

Состояние центральной гемодинамики и вегетативного статуса при спинальной анестезии у детей раннего возраста

Е. В. Девайкин, А. И. Свалов

Уральская государственная медицинская академия;
Областная детская клиническая больница № 1, Екатеринбург

Central hemodynamics and autonomic nervous system functions during spinal anesthesia in younger children

E. V. Devaykin, A. I. Svalov

Ural State Medical Academy, Regional Pediatric Clinical Hospital №1, Yekaterinburg

Проведена сравнительная оценка состояния центральной гемодинамики и вегетативного статуса у детей раннего возраста при хирургической коррекции врожденной косолапости, выполненной в условиях комбинированной спинальной анестезии в сочетании с внутривенной седацией мидазоламом (1-я группа) и общей анестезии на основе фторотана и фентанила (2-я группа). Получены достоверные отличия показателей центральной гемодинамики и вегетативного статуса между исследуемыми группами детей. На основании полученных данных сделан вывод, что комбинированная СА является методом выбора при хирургической коррекции пороков развития нижних конечностей, т. к. она обеспечивает более выраженную блокаду ноцицептивной импульсации. *Ключевые слова:* центральная гемодинамика, вегетативный статус, комбинированная спинальная анестезия, дети раннего возраста, врожденная косолапость, блокада ноцицептивной импульсации.

Comparative assessment of central hemodynamics and autonomic functions was conducted in two groups of younger children undergoing surgical treatment of talipes under spinal anesthesia combined with sedation by midazolam (one group) and under general anesthesia with halothane and fentanyl (other group). Significant differences between the two groups in terms of central hemodynamics parameters and autonomic functions were found. The results of our work suggest that combined spinal anesthesia is a method of choice for surgical treatment of congenital foot abnormalities as it produces effective nociceptive block. *Key words:* central hemodynamics, autonomic functions, combined spinal anesthesia, younger children, talipes, nociceptive block.

В специальной литературе последних лет можно найти немало работ, посвященных применению спинальной анестезии (СА) у детей старше 3–5 лет. Как известно, возможность блокады ноцицептивной стимуляции на уровне спинного мозга в интраоперационном периоде позволяет обеспечить достаточную анестезиологическую защиту без существенного влияния на жизненно важные функции организма [1, 2, 6, 9–11]. Достоинствами СА у детей являются отсутствие значимых респираторных нарушений, быстрое пробуждение после анестезии, длительный сенсорный блок, улучшение трофики мягких тканей в зоне операции, снижение интраоперационной кровопотери [11–13].

Однако особенности педиатрической анестезиологии не позволяют применять у детей младшего возраста те же методики РА, что и у взрослых. Применение СА в условиях сохраненного сознания у детей затруднено. Поэтому у них

целесообразно использовать комбинированные варианты СА в сочетании с внутривенной седацией мидазоламом, пропофолом или кетаминном [6, 8]. Вопросы применения комбинированной СА при хирургической коррекции врожденной косолапости у детей грудного и раннего возраста, влияния СА на основные функции и системы организма, сравнительной оценки адекватности СА на основании комплексного анализа состояния центральной гемодинамики, вегетативного статуса, газового состава крови и КОС в литературе освещены недостаточно [5, 6, 8].

Цель исследования: провести сравнительную оценку изменений основных показателей центральной гемодинамики (ЧСС, САД, УО, СИ, ОПСС) и вегетативного статуса (ИСА, ИН) при комбинированной СА и общей анестезии во время хирургической коррекции врожденной косолапости у детей раннего возраста.

Материалы и методы

Исследования проведены у 65 детей грудного и раннего возраста (от 5 мес до 3 лет), которые в зависимости от метода анестезии были разделены на две группы: 1-я (основная) – 36 больных с комбинированной СА; 2-я (контрольная) – 29 детей с общей анестезией. Всем детям проводили хирургическую коррекцию врожденной косолапости (операция Штурма или Штурма–Зацепина). Достоверных различий между группами по возрасту и массе тела не было (табл. 1).

Таблица 1. Распределение детей по возрасту и массе тела

Группы	1	2
Количество	36	29
Возраст, мес	11,31±7,16	13,28±7,52
Масса тела, кг	9,02±1,89	9,52±2,04

Премедикация в обеих группах была стандартной – атропин, промедол, реланиум в возрастных дозах внутримышечно за 30 мин до операции.

У пациентов 1-й группы пункция субарахноидального пространства (L₃–L₄) осуществлялась под ингаляционной анестезией фторотаном (2,5–1,0 об%) в положении ребенка на боку. Болюсно вводили 0,5% изобарический раствор бупивакаина (маркаин спинал) в дозе 0,8±0,15 мг/кг. Седативный эффект поддерживали микроструйным внутривенным введением через периферический катетер мидазолама в дозе 0,87±0,77 мг/кг/ч. В течение всего интраоперационного периода дети находились на спонтанном дыхании с инсуффляцией кислорода (FiO₂ 0,3–0,5) через лицевую маску. Продолжительность операции 66,91±16,87 мин, анестезии – 91,62±12,93 мин. Время начала операции составляло 24,71±6,96 мин от момента выполнения СА.

Во 2-й группе проводили общую анестезию на основе фторотана и фентанила, с ИВЛ. Индукция тиопенталом натрия (8–10 мг/кг внутривенно). ИВЛ аппаратом Chirana–VENAR в режиме CMV на фоне миоплегии ардуаном (пипекурония бромид) 40 мкг/кг/ч. Поддержание анестезии – фторотан до 0,6–1,0 об%, N₂O:O₂ (2:1–1:1) и микроструйным введением фентанила 4 мкг/кг/ч. Длительность операции и анестезии составляла 74,65±14,39 мин и 98,55±16,54 мин соответственно. Операция начиналась через 23,9±16,67 мин от начала индукции.

Больным обеих групп проводилась идентичная инфузионная терапия (кристаллоидные растворы в соотношении 1:1) в объеме 20,11±3,28 (1-я группа) и 21,34±4,16 мл/кг/ч (2-я группа). Инфузия

растворов начиналась за 20–30 мин до операции и продолжалась в течение всего интраоперационного периода. Статистически значимых отличий объема инфузионной терапии, продолжительности операции и анестезии между группами не выявлено.

Показатели центральной гемодинамики (ЧСС, САД, УО, СИ, ОПСС) исследовали методом тетраполярной реографии с помощью гемодинамического монитора MARG 10-01 «Микролюкс» по программе «Кентавр» [11].

Вегетативный статус изучали методом кардиоинтервалографии (КИГ). Анализ активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы осуществлялся по динамике двух интегральных показателей: индекса напряжения Баевского (ИН) в условных единицах, в зависимости от диапазона разброса этого показателя оценивалась выраженность болевого синдрома [4]; индекса симпатической активности (ИСА), указывающего на баланс активности симпатического и парасимпатического отделов ВНС [7].

Исследования показателей центральной гемодинамики и вегетативного статуса проводились на шести этапах: I) до операции (исходные данные); II) субарахноидальная пункция (для 1-й группы), индукция (для 2-й группы); III) через 20 мин после пункции (для 1-й группы) и индукции (для 2-й группы); IV) начало операции; V) травматичный этап операции и VI) конец операции.

Результаты и обсуждение

Исходные показатели ЧСС и САД в обеих группах больных превышали средние возрастные величины на 3,4%. Исходная тахикардия, очевидно, была обусловлена эмоциональным фоном и негативной реакцией на обследование. Умеренная тахикардия сохранялась и на II этапе исследования (при выполнении субарахноидальной пункции). В дальнейшем, начиная с III этапа (через 20 мин после пункции) на фоне введенного бупивакаина ЧСС достоверно снижалась с 134,5 до 123,4 (на 9%). Снижение ЧСС у детей 1-й группы было особенно выражено на этапах оперативного вмешательства (начало, травматичный этап и конец операции) соответственно на 13,02 ($p<0,05$), 15,65 и 17,98% ($p<0,001$). Такая стабильная нормализация ЧСС была обусловлена эффективным спинальным блоком и достаточным уровнем седации. У больных контрольной группы почти на

всех этапах исследования сохранялась умеренная тахикардия (табл. 2).

Показатели САД на всех этапах исследования достоверных изменений не претерпевали и колебались от 65,92 (исходные данные) до 67,94 мм рт. ст. (после пункции). У детей, оперированных в условиях общей анестезии, показатели САД характеризовались тенденцией к увеличению. Так, на этапе индукции и травматического этапа операции было отмечено увеличение САД на 4,7 и 6,6% соответственно (см. табл. 2).

Сравнительный анализ показателей центральной гемодинамики (ЧСС, САД) выявил наличие достоверных изменений рассматриваемых параметров между группами исследуемых больных. Так, у детей 1-й группы по сравнению со 2-й группой ЧСС в начале операции, на травматическом

этапе и конце вмешательства достоверно снижались на 7,7; 14,5 и 9,6% соответственно (рис. 1).

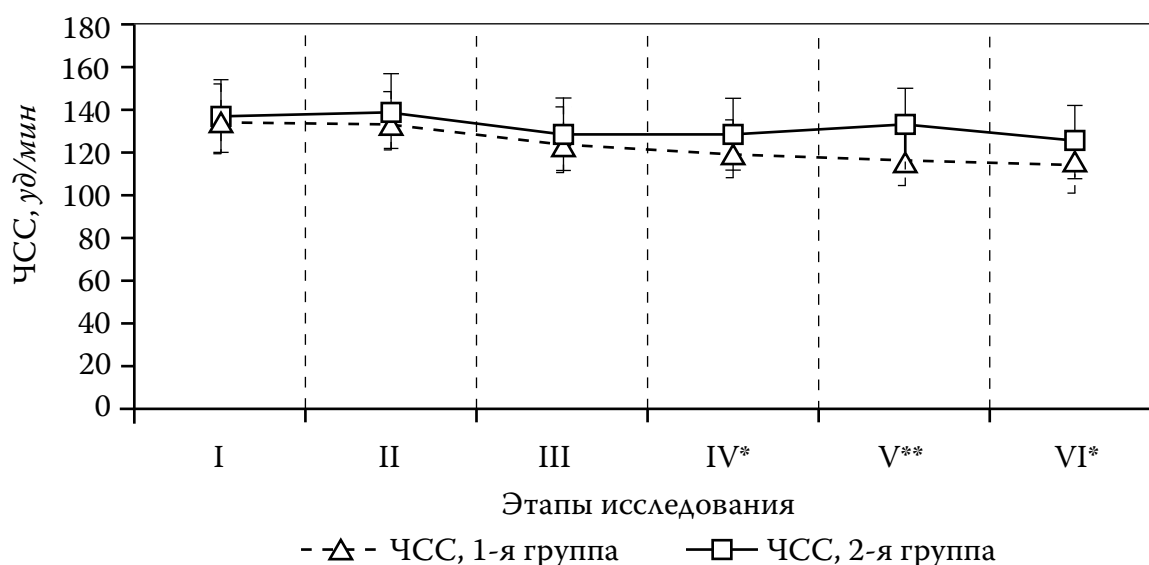
Показатели среднего артериального давления (САД) у больных контрольной группы существенно увеличивались после вводного наркоза, на травматическом этапе и в конце операции соответственно на 10,7; 13,1 и 12,7% (рис. 2).

