

© Team of authors, 2023 / © Коллектив авторов, 2023

Evolution of craniosynostosis treatment methods

D.A. Reshchikov

Russian Children's Clinical Hospital of the FSAEI HE Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia
Contacts: Reshchikov Dmitry Alexandrovich – e-mail: reshchikovdm@gmail.com

Эволюция методов лечения краниосиностозов

Д.А. Рещиков

Российская детская клиническая больница ФГАОУ ВО Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия
Контакты: Рещиков Дмитрий Александрович – e-mail: reshchikovdm@gmail.com

颅缝闭合术治疗方法的演变

D.A. Reshchikov

Russian Children's Clinical Hospital of the FSAEI HE Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia
通讯作者: Reshchikov Dmitry Alexandrovich: reshchikovdm@gmail.com

Doi: 10.25792/HN.2023.11.2.57-64

Various skull deformities have long been known to mankind. The first descriptions of such conditions date back to antiquity and were provided by Gallen and Hippocrates. By the 16th century, an understanding of the role of the cranial suture had developed among anatomists. However, it was only at the end of the 19th century that S.T. von Semmering became the first to move from a simple description of cases to the application of scientific principles to study abnormal growth of the skull. He recognized the importance of cranial sutures in the growth of the skull and the consequences of their premature closure within our current understanding of craniosynostosis and the subsequent treatment. Later, in 1851, R. Virchow published a landmark article in the history of the study of craniosynostosis, in which he described the fundamental rules for the growth of the skull when sutures are affected, which are called Virchow's law. This rule has become a fundamental principle in understanding the processes of craniosynostosis. For the first time, the results of surgical treatment of craniosynostosis were published at the end of the 19th century by O.M. Lannelongue in 1890 and L.C. Lane in 1892, linear craniectomy was performed in the area of the affected suture. However, their attempts were unsuccessful. Subsequently, a neurosurgical approach was used in the treatment of craniosynostosis, consisting in excision of the affected sutures, and materials were searched for to prevent their repeated fusion. In the 70s of the XX century, P. Tissier revolutionized the concept of treatment of this pathology by scientifically substantiating and successfully applying the tactics of craniofacial modeling. The improvement in diagnostic methods, studying the pathogenesis of craniosynostosis and the morphological and functional changes of the skull and brain resulted in the emergence of the earliest possible treatment concept. The improvements in minimally invasive surgery techniques and the development of surgical technologies and techniques made it possible to correct craniosynostoses using endoscopy followed by orthotic therapy. The treatment is also carried out with the use of distraction devices, based on the method of compression-distraction osteosynthesis proposed by G.A. Ilizarov.

Conclusion. Assessing the global experience in the treatment of craniosynostoses, we can say that the evolution of craniosynostosis surgery techniques is evolving towards shorter operative times, minimally invasive interventions, minimized blood loss, reduced hospital stay, reduced perioperative risks and complications, such as infection, postoperative liquorrhea, dura mater sinus damage, perioperative brain injury. However, there is quite a significant number of patients older than 2 years of age having nonsyndromic craniosynostoses. Studying the peculiarities of the course of the disease at this age, the possibility of using the same diagnostic and surgical techniques as in young children and evaluating the effectiveness of the existing surgical techniques is an important objective to develop adequate management strategy for these patients, which will improve their social status and quality of life.

Key words: nonsyndromic craniosynostosis, sagittal craniosynostosis, scaphocephaly, craniofacial surgery, surgical treatment of craniosynostoses

Conflicts of interest. The author have no conflicts of interest to declare.

Funding. There was no funding for this study

For citation: Reshchikov D.A. Evolution of craniosynostosis treatment methods. Head and neck. Russian Journal. 2023;11(2):57–64

