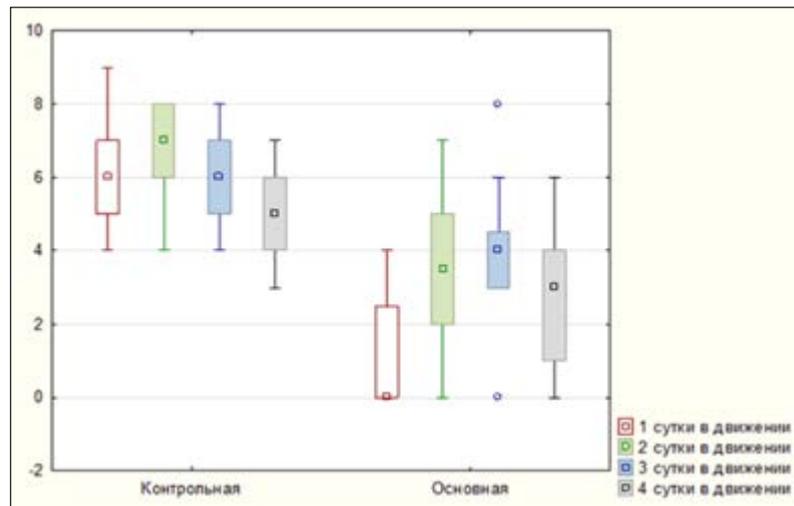


Рисунок 4 – Сравнительная оценка интенсивности болевого синдрома в движении в 1, 2, 3, 4-е сутки в сравниваемых группах



Рисунок 5 – Структура и частота неблагоприятных эффектов в послеоперационном периоде в сравниваемых группах

Стресс-ответ. Изучение динамики уровня глюкозы сыворотки, маркера хирургического стресс-ответа, продемонстрировало статистически значимое повышение у пациентов контрольной группы во время операции и в первые сутки послеоперационного периода $p < 0,05$, что свидетельствует о важности выбора адекватной блокады симпатической адренергической стимуляции на всех этапах периоперационного периода. Как уже говорилось, послеоперационная боль запу-

скает каскад системного противовоспалительного ответа. Белок острой фазы СРБ в настоящее время являются ключевым компонентом воспалительной реакции. В настоящем исследовании концентрация СРБ в сыворотке увеличивалась в обеих группах в послеоперационном периоде со статистически достоверной разницей во 2-е и 4-е сутки ($p < 0,05$). Динамика уровня глюкозы и СРБ сыворотки крови в сравниваемых группах отражена на рисунках 6 и 7.



Рисунок 6 — Динамика уровня глюкозы сыворотки крови в сравниваемых группах ($M \pm \sigma$, # $p < 0,05$)

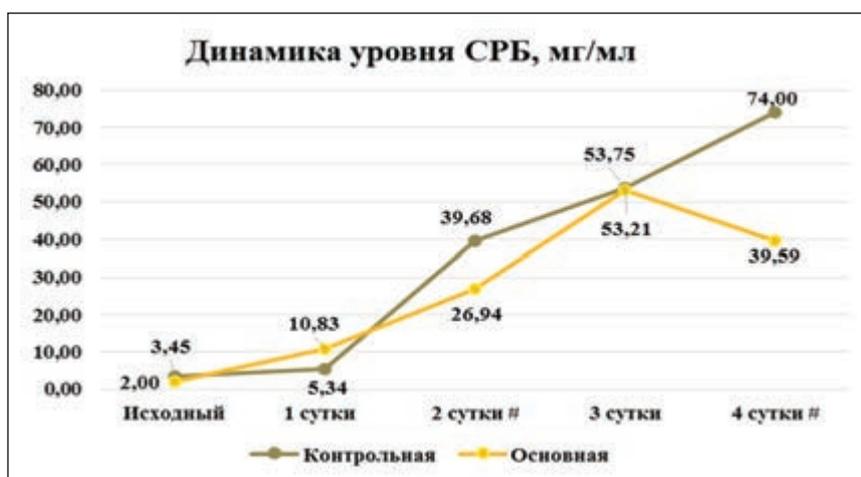


Рисунок 7 — Динамика уровня СРБ сыворотки крови в сравниваемых группах ($M \pm \sigma$, # $p < 0,05$)

При сравнении показателей лейкоцитарной формулы у пациентов обеих групп исходные значения не различались между собой, что позволило нам корректно сравнивать

их на всех этапах дальнейшего наблюдения. Показатели лейкоцитарной формулы на всех этапах периоперационного периода в сравниваемых группах представлены в таблице 5.