Анализ основных параметров гемодинамики (УО, СИ, ОПСС) показал, что в обеих группах больных существенных изменений этих показателей не происходило (табл. 3). Однако уровень стабильности гемодинамики различался в зависимости от варианта анестезии. У больных, оперированных под комбинированной СА (1-я группа), УО был ниже на всех этапах исследования, в том числе и на исходном этапе. Наиболее выраженная тенденция к снижению УО была зарегистрирована

Таблица 2. Динамика показателей ЧСС и АД

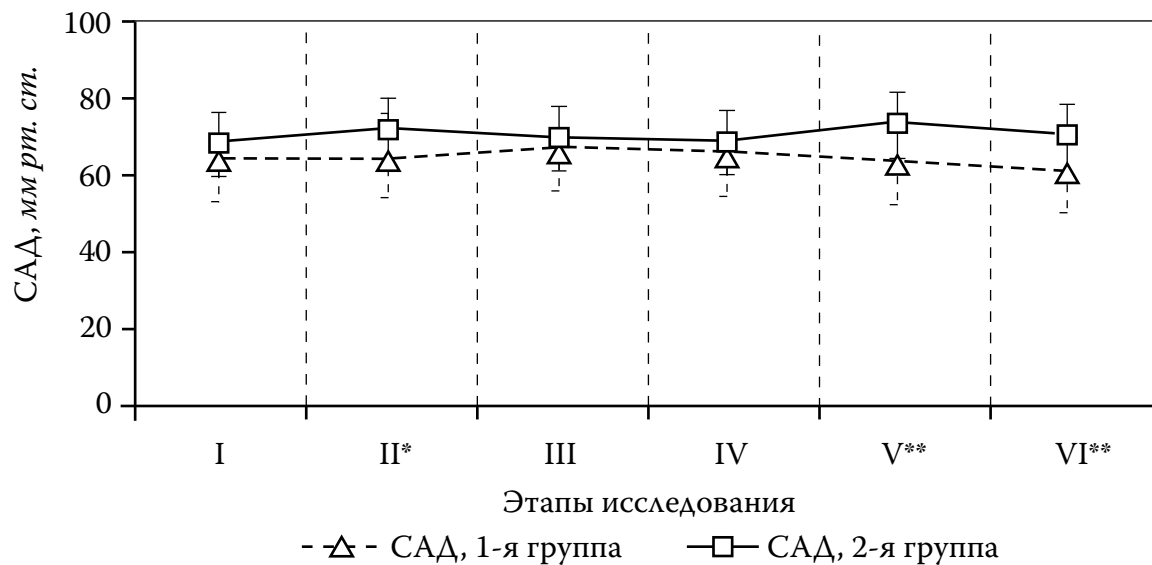
Этапы исследования	1-я группа (n=36)		2-я группа (n=29)	
	ЧСС, уд/мин	САД, мм рт. ст.	ЧСС, уд/мин	САД, мм рт. ст.
I	134,5±17,9	65,92±7,27	137,2±16,4	69,8±9,2
II	132,9±16,8	65,53±7,87	139,3±17,2	73,1±12,2
III	123,4±15,1*	67,94±9,03	128,7±17,4	71,1±11,1
IV	119,0±14,1*	66,89±9,65	128,2±17,0*	70,1±11,5
V	116,3±14,9**	64,74±7,48	133,2±15,7	74,4±11,7
VI	114,0±15,5**	62,71±7,39	125,0±12,1*	71,8±9,3

* – $p < 0,05$ при сравнении с исходным уровнем; ** – $p < 0,001$ при сравнении с исходным уровнем.



* – уровень достоверности $p < 0,05$ между группами; ** – уровень достоверности $p < 0,001$ между группами.

Рис. 1. Сравнительный анализ динамики показателей ЧСС



* – уровень достоверности $p < 0,05$ между группами; ** – уровень достоверности $p < 0,001$ между группами.

Рис. 2. Сравнительный анализ динамики показателей САД

Таблица 3. Динамика показателей УО и СИ

Этапы исследования	1-я группа (n=36)		2-я группа (n=29)	
	УО, мл	СИ, л/мин/м ²	УО, мл	СИ, л/мин/м ²
I	7,86±2,89	2,27±0,69	9,14±4,39	2,61±1,4
II	7,45±2,91	2,15±0,56	9,21±4,90	2,65±1,29
III	7,69±2,73	2,07±0,58	8,97±4,44	2,52±1,35
IV	7,48±2,76	1,95±0,57	8,83±4,04	2,47±1,03
V	7,55±2,81	1,93±0,53*	8,59±4,08	2,4±0,94
VI	7,47±2,76	1,88±0,5*	8,62±4,11	2,33±1,04

* – $p < 0,05$ при сравнении с исходным уровнем.

после выполнения пункции и в начале оперативного вмешательства – на 23,6 и 18,1% соответственно, хотя эти показатели и оставались в пределах возрастной нормы. Аналогичная тенденция была выявлена и в отношении сердечного выброса. Снижение СИ на этапах анестезии и оперативного вмешательства на 21,7–27,3% было обусловлено прежде всего снижением ЧСС до нормальных возрастных величин.

Достоверных различий изменений ОПСС между группами не было выявлено. Отмечена тенденция к снижению этого показателя на 26,9% в основной группе больных, где использовалась комбинированная СА (табл. 4).

В данном разделе работы представлен сравнительный анализ двух интегральных показателей вегетативного гомеостаза: 1) индекса напряжения (ИН), отражающего степень напряжения

симпатической и парасимпатической систем, регулирующих деятельность сердца; 2) индекса симпатической активности (ИСА), указывающего на соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов ВНС [3]. При колебаниях ИСА в интервале от 0 до 30 наблюдается преобладание парасимпатической активности; при 30–70 отмечается нормальный баланс симпатической и парасимпатической активности, свидетельствующий об адекватности анестезиологической защиты; при 70–100 возникает преобладание активности симпатического отдела ВНС.

Как видно из табл. 5, ИСА оставался в диапазоне нормального баланса симпатической и парасимпатической активности. Однако на II–IV этапах исследования у больных основной группы отмечалось относительное снижение активности симпатического отдела ВНС на 8,6–32,4%

Таблица 4. Сравнительные показатели ОПСС ($\text{дин} \times \text{с} \times \text{см}^{-5}$)

Этапы исследования	1-я группа (n=36)	2-я группа (n=29)
I	5461±1909	5702±2203
II	5554±1697	5868±2161
III	5606±1911	5735±2008
IV	5835±1864	5703±2011
V	5944±2166	6000±2122
VI	5628±2129	6017±2104

Таблица 5. Показатели КИГ по этапам операции (ед.)

Этапы исследования	1-я группа (n=36)		2-я группа (n=29)	
	ИСА	ИН	ИСА	ИН
I	58,3±37,2	310,2±188,3	63,5±39,9	255,4±163,1
II	63,8±34,1	292,6±178,2	69,3±37,6	254,3±145,4
III	50,6±35,3	226,2±117,4	67,2±39,1	256,6±162,8
IV	48,2±37,3	226,0±141,1	63,8±40,7	272,1±159,5
V	49,4±32,5	209,51±24,1*	70,2±36,5	277,6±167,6
VI	43,3±30,9	192,71±40,8*	74,43±4,7	232,5±131,8

* – $p < 0,05$ при сравнении с исходным уровнем.

($p > 0,05$). Наиболее существенное снижение – на 42,1 и 71,8% соответственно было отмечено на травматичном этапе операции и в конце вмешательства. Следует отметить, что высокий процент этой разницы активности обусловлен не только снижением ИСА в основной группе, но и увеличением его у детей контрольной группы, что свидетельствует об адекватной блокаде симпатикотонии при СА (рис. 3).

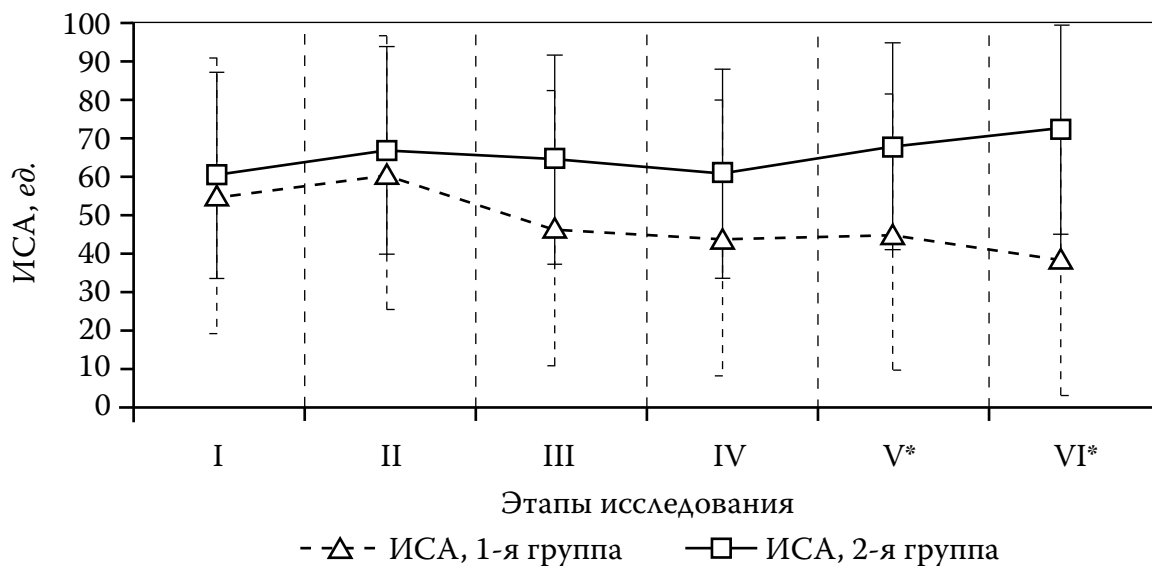
По данным М. Б. Курбергера [7], показатели индекса напряжения Баевского (ИН) колеблются в весьма широком диапазоне. Выделяют следующие зоны колебаний ИН: от 48 до 199 – отсутствие болевого синдрома; от 200 до 749 – слабая боль; от 750 до 2999 – умеренная боль; от 3000 до 6805 у. е. – нестерпимая боль.

ИН на исходном этапе исследования и после субарахноидальной пункции (1-я группа), после индукции и интубации трахеи (2-я группа) на 21,4 и 15,4% соответственно был выше, чем у больных, оперированных в условиях СА ($p > 0,05$). На остальных этапах – через 20 мин после СА (1-я группа), через 20 мин после индукции (2-я группа); в начале операции; на травматичном этапе и в конце оперативного вмешательства ИН у больных основной группы снижался на 13,4; 20,4; 32,5 и 20,6% соответственно (см. табл. 5).

Эти изменения носили недостоверный характер. Следует отметить, что, хотя диапазон выявленных колебаний ИН укладывался в зону «слабой боли», тем не менее отмечалась четко выраженная тенденция смещения ИН (особенно на травматичном этапе и в конце операции) в зону «отсутствия болевого синдрома» в основной группе детей (рис. 4).

Дети, оперированные в условиях комбинированной СА, в течение всего времени анестезии и оперативного вмешательства находились на самостоятельном дыхании. У всех детей на исходном этапе исследования отмечалось тахипноэ. Частота дыхания (ЧД) превышала возрастную норму, и это было связано с психоэмоциональным возбуждением во время исследования гемодинамики. На последующих этапах исследования на фоне СА и седации мидазоламом выявлено достоверное снижение ЧД: через 20 мин после пункции и введения местного анестетика – на 20,5% ($p < 0,05$); в начале оперативного вмешательства – на 23,0% ($p < 0,001$); на травматичном этапе операции – на 22,4% ($p < 0,001$) и в конце операции – на 23,0% ($p < 0,001$). Эти изменения представлены в табл. 6.

Исследования показателей газообмена и КОС проводились на трех этапах: исходные данные,



* – уровень достоверности $p < 0,05$ между группами.

Рис. 3. Сравнительный анализ динамики показателей ИСА

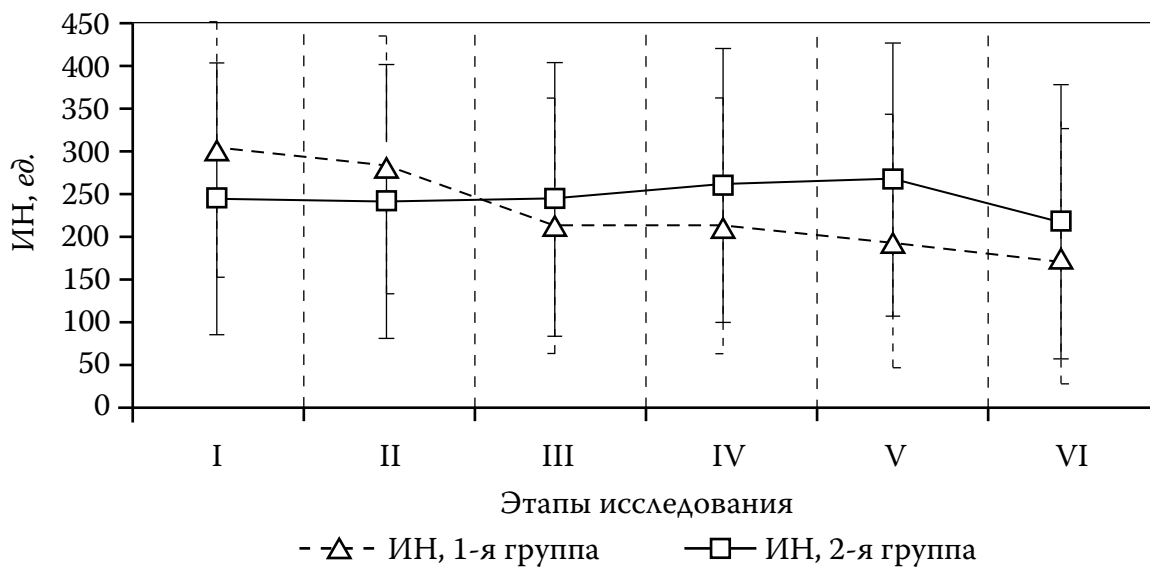


Рис. 4. Сравнительный анализ динамики показателей ИН

Таблица 6. Динамика показателей ЧД и SpO₂

Этапы исследования	1-я группа (n=36)		2-я группа (n=29)
	ЧД, мин ⁻¹	SpO ₂ , %	SpO ₂ , %
I	36,1±8,2	97,7±1,0	97,4±1,1
II	34,6±8,9	97,6±1,0	97,9±1,1
III	28,7±8,3*	97,9±1,0	98,2±0,8*
IV	27,8±7,1**	97,7±1,1	98,1±0,7*
V	27,8±7,1**	97,9±0,8	98,2±1,0*
VI	27,8±6,2**	98,0±0,8	98,2±1,2*

* – $p < 0,05$ при сравнении с исходным уровнем; ** – $p < 0,001$ при сравнении с исходным уровнем.