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

Человечеству давно были известны различные деформации черепа. Первые описания таких состояний датируются эпохой античности и были описаны Галленом и Гиппократом. К XVI веку среди анатомов происходит понимание роли черепного шва. Однако только в конце XIX века фон С.Т. Земмеринг стал первым, кто перешел от простого описания случаев к применению научных принципов для изучения ненормального роста черепа. Он признал важность черепных швов в росте черепа и последствия их преждевременного закрытия в нашем сегодняшнем понимании краниосиностозов и последующего лечения. Чуть позже, в 1851 г. Р. Вирхов опубликовал знаковую статью в истории изучения краниосиностозов, в которой он описал фундаментальные правила роста черепа при поражении швов, которые называются законом Вирхова. Это правило стало основополагающим принципом в понимании процессов краниосиностозирования. Впервые результаты хирургического лечения краниосиностозов были опубликованы в конце XIX века О.М. Lannelongue в 1890 г. и L.C. Lane в 1892 г. выполняли линейную краниэктомию в области пораженного шва. Однако их попытки оказались неудачными. В последующем в лечении краниосиностозов использовался нейрохирургический подход, заключающийся в иссечении пораженных швов, и проводился поиск материалов для предотвращения их повторного сращения. В 70-х гг. XX века П. Тиссье произвел переворот в концепции лечения данной патологии, научно обосновав и успешно применив тактику краниофациального моделирования. В результате усовершенствования методик диагностики краниосиностозов, изучения их патогенеза и возникающих морфологических и функциональных изменений со стороны черепа и головного мозга сформировалась концепция о необходимости как можно более раннего лечения. Совершенствование методик малоинвазивной хирургии и развитие хирургических технологий и техники дало возможность проведения коррекции краниосиностозов с применением эндоскопической техники с последующим использованием ортотической терапии. Также проводится лечение с применением дистракционных аппаратов, основываясь на методе компрессионно-дистракционного остеосинтеза, предложенном Г.А. Иллизаровым.

Заключение. Оценивая мировой опыт в лечении краниосиностозов, можно сказать, что эволюция методов хирургии краниосиностозов развивается по пути снижения операционного времени, малоинвазивности вмешательства, минимизацией кровопотери, снижения времени пребывания в стационаре, уменьшения периоперационных рисков и осложнений, таких как инфицирование, послеоперационная ликворея, ранение синусов твердой мозговой оболочки, периоперационной травмы мозга. Однако существует довольно значительное число пациентов с несиндромальными краниосиностозами старше 2-летнего возраста. Изучение особенностей течения заболевания в этом возрасте, возможностей применения тех же методов диагностики и хирургической интервенции, как и для детей младшей возрастной группы, оценка эффективности существующих операционных методологий, является важной задачей, позволяющей разработать адекватную тактику в отношении этих пациентов, что позволит повысить их социальный статус и качество жизни.

Ключевые слова: несиндромальные краниосиностозы, сагиттальный краниосиностоз, скафоцефалия, краниофациальная хирургия, хирургическое лечение краниосиностозов

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Решиков Д.А. Эволюция методов лечения краниосиностозов. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2023;11(2):57–64

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов

人类早就知道各种颅骨畸形。对这种情况的第一次描述可以追溯到古代，由加伦和希波克拉底提供。到16世纪，解剖学家对颅骨缝合线的作用有了一定的了解。然而，直到19世纪末，S.T.von Semmering才成为第一个从简单的病例描述转向应用科学原理研究头骨异常生长的人。他认识到颅骨缝合线在颅骨生长中的重要性，以及在我们目前对颅缝闭合和后续治疗的理解范围内过早闭合的后果。后来，在1851年，R.Virchow发表了一篇在颅缝闭合研究史上具有里程碑意义的文章，他在文章中描述了当缝合线受到影响时头骨生长的基本规则，这被称为Virchow定律。这一规律已成为理解颅缝闭合过程的基本原则。19世纪末，O.M.Lannelongue于1890年和L.C.Lane于1892年首次发表了开颅手术治疗结果，在受影响的缝合线区域进行了线性颅骨切除术。然而，他们的尝试没有成功。随后，一种神经外科方法被用于治疗颅缝闭合，包括切除受影响的缝合线，并寻找材料以防止其重复融合。在二十世纪七十年代，P.Tissier通过科学证实并成功应用颅面建模策略，彻底改变了这种病理的治疗概念。诊断方法的改进，对颅缝闭合的发病机制以及颅骨和大脑的形态学和功能变化的研究，导致了最早可能的治疗概念的出现。微创手术技术的改进以及手术技术和技术的发展使使用内窥镜和矫正术矫正颅缝闭合成为可能。根据G.A.Illizarov提出的压缩-牵张接骨方法，也使用牵张装置进行治疗。

结论：评估全球颅缝闭合术治疗经验，我们可以说，颅缝闭合手术技术的发展正在朝着缩短手术时间、微创干

предельно, максимально уменьшить количество кровопотери, сократить время пребывания в стационаре, снизить риск осложнений и направления развития, такие как инфекция, послеоперационная ликворея, повреждение твердой мозговой оболочки, повреждение головного мозга. Однако, у значительного количества пациентов старше 2 лет выявлены не синдромальные формы расщелин твердой мозговой оболочки. Исследование особенностей течения заболевания в этой возрастной группе, возможность применения диагностических и хирургических методов, оценка эффективности существующих хирургических методов, являются важными задачами, которые необходимо решить. Это позволит улучшить качество жизни пациентов и снизить риск осложнений.

Ключевые слова: не синдромальные формы расщелин твердой мозговой оболочки, расщелина твердой мозговой оболочки, хирургическое лечение, расщелина твердой мозговой оболочки, хирургическое лечение

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование не финансировалось.

Цитирование: Reshchikov D.A. Evolution of craniostylosis treatment methods. Head and neck. Russian Journal. 2023;11(2):57–64

автор несет ответственность за оригинальность данных, а также за возможность публикации — таблицы, рисунки, фотографии.

Введение

Неправильная форма головы является довольно частой причиной обращения родителей к нейрохирургу или к краниофациальному хирургу, и в большинстве случаев эти обращения связаны с наличием у ребенка той или иной формы краниосиностаза. На сегодняшний день описаны различные виды деформации черепа, и они занимают 3-е место среди других врожденных пороков развития, причем, около 30% из них связаны с преждевременным закрытием черепных швов. Краниосиностаз — это преждевременное зарастание одного или нескольких швов черепа, приводящее к формированию характерной его деформации. В запущенных случаях заболевания развивается краниостеноз — неспецифическое повреждение головного мозга, возникающее вследствие недостаточного расширения полости черепа в период наиболее активного роста мозга [1]. На сегодняшний день эти два понятия четко разделены.

История

Различные врожденные деформации черепа существовали веками и были хорошо известны еще в эпоху античности. Так, Гомер в «Иллиаде» описывал человека, который имел вытянутый вверх череп [2]. Также различные деформации черепа были описаны античным исследователем Галленом, а несколько ранее Гиппократом высказано предположение, что причиной деформации черепа является патология швов [3, 4]. К XIV веку среди анатомов происходит понимание роли черепного шва, документируется большое число деформаций черепа, описываются состояния, возникающие при преждевременном закрытии того или иного черепного шва: M. Hundt [5], J. Dryander [6] описал различные варианты преждевременного закрытия сагитального шва, G.A. Grose [7] и A. Vesalius [8] представили описание случаев деформации черепа по типу окцицефалии и брахицефалии. Однако в 1790 г. S.T. фон Семмеринг [9] стал первым, кто перешел от простого описания случаев к применению научных принципов для изучения ненормального роста черепа. Он признал важность черепных швов в росте черепа и последствия их преждевременного закрытия в нашем современном понимании краниосиностаза и последующего лечения [10, 11]. В своих работах S.T. фон Семмеринг стремился не только описать первичный дефект и косметические изменения, но и выявить вторичное, глобальное изменение формы черепа. Его целью было разработать объединяющую механистическую теорию, описывающую патогенез с четким намерением разработать лечение. Вскоре после S.T. фон

Семмеринга, AW. Otto [12] на основе его наблюдения на людях и животных предположил, что следствием преждевременного сращения швов становится компенсаторное расширение черепа по другой траектории, что явилось первым всеобъемлющим объяснением выявляемых отклонений. В 1851 г. R. Virchow опубликовал знаковую статью в истории изучения краниосиностаза, в которой он описал фундаментальные правила роста черепа при поражении швов, которые называются законом Вирхова [13]. Закон Вирхова гласил, что наблюдаемые деформации черепа происходят в результате ограничения роста черепа в плоскости, перпендикулярной стенозированной шву, а в плоскости, параллельной пораженному шву, продолжается его компенсаторный рост, вызывая нарушение нормального роста мозга. Это правило стало основополагающим принципом в понимании процессов краниосиностаза. R. Virchow первоначально описал это расстройство в 1851 г. как краниостеноз, т.е. суженный череп, но H.R. Sear [14] убедил его вместо этого назвать эту патологию краниосиностазом, указывая на то, что в данном случае имеется возможность более точно указать на пораженный шов. Открытие R. Вирхова было значительным и первые хирургические вмешательства были основаны непосредственно на его наблюдениях и принципах. К началу XX века краниосиностаз был признан учеными одним из компонентов комплексных синдромальных деформаций. Особенно следует выделить работы E. Apert [15] в 1906 г. и O. Crouzon [16] в 1912 г., чьи именами названы две, пожалуй самые известные синдромальные деформации, которых всего на сегодняшний день насчитывается более 60 и которые объединены в группу акроцефалосиндактилий, т.к. наряду с краниосиностазом наблюдаются синдактилии той или иной степени выраженности. Исследователями проводились работы, направленные на изучения патогенеза краниосиностаза. Один из них — R. Virchow, придерживался мнения, что поражение черепного шва свода черепа первично и вызывает соответствующую деформацию основания черепа, другой — M.L. Moss, что первичная аномалия развития основания черепа приводит к нарушению роста в этой области и вследствие сдавления твердой мозговой оболочки и воздействия на швы свода черепа обуславливает вторичное изменение формы черепа. Существует и третья группа ученых, которые выдвигали гипотезу о одновременном поражении как швов основания, так и свода черепа [17]. При этом в экспериментальных работах на животных было убедительно доказано, что причиной возникновения деформации черепа, безусловно, являются пораженные швы [18].

К концу 1800-х гг. понимание роли черепных швов и последствий их преждевременного сращения росло, но хирургического

лечения не предпринималось, пока не было достоверно показано, что краниосиностоз может привести к неврологическим нарушениям, когнитивным расстройствам, прогрессирующему падению зрения и гидроцефалии [19]. Впервые результаты хирургического лечения краниосиностозов были опубликованы в конце XIX века О.М. Lannelongue в 1890 г. [20] и L.C. Lane в 1892 г. [21], которые выполняли линейную краниэктомию в области пораженного шва. Эти операции были проведены пациентам с сагитальным краниосиностозом и микроцефалией и носили больше декомпрессионный характер. Удалению пораженного шва придавалось менее пристальное внимание. О.М. Lannelongue провел билатеральную линейную краниотомию с освобождением сагитального шва без его резекции. L.C. Lane провел иссечение сагитального шва на всем протяжении с проведением линейных краниотомий в теменных регионах. Впоследствии сами авторы признали неэффективность предложенной ими методики. Несмотря на эти немногочисленные отчеты с ограниченными данными о результатах, эта оперативная техника была быстро принята на вооружение и использована для лечения краниосиностоза. Атлас со схемами операций по поводу краниосиностоза появился всего через 5 лет после первого доклада О.М. Lannelongue [22] наряду со многими другими работами, иллюстрирующими методы лечения при преждевременном закрытии черепных швов [23, 24].

В последующем стало понятно, что большинство детей страдали микроцефалией, а не краниосиностозом (чему вначале не придавалось большого значения) и пациенты с истинным краниосиностозом были оперированы достаточно поздно, что приводило к рецидиву заболевания. В итоге A. Jacobi [25], изучив результаты лечения 33 детей, оперированных по поводу краниосиностоза, обнаружил высокий уровень смертности при этих операциях (15 из 33 пациентов умерли) и публично осудил данный вид лечения на съезде Американской педиатрической академии, ознаменовав тем самым конец практически 30-летнего периода хирургии краниосиностозов. Спустя десятилетие, в 1927 г. H.K. Faber проанализировал результаты хирургического лечения детей с краниосиностозами. В своих выводах он определил оптимальные сроки для проведения хирургической коррекции: автор пришел к мнению, что проводить операцию целесообразно в первые 3 месяца жизни ребенка для того, чтобы избежать развития слепоты, а также последующей грубой деформации в течение первого года жизни, когда происходит наибольшее увеличение объема мозга у детей [26]. В 1943 г. H.K. Faber и E.V. Towne [27] для устранения различных типов синостозов предложили оперативную методику, заключающуюся в резекции преждевременно соединенных швов. На эту методику возлагались большие надежды в решении вопроса преждевременного закрытия черепных швов после операции. Однако катамнестические результаты оказались неудовлетворительными, с большим числом рецидивов.

Поиск новых методик был возобновлен. Внимание хирургов было обращено на проблему рестенозирования. В 1947 г. D.R. Simmons и W.T. Peyton [28] с этой целью использовали танталовую фольгу, а F.D. Ingraham и соавт. [29] применили полиэтиленовую пленку для обращения краев дефекта после линейной краниэктомию. В 1955 г. была опубликована экспериментальная работа, где было убедительно доказано возникновение сарком, вызванных полиэтиленом у лабораторных крыс [30]. С 1981 г. с целью предупреждения рецидива синостоза стали использовать силикон [31]. Но и силиконовые имплантаты были отвергнуты из-за частого инфицирования,

скопления жидкости и прорезывания имплантатов [32]. Для предотвращения стенозирования удаленного шва в 1956 г. F.M. Anderson и F.L. Johnson [33] предложили проводить дублирование твердой мозговой оболочки как остеогенного слоя раствором Зенкера (хлорид ртути, дихромат калия, сульфат натрия, вода и уксусная кислота). Частота рецидивов с использованием этого средства, действительно, уменьшилась, однако было отмечено значительно побочных токсических эффектов. Кроