

© Коллектив авторов, 2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕРЕБРАЛЬНОГО КРОВОТОКА И ТЕМПОВ ПСИХОМОТОРНОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ КРАНИОСИНОСТОЗОВ

А.А. Сысоева, Г.В. Летягин, С.А. Ким, В.Е. Данилин, Н.В. Чищина

ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии», Новосибирск, Россия

Краниосинтоз — достаточно распространенная патология, встречающаяся в среднем у 1 новорожденного из 1000, и сопровождающаяся повышением внутричерепного давления, задержкой развития, головной болью, судорожным синдромом. В ФГБУ «ФЦН» 29 пациентам с краниосинтозом было выполнено транскраниальное дуплексное сканирование (ТКДС), проводился осмотр глазного дна и оценка развития по шкалам Журбы–Мастюковой и тесту Денвера. По результатам исследований выявлено, что у 19 (65,51%) пациентов имелось повышение локальной скорости кровотока (ЛСК), причем в 15 (78,95%) случаев нарушения выявлены в средней мозговой артерии. По данным оценки по шкале Журбы–Мастюковой, 8 (40%) детей относились к группе риска, а 1 (5%) пациент имел задержку развития. По данным теста Денвера 7 (29,17%) детей имели задержку развития. При осмотре глазного дна 9 (36%) человек имели ангиопатию по гипертоническому типу. В послеоперационном периоде у 14 (56%) детей была положительная динамика в виде снижения локальной скорости кровотока (ЛСК). У 3 (12%) пациентов отмечена отрицательная динамика по данным ТКДС. При оценке уровня развития по шкале Журбы–Мастюковой через 2–4 месяца у 5 (62%) пациентов, относящихся к группе риска исходно, была положительная динамика, такие же результаты получены по данным теста Денвера. Исходя из этого можно сказать, что ТКДС является значимым обследованием для оценки состояния церебральной гемодинамики в до- и послеоперационном периоде. Оперативное лечение краниосинтоза приводит к улучшению показателей уровня психомоторного развития.

Ключевые слова: краиностеноз, краиносинтоз, транскраниальное дуплексное сканирование, задержка развития.

RESEARCH OF CEREBRAL BLOOD FLOW AND NERVOUS AND MENTAL DEVELOPMENT RATE OF CHILDREN WITH DIFFERENT TYPES OF CRANIOSINOSTOSIS

A.A. Sysoeva, G.V. Letyagin, S.A. Kim, V.E. Danilin, N.V. Chishchina

Federal Neurosurgical Center, Novosibirsk, Russia

Craniosynostosis is a widespread pathology, occurring at an average of 1 in 1,000 newborns, and accompanied by increased intracranial pressure, developmental delay, headache, convulsive syndrome. 29 patients with craniosynostosis were treated in Federal Center of Neurosurgery. Transcranial duplex scanning (TCDS), held fundus examination and evaluation of the development rate using a Zhurba–Mastyukova and Denver developmental scales tests were performed in all patients in the preoperative and postoperative periods. According to these studies we found that there was an increase in local blood flow velocity (BFV) in 19 (65,51%) patients, among them in 15 (78,95%) patients an increase in local BVF in the middle cerebral artery was detected. According to Zhurba–Mastyukova developmental scales tests, 8 (40%) of children was at risk group and 1 (5%) of them had a developmental delay. According to Denver developmental scales tests 7 (29,17%) of children had a developmental delay. 9 (36%) of patients had hypertension angiopathy by results of fundus examination. In the postoperative period 14 (56%) of children had positive dynamics (decrease of BVF). In 3 (12%) of patients negative dynamics was noted by TCDS (increase of BVF). Assessing the level of nervous and mental development on a Zhurba–Mastyukova developmental scales tests, 5 (62%) of patients had positive dynamics in 2–4 months postoperatively, the same results were obtained by Denver developmental scales tests. From this we can say that TCDS is an important examination method for the assessment of cerebral hemodynamics in pre- and postoperative period. Surgical treatment of craniosynostosis leads to an improvement in the level of psychomotor development.

Key words: craniostenosis, craniosynostosis, transcranial duplex scanning, developmental delay.