Таблица 7. Динамика показателей газов крови

Этапы исследования	1-я группа (n=36)		2-я группа (n=29)	
	pO ₂	pCO ₂	pO ₂	pCO ₂
I	107,9±94,4	35,2±4,7	79,5±14,1	34,5±3,5
V	146,6±65,0*	44,4±4,5**	138,1±60,1**	43,2±16,2**
VI	84,0±21,3	38,9±4,1**	120,6±55,6*	42,0±7,0**

* – $p < 0,05$ при сравнении с исходным уровнем; ** – $p < 0,001$ при сравнении с исходным уровнем.

на травматичном этапе операции и в конце оперативного вмешательства. По показателям pCO₂ на исходном этапе и в конце операции значимых отличий между группами не было, но на травматичном этапе операции отмечалось достоверное увеличение pCO₂ до 44,4 мм рт. ст. ($p < 0,05$) у больных основной группы, не превышающее нормальную величину (табл. 7).

Показатели pO₂ в обеих группах исследуемых больных были достаточно стабильными и не снижались ниже нормальных возрастных величин. Снижение этого показателя на 43,5% ($p < 0,05$) у больных, оперированных в условиях комбинированной СА, связано с тем, что эти дети находились на спонтанном дыхании газовой смесью с FiO₂ = 0,2–0,3, а дети контрольной группы – на ИВЛ с FiO₂ = 0,5–0,6.

Заключение

Сравнительная оценка адекватности анестезиологической защиты от операционной травмы на основе комплексного анализа состояния центральной гемодинамики и вегетативного статуса показала, что в условиях обоих исследуемых методов анестезии обеспечивается достаточная блокада ноцицептивной импульсации. Что касается уровня анестезиологической защиты, наиболее оптимальное состояние показателей центральной гемодинамики и вариабельности сердечного ритма было отмечено у детей, оперированных в условиях комбинированной СА. Считаем, что комбинированная СА является методом выбора при хирургической коррекции врожденной косолапости у детей раннего возраста.

Литература

1. Айзенберг В. Л., Цыпин А. Е. Регионарная анестезия у детей. М.: ООО «Издательство «Олимп», 2001. 240 с.
2. Анестезия в педиатрии / под ред. Д. Грегори. М., 2003. 1192 с.
3. Астахов А. А. Физиологические основы биоимпендансного мониторинга в анестезиологии (с помощью системы «Кентавр»): учеб. пособие: в 2 т. Челябинск, 1996. 333 с.
4. Баевский Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М., 1984. 220 с.
5. Водопьянов К. А. Сбалансированная региональная анестезия при хирургической коррекции косолапости у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Н. Новгород, 2003. 32 с.
6. Заболотский Д. В., Ульрих Г. Э. Регионарная анальгезия в детской хирургии: учеб. пособие. СПб.: Арден, 2004. 96 с.
7. Кубергер М. Б. Кардиоинтервалография (возможности и перспективы использования в педиатрии) // Вопросы охраны материнства и детства. 1984. № 3. С. 7–10.
8. Кулёв А. Г. Анализ вариабельности ритма сердца в оценке эффективности и безопасности нейроаксиальных блокад у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2006. 22 с.
9. Овечкин А. М. Профилактика послеоперационного болевого синдрома. Патогенетические основы и клиническое применение: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2000. 42 с.
10. Ражев С. В., Степаненко С. М. Этюды регионарной анестезии у детей. М.: ОЛМА-Пресс, 2001. 192 с.
11. Kokki H., Ylonen P., Heikkinen M., Reinikainen M. Levobupivacaine for pediatric spinal anesthesia // Pediatric Anesthesia. 2006; 16 (1): 67–72.
12. Mahe V., Ecoffey C. Spinal anaesthesia with isobaric bupivacaine in infants // Anesthesiology. 1988; 68: 601–603.
13. Rice L. J., DeMars P. D., Whalen T. B. et al. Duration of spinal anesthesia in infants less than one year of age. Comparison of three hyperbaric techniques // Pediatric Anesthesia. 2007; 17 (10): 915–917.