Таблица 5 — Показатели лейкоцитарной формулы на всех этапах периоперационного периода в сравниваемых группах*

Показатель	Группа	Этап				
		Исходный	1-е сутки	2-е сутки	3-и сутки	4-е сутки
СОЭ	Контрольная	5,0[2,5; 8,0]	4,5[2,0; 7,0]	6,5[5; 10]	10[6; 15]	19[13; 35]#
	Основная	6,5[2,0; 9,0]	4,5[2,0; 6,0]	5[3; 16]	9,5[6; 17]	14[8; 21]
Лейкоциты	Контрольная	6,9 ± 1,5	19,2 ± 7,3§	14,3 ± 5,5	12,5 ± 3,3§	9,7 ± 2,8§
	Основная	6,1 ± 1,6	12,7 ± 3,5	13,5 ± 4,4	9,9 ± 2,6	7,6 ± 2,0
Нейтрофилы палочко-ядерные	Контрольная	1,5 ± 0,6	3,5 ± 0,7	4,0 ± 1,4	4,7 ± 2,6§	3,7 ± 1,2§
	Основная	1,5 ± 0,6	3,3 ± 1,2	3,9 ± 2,5	3,1 ± 1,2	2,8 ± 1,1
Нейтрофилы сегменто-ядерные	Контрольная	46,6 ± 8,7	83,5 ± 4,9	76 ± 8,9	75,1 ± 6,6§	70,5 ± 7,0§
	Основная	43,5 ± 8,6	81,5 ± 4,5	77,1 ± 5,9	68,3 ± 5,5	60,2 ± 9,7
Эозинофилы	Контрольная	3,0 ± 1,9	1,0 ± 1,0	1,1 ± 0,8	1,0 ± 0,6	1,8 ± 1,0
	Основная	3,5 ± 2,9	1,0 ± 1,0	1,3 ± 1,3	1,2 ± 0,4	2,2 ± 2,2
Моноциты	Контрольная	8,4 ± 1,7	6,0 ± 4,2	6,9 ± 2,8	6,8 ± 2,5	7,5 ± 1,8#
	Основная	8,2 ± 2,1	6,0 ± 3,0	7,0 ± 2,7	8,5 ± 1,9	8,8 ± 1,9
Лимфоциты	Контрольная	40,1 ± 8,0	6,0 ± 1,4	11,9 ± 7,1	11,8 ± 4,8§	15,5 ± 5,0§
	Основная	42,8 ± 8,5	8,2 ± 2,6	11,1 ± 4,8	18,8 ± 5,1	25,8 ± 7,5

* Результаты представлены в виде $M \pm \sigma$, Me [25 %;75 %].

$p < 0,05$.

§ $p < 0,01$.

Реакция на хирургический стресс отражает сочетание эндокринных, иммунологических и гематологических изменений, происходящих после повреждения и травмы. Анестезия может косвенно влиять на воспалительную реакцию, подавляя или высво-

боджая различные цитокины и нейротрансмиттеры. Кроме того, анестетики и опиоиды могут непосредственно влиять на функции иммунокомпетентных клеток и их количество путем апоптоза. Динамика уровня лимфоцитов отражена на рисунке 8.

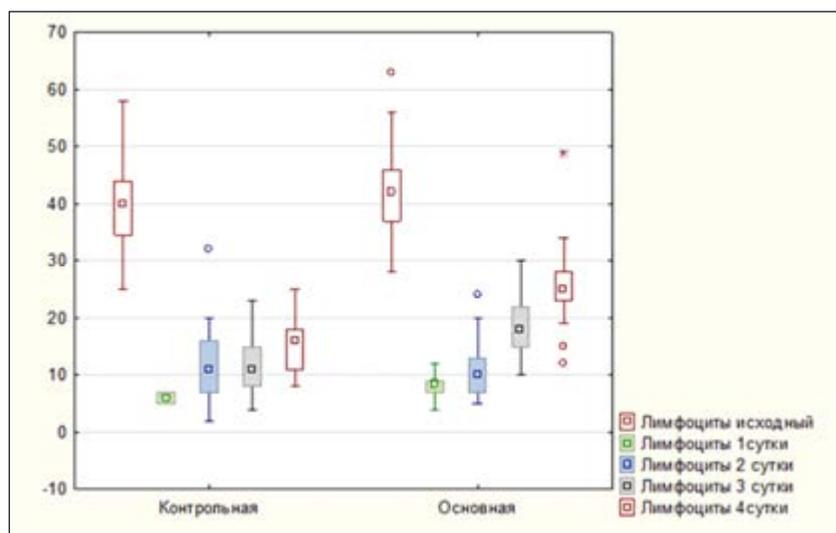


Рисунок 8 — Динамика уровня лимфоцитов в периоперационном периоде в сравниваемых группах