Введение

Краниосиностоз — преждевременное заражение швов черепа, приводящее к неспецифическому повреждению головного мозга вследствие недостаточного расширения полости черепа в период наиболее активного роста мозга [5, 6]. Впервые термин «краниосиностоз», что в дословном переводе означает «сужение черепа», употребил R. Virchow в 1851 г. В 1937 г. H.R. Sear ввел в практику использование термина «краниосиностоз» в случаях преждевременного закрытия одного и более швов. По классификации M. Cohen 1986 г. выделяют синдромальные и несиндромальные формы. Данная патология в совокупности по данным литературы встречается в среднем 1:1000 новорожденных [4], а несиндромальные краниосиностозы — от 0,3 до 1,4 на 1000 новорожденных [3]. Пациенты с этой патологией подвергаются риску повышения внутричерепного давления, что в свое время оказывает негативное влияние на церебральный кровоток [11, 14, 15], клинически это проявляется в виде головной боли, задержки психомоторного развития, судорожного синдрома.

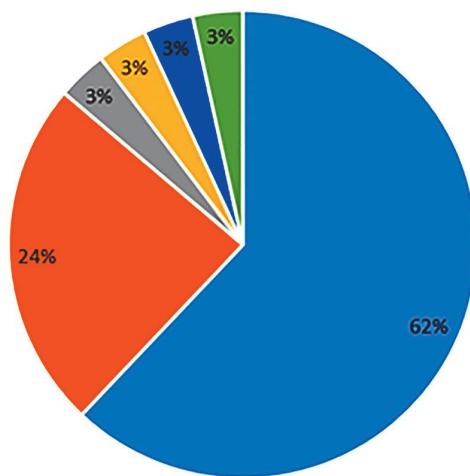
Цели

1. Изучить изменения показателей церебрального кровотока у пациентов с краниосиностозами по данным ТКДС при динамическом наблюдении и уточнить сосудистые бассейны, в которых чаще диагностируются нарушения гемодинамики, а также сопоставить их с данными первично-психического развития и картиной глазного дна.

2. Оценить уровень задержки нервно-психического развития детей в до- и послеоперационном периоде.

Материалы и методы

Выполнено ретроспективное исследование. В детском отделении ФГБУ «ФЦН» г. Новосибирска в течение 10 месяцев было прооперировано 29 пациентов с различными видами краниосиностозов (рис. 1). Возраст детей составил от 1 месяца до 7 лет (средний возраст



- сагиттальный (18 пациентов)
- метопический (7 пациентов)
- правый коронарный (1 пациент)
- левый коронарный (1 пациент)
- левый коронарный и лямбдовидный (1 пациент)
- синдром Пфейфера (1 пациент)

Рис. 1. Виды краниосиностозов

Fig. 1. Types of craniosynostosis

пациентов — 1,2 года). По половой принадлежности преобладали мальчики — 23 человека (80%). Девочек было значительно меньше — 6 человек (20%).

При поступлении 29 детям была выполнена оценка неврологического статуса при объективном осмотре. Также выполнялась оценка уровня развития в группе детей до 1 года по шкале психомоторного развития Л.Т. Журбы — Е.М. Мастиюковой (ШПМР) (20 (68,97%) детям) и по Денверскому скрининг-тесту (DDST). В группе детей от 1 года до 5 лет оценка уровня развития проводилась только по DDST. Общее количество детей, прошедших DDST, — 28 (96,5%). Один пациент 7 лет не оценен данными методами в связи с превышением допустимого возраста. Осмотр окулиста методом офтальмоскопии офтальмоскопом Beta 200 с оценкой состояния глазного дна

Таблица 1

Нормативные показатели кровотока в интракраниальных артериях головы у детей по данным литературы (Куцневич Г.И., Балахонова Т.В., 1994, Лелюк В.Г., Лелюк С.Э., 1996, Hennerici M., 1987, Tratting S. et al., 1990)					
Артерия	Скорость кровотока, см/с			RI, y. e.	D, мм
	V ps	V ed	TVA		
СМА	125±2,5	58±1,3	40,1±6,1	0,54±0,04	2,8±0,8
ПМА	92±1,2	46±1,3	26,7±2,9	0,55±0,05	2,6±0,5
ЗМЛ	75±1,8	39±1,1	28,4±2,9	0,53±0,02	2,0±0,3
ПА	63±1,6	35±0,7	—	0,58±0,06	4,0±0,7
БА	68±1,5	36±0,9	21,9±1,9	0,57±0,06	4,9±0,9

Примечания. V (ps) — пиковая систолическая скорость кровотока, V (ed) — конечная диастолическая скорость кровотока, RI — индекс резистентности, D — диаметр, СМА — средняя мозговая артерия, ПМА — передняя мозговая артерия, БА — базилярная артерия, ЗМЛ — задняя мозговая артерия, ПА — позвоночная артерия

проведен 25 пациентам (71,43%). Транскраниальное дуплексное сканирование (ТКДС) на аппарате Siemens Acuson 2000 до вмешательства выполнено в 29 случаях.

После хирургического лечения в первые 7–14 суток 25 детям (71,43%) проводилась оценка неврологического статуса и уровня развития по ШПМР Журбы–Мастюковой (20 (80%) детям), обследование по DDST (24 (96%)). Также проводился контроль ТКДС всем 25 пациентам, обследованным в раннем послеоперационном периоде, и сравнивался с нормативными показателями (табл. 1).

В катамнезе (через 2–4 месяца) у 20 детей проводилась оценка по ШПМР Журбы–Мастюковой, у 28 — также по DDST, осмотр окулиста с исследованием состояния глазного дна выполнен 25 пациентам.

Результаты

В дооперационном периоде по ШПМР Журбы–Мастюковой 8 из 20 детей (40%) набрали 23–26 баллов, что расценено как группа

риска, 1 ребенок (5%) с множественными пороками развития набрал менее 23 баллов, что свидетельствовало о задержке развития.

С целью дополнительной оценки развития детей проводилось DDST 28 детей, по результатам которого у 8 пациентов (28,57%) выявлена задержка развития, детей с опережением развития не было. Все дети до 1 года с результатами ниже возрастной нормы по данным DDST набрали по ШПМР Журбы–Мастюковой менее 26 баллов.

В дооперационном периоде при исследовании гемодинамических нарушений по данным ТКДС у 10 пациентов из 29 обследованных детей (34,48%) отклонений от нормы не выявлено, а у 19 детей (65,51%) отмечалось повышение уровня локальной скорости кровотока (ЛСК). Наиболее часто повышение ЛСК отмечалось в средней мозговой артерии (СМА) — в 15 случаях из 19, что составило 78,95% (рис. 2). Также нарушение скорости кровотока было диагностировано в передней мозговой артерии (ПМА) у 1 ребенка (5,26%), в бази-

Таблица 2

Соотношение показателей уровня развития по данным оценочных шкал с нарушениями по данным офтальмоскопии и ТКДС у детей старше 1 года жизни			
Ratio of indicators of the level of development according to evaluation scales with impairments according to ophthalmoscopy and transcranial duplex sonography (older than 1 year)			
Оценка по DDST	Количество пациентов	Количество пациентов с ангиоспазмом	Количество пациентов с нарушениями ЛСК по данным ТКДС
Всего	8 (100 %)	—	—
Соответствует возрастной норме	6 (80 %)	3 (40 %)	6 (80 %)
Задержка развития	2 (20 %)	2 (20 %)	2 (20 %)

лярной артерии (БА) — у 1 (5,26 %), в задней мозговой артерии (ЗМА) — у 1 (5,26 %), а также выявлено сочетание нарушений кровотока в бассейнах ПМА, ЗМА, БА и позвоночной артерии (ПА) у 1 пациента (5,26 %).

У 9 из 25 обследованных пациентов (36 %) по данным осмотра глазного дна до операции выявлен ангиоспазм. У детей с сосудистыми нарушениями на глазном дне во всех случаях были диагностированы нарушения ЛСК по данным ТКДС.

Пациент 7 лет амбулаторно был обследован психологом, по результатам проведенного обследования нарушений выявлено не было. Объективно при осмотре патологии нервной системы не обнаружено. По данным офтальмоскопии диагностирован ангиоспазм. При проведении ТКДС у него было выявлено повышение ЛСК в бассейне обеих СМА и обеих ПМА.

По результатам всех обследований можно сказать, что у детей с краниосиндрозом в возрасте старше 1 года риск развития гемодинамических нарушений очень высокий. Повышение ЛСК встречается в 100 % случаев, как у детей с задержкой развития, так и у детей с нормальным уровнем развития (табл. 2).

У детей до 1 года нарушение ЛСК по данным ТКДС, а также признаки ангиоспазма чаще выявлялись у пациентов из группы риска (табл. 3).

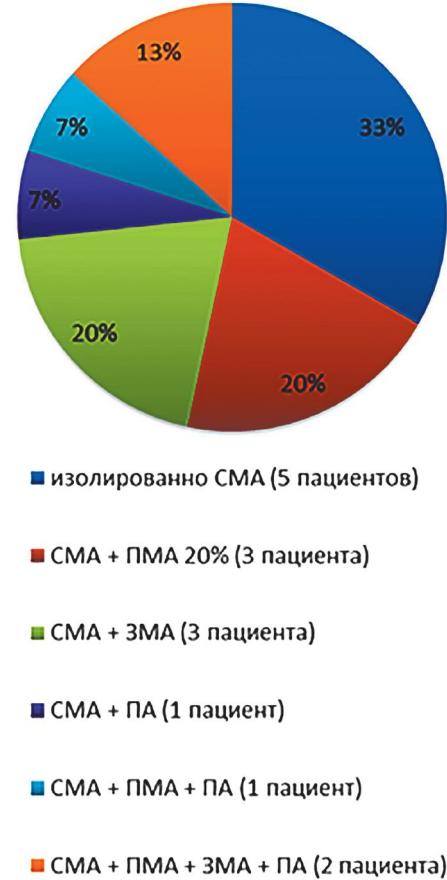


Рис. 2. Структура нарушений ЛСК по СМА

Fig. 2. The structure disorder of the local blood flow velocity through the middle cerebral artery

Таблица 3

Соотношение показателей уровня развития по данным оценочных шкал с нарушениями по данным офтальмоскопии и ТКДС у детей до 1 года жизни Ratio of indicators of the level of development according to evaluation scales with impairments according to ophthalmoscopy and transcranial duplex sonography (younger than 1 year)				
Оценка по ШПМР Журбы–Мастюковой	Количество детей	Количество детей с задержкой развития по данным DDST	Количество пациентов с ангиоспазмом	Количество пациентов с нарушениями ЛСК по данным ТКДС
Всего	20 (100 %)	—	—	—
30–26	11 (55 %)	0	1 (5 %)	4 (20 %)
26–23	8 (40 %)	6 (30 %)	5 (25 %)	6 (30 %)
Менее 23	1 (5 %)	0	0	0

При оценке в первые две недели после оперативного по ШПМР Журбы–Мастюковой 20 детей до 1 года, а также 28 детей по DDST в раннем послеоперационном периоде показатели остались на прежнем уровне.

Контрольное ТКДС было проведено 25 детям. Выявлено, что среди 10 пациентов (40 %) без исходных нарушений кровотока у 2 (8 %) диагностировано ухудшение в виде повышения ЛСК до патологических значений, у остальных 8 детей результаты сохранились в пределах нормы. Среди 15 детей (60 %) с исходными гемодинамическими нарушениями по данным ТКДС у 14 обследуемых (56 %) диагностировано улучшение гемодинамических показателей в виде снижения локальной скорости кровотока (в 8 случаях до нормальных показателей, в 6 случаях ЛСК сохранялся ускоренным, но отмечалась убедительная положительная динамика). У 1 ребенка (4 %) выявлена отрицательная динамика в виде еще большего повышения ЛСК.

При оценке психомоторного развития через 2–4 месяца после хирургической коррекции у детей, исходно не имеющих отклонений в развитии, отрицательной динамики не наблюдалось. В группе детей до 1 года (20 человек) среди 8 пациентов, относившихся к группе риска и набравших 23–26 баллов по ШПМР Журбы–Мастюковой, у 5 детей (62,5 %) пока-

затели улучшились до возрастной нормы. Такие же результаты в этой группе получены по DDST. У всех детей с положительной динамикой по психомоторному развитию отмечалась положительная динамика по показателям локальной скорости кровотока при обследовании в раннем послеоперационном периоде. Однако ребенок с исходной задержкой развития, набравший 22 балла по ШПМР, свои показатели не улучшил, что может быть связано с сопутствующими множественными пороками развития. В группе детей старше 1 года (5 человек) при оценке развития по DDST показатели остались на прежнем уровне. У 4 пациентов психомоторное развитие соответствовало возрасту, а у пациента с синдромом Пфейфера сохранялась задержка развития.