В нашем исследовании мы продемонстрировали, что, как правило, максимум иммунодепрессии наблюдается на 2, 3 и 4-

сутки после операции. Так, нами выявлена статистически значимая разница уровня лимфоцитов у пациентов контрольной и

основной групп на 3-и сутки: $11,8 \pm 4,8$ и $18,8 \pm 5,1$ соответственно ($p < 0,01$); на 4-е сутки: $15,5 \pm 5,0$ и $25,8 \pm 7,5$ соответственно ($p < 0,01$). Отмечен и значительный прирост лейкоцитов и палочкоядерных нейтрофилов у пациентов контрольной группы в 1, 3 и 4-е сутки ($p < 0,01$). Дисбаланс между про- и противовоспалительными медиаторами увеличивает риск послеоперационной инфекции и медленного функционального восстановления.

Заключение. Применение комбинированной анестезии и послеоперационной

эпидуральной анальгезии у пациентов детского возраста, перенесших хирургическую коррекцию деформации позвоночника, позволило оптимизировать гемодинамику и достичь более эффективного обезболивания в интра- и послеоперационном периоде по сравнению с контрольной группой. Блокада афферентных нервов с помощью спинальной и эпидуральной анальгезии позволяет снизить послеоперационную нейроэндокринную стрессовую реакцию за счет эффективного контроля боли, что проявляется снижением потребления парентеральных опиоидов.

Список цитированных источников

1. Регионарная анестезия в педиатрической практике : учеб.-метод. пособие / А. Е. Кулагин [и др.] — Минск : БелМАПО, 2022. — 65 с.
2. Analgesic effect of low dose intrathecal morphine after spinal fusion in children / O. Gall [et al.] // *Anesthesiology*. — 2001. — Vol. 94. — P. 447–452.
3. A randomized comparison of the effects of continuous thoracic epidural analgesia and intravenous patient-controlled analgesia after posterior spinal fusion in adolescents / J. F. Cassidy [et al.] // *Reg. Anesth. Pain Med.* — 2000. — Vol. 25. — P. 246–253.
4. Овечкин, А. М. Послеоперационная боль: состояние проблемы и современные тенденции послеоперационного обезболивания / А. М. Овечкин // Регионарная анестезия и лечение острой боли. — 2015. — № 9. — С. 29–39.
5. Регионарная анестезия и иммунный компонент стресс-ответа в онкохирургии / Г. В. Илюкевич [и др.] // *Медицинский журнал*. — 2018. — №2. — С.7–12.
6. Марочков, А. В. Интегративный показатель состояния артериального давления при многокомпонентной ингаляционной анестезии / А. В. Марочков, С. А. Точило, Д. А. Жилинский // *Журнал ГрГМУ*. — 2010. — № 3. — С. 36–38.

Forming a stress response and its hemodynamic manifestations during surgical correction of congenital spine deformations in children depending on the type of anesthesia

*Radziukevich V. M.¹, Svetlitskaya V. I.³, Zhavoronok A. M.²,
Tesakov D. K.¹, Pustavoitau K. V.¹*

¹ *Republican Scientific and Practical Center of Traumatology and Orthopedics,
Minsk, Republic of Belarus;*

² *Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk, Republic of Belarus;*

³ *City Clinical Emergency Hospital, Minsk, Republic of Belarus*

The influence of regional methods of anesthesia on perioperative hemodynamics, quality of pain relief and neuroendocrine response was evaluated in children during surgical correction of spinal deformities. 46 patients were divided into 2 groups: in the control group ($n = 24$) general anesthesia was used (GEA), in the main group ($n = 22$) — combination of GEA with intrathecal morphine and postoperative epidural analgesia. Intraoperative hemodynamics was the same in both groups, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, blood pressure mean and heart rate 6 and 24 hours after surgery were statistically significantly lower in the main group ($p < 0.05$). Pain severity, glucose,

CRP and lymphocyte levels were statistically significantly lower in the main group ($p < 0.05$). Preoperative intrathecal administration of morphine and postoperative epidural analgesia reliably provide hemodynamic stability, improve the quality of pain relief and suppress the systemic stress response in children during surgical correction of spinal deformities.

Keywords: anesthesia in children, congenital spinal deformity, epidural analgesia, hemodynamic parameters, stress response.

Поступила 13.06.2023