Контрольный осмотр окулиста проводился 25 пациентам амбулаторно через 2–4 месяца после оперативного лечения. У всех 25 пациентов состояние сосудов глазного дна соответствовало возрастной норме, случаев ангиоспазма выявлено не было.

В проводимом исследовании среди детей до 1 года 40 % были отнесены к группе риска по данным ШПМР Журбы–Мастюковой и 5 % – к группе детей с задержкой развития. Эти результаты в 25 % случаев подтверждены данными DDST. В послеоперационном периоде среди детей из группы риска по дан-

ным ШПМР Журбы–Мастюковой и DDST у 62,5% отмечалась положительная динамика в развитии. Также положительная динамика отмечалась по результатам исследования церебрального кровотока и состоянию глазного дна по данным офтальмоскопии (рис. 3).

Обсуждение

Изучая распределение данной патологии в разрезе половой принадлежности, мы выявили, что наибольшую распространенность краиносинтоз имеет в мужской популяции, что совпадает с данными литературы [2]. Наиболее распространенной формой краиносинтоза является сагиттальная (62%), что также соответствует данным отечественных и зарубежных авторов [7, 9, 10].

По данным литературы, с течением времени у большинства пациентов с краиносинтозами возникает повышение внутричерепного давления [7, 10]. Влияние повышенного ВЧД может приводить к изменению состояния церебральных сосудов [14], это отслеживалось с помощью ТКДС. У 82% пациентов отмечались гемодинамические нарушения, причем наиболее часто изменение скорости кровотока диагностировано в СМА (78,95%). В послеоперационном периоде при проведении ТКДС у 56% отмечалась положительная динамика в виде снижения локальной скорости кровотока. B. Wang и S.G. Westra также в послеоперационном периоде диагностировали положительную динамику ЛСК [16, 17]. Однако среди пациентов, оперированных в нашем центре, у 12% детей отмечено ухудшение в виде повышения ЛСК. У одного ребенка это может быть связано с возрастом (оперативное лечение проведено в 7 лет), у остальных детей достоверной связи с возрастом и соматическим состоянием не было. Исходя из этого можно сделать вывод, что использование транскраниального дуплексного сканирования возможно для пред- и послеоперационного наблюдения за динамикой церебрального кровотока.

Достаточно значимым при оценке ВЧД является осмотр глазного дна с исследованием дисков зрительных нервов на предмет отека и изменения его цвета [13]. Однако в связи

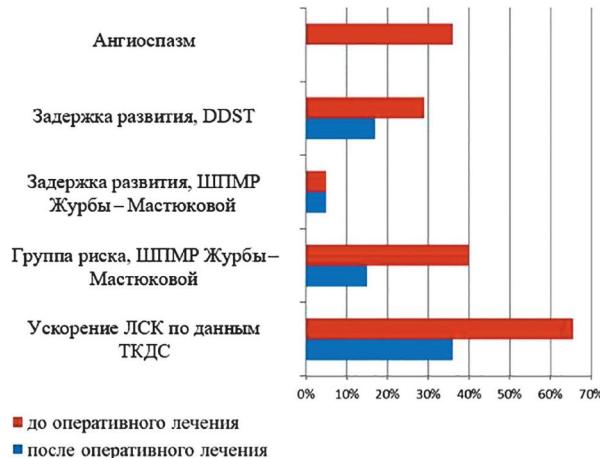


Рис. 3. Динамика изменений показателей, сводный график. По оси *y* расположены виды обследований, по оси *x* — количество пациентов в процентах

Fig. 3. Dynamics of changes in the parameters. On the *y*-axis the types of examination, on the *x*-axis is number of patients in percentages

с тем, что повышение ВЧД при краиносинтозе происходит достаточно медленно, характерных изменений на глазном дне может не быть, что в данном случае не исключает наличия гипертензии [1, 8]. По данным офтальмоскопии в нашей группе пациентов застойных явлений на глазном дне отмечено не было, ангиоспазм выявлен только у детей с нарушениями ЛСК. При динамическом наблюдении в отдаленном послеоперационном периоде изменения на глазном дне регressedировали до нормы, что также расценено как положительный результат оперативного лечения.

Еще одним важным эффектом раннего закрытия швов на жизнь ребенка является формирование задержки психомоторного развития. По данным обзора Kyu-Won Shim et al., оперативное лечение улучшает прогноз на развитие ребенка, причем хирургическое вмешательство в возрасте 6 месяцев будет более эффективным, чем в более поздние сроки [12]. Наше исследование на небольшом материале показало, что у части детей после коррекции краиносинтоза показатели шкал психомоторного развития улучшились до возрастной нормы.

Выводы

- Для динамического наблюдения за церебральным кровотоком у детей с краиносиностозами целесообразно использовать ТКДС.
- Наиболее часто патологическое повышение локальной скорости кровотока у детей с краиносиностозами встречается в средней мозговой артерии.
- У детей с краиносиностозами имеется более высокий риск формирования задержки психомоторного развития.
- Оперативная коррекция краиносиностоза приводит к улучшению церебральной гемодинамики и повышению уровня психомоторного развития.
- У пациентов с исходными нарушениями ЛСК по данным ТКДС чаще выявляется задержка развития или риск формирования задержки развития по данным исследования психомоторного развития.

А.А. Сысоева, невролог, ФГБУ
 «Федеральный центр нейрохирургии»,
 г. Новосибирск
 e-mail: a_sysoeva@neuronsk.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

- Бельченко В.А., Притыко А.Г., Мамедов Э.В. Диагностика и лечение сложных несиндромальных форм краиносиностозов // Нейрохирургия. — 2003. — № 2. — С. 2328.
- Bel'chenko V.A., Prityko A.G., Mamedov Je. V. Diagnosis and treatment of complicated forms of non-syndromic craniosynostosis. Nejrohirurgija. 2003. N 2. P. 23–28.
- Зайченко А.А., Коченкова О.В., Анисимова Е.А. Закономерности облитерации зубчатых швов черепа человека (обзор) // Саратовский научно-медицинский журнал. — 2011. — Вып. 3, т. 7. — С. 567–572.
- Zaychenko A.A., Kochenkova O.V., Anisimova E.A. Patterns of obliteration of barbed sutures of human skull (review). Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal. 2011. N 3–7. P. 567–572. (in Russian).
- Иванова Н.Е. Предоперационное применение препарата эритропоэтин (Аранест) как способ кровосбережения у детей с несиндромальными краиносиностозами // Insitu. — 2015. — Вып. 4. — С. 122–126.
- Ivanova N.E. Preoperative use of the drug erythropoietin (Aranesp) as a way to prevent anemia in

children with nonsyndromic craniosynostosis. In situ. 2015. N 4. P. 122–126 (in Russian).

- Лопатин А.В., Ясонов С.А., Васильев И.Г. Хирургическое лечение краиносиностозов у детей // Стоматология-2005: Мат-лы научн. форума. — М., 2005. — С. 160–161.
- Lopatin A.V., Yasonov S.A., Vasil'ev I.G. Surgical treatment of craniosynostosis in children. Stomatologiya-2005: Science forum materials. Moscow, 2005. P. 160–161 (in Russian).
- Лопатин А.В., Ясонов С.А. Важность ранней диагностики врожденных деформаций черепа у детей // Практика педиатра. 2007. — Март. — С. 48–50.
- Lopatin A.V., Yasonov S.A. The importance of early diagnosis of congenital cranial deformities in children. Praktika pediatra. 2007. March. P. 48–50 (in Russian).
- Лопатин А.В., Ясонов С.А. Общие вопросы ранней диагностики краино-синостозов. Методические рекомендации для врачей / Российская детская клиническая больница. — М.: ПроМедиа, 2005.
- Lopatin A.V., Yasonov S.A. General issues of early diagnosis of craniosynostosis. Guidelines for doctors. Russian Children's Clinical Hospital. Moscow: Pro-Media, 2005 (in Russian).
- Мамедов Э.В. Клиника, диагностика и лечение детей с несиндромальными формами краиносиностозов: Автoref. дис. ... д-ра мед. наук. — М., 2005.
- Mamedov Je. V. Clinic, diagnostics and treatment of children with non-syndromic forms of craniosynostosis: Avtoref. dis. ... MD. Moscow, 2005. (in Russian).
- Сатанин Л.А., Горелышев С.К., Хирургическое лечение несиндромальных краиносиностозов у детей: Клинические рекомендации // XXXX Пленум правления Ассоциации нейрохирургов России, г. Санкт-Петербург, 16.04.2015 г. — М., 2015 г.
- Satanin L.A., Gorelyshev S.K. Surgical treatment of non-syndromic craniosynostosis in children: Clinical recommendations. XXXX the Plenum of the Board of the Association of neurosurgeons of Russia, St. Petersburg, 16.04.2015. Moscow, 2015. (in Russian).
- Суфianов А.А., Гаивов С. С-х., Суфianов Р.А., Иванова Н.Е. Клиническая картина несиндромальных краиносиностозов у детей раннего возраста // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. — 2015. — № 115 (8). — С. 18–22. DOI: 10.17116/jnevro20151158118-22.
- Sufianov A.A., Gaibov S.S.-h., Sufianov R.A., Ivanova N.E. The clinical picture of nonsyndromic craniosynostosis in children. Zhurnal nevrologii i psichiatrii im. S.S. Korsakova. 2015. N 115 (8). P. 18–22, DOI: 10.17116/jnevro20151158118-22 (in Russian).

10. Boyadjiev S. Genetic analysis of non-syndromic craniosynostosis. *Orthodontics & Craniofacial Research.* 2007. N 10 (3). P. 129–137.
11. Renier D., Lajeunie E., Arnaud E., Marchac D. Management of craniosynostoses. *Child's Nerv. Syst.* 2000. N 16 (10–11). P. 645–658. DOI: 10.1007/s003810000320.
12. Shim Kyu-Won, Park Eun-Kyung, Kim Ju-Seong, Kim Yong-Oock, Kim Dong-Seok. Neurodevelopmental problems in non-syndromic craniosynostosis // J. Korean. Neurosurg. Soc. — 2016. — N 3. — P. 242–246. DOI: org/10.3340/jkns.2016.59.3.242.
13. Spruijt B., Joosten K., Driessens C., Rizopoulos D., Naus N., Schroeff M., Wolvius E., Veelen M.-L., Tasker R., Mathijssen I. Algorithm for the management of intracranial hypertension in children with syndromic craniosynostosis. *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2015. Aug.; N 136 (2). P. 331–340. DOI: 10.1097/PRS.0000000000001434.
14. Spruijt B., Tasker R.C., Driessens C., Lequin M.H., Veelen M.L. C., Mathijssen I.M.J., Joosten K.F. M. Abnormal transcranial Doppler cerebral blood flow velocity and blood pressure profiles in children with syndromic craniosynostosis and papilledema. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery.* 2016. Apr.; N 44 (4). P. 465–470. DOI: 10.1016/j.jcms.2016.01.001.
15. Tamburini G., Caldarelli M., Massimi L., Santini P., Rocco C. Intracranial pressure monitoring in children with single suture and complex craniosynostosis: a review. *Child's Nerv. Syst.* 2005. N 21 (10). P. 913–921. DOI: 10.1007/s00381-004-1117-x.
16. Wang B., Cheng Z., Mu X., Fan B., Guo Z. Preoperative and Postoperative transcranial Doppler sonographic evaluations of the cerebral hemodynamics of craniostenosis. *Journal of Craniofacial Surgery.* 2010. Mar; N 21 (2). P. 432–435. DOI: 10.1097/SCS.0b013e3181cfa7bf.
17. Westra S., Stotland M., Lazareff J., Anderson C., Sayre J., Kawamoto H. Perioperative transcranial Doppler US to evaluate intracranial compliance in young children undergoing craniosynostosis repair surgery. *Radiology.* 2001. Mar.; N 218 (3). P. 816–823. DOI: dx.doi.org/10.1148/radiology.218.3.r01mr36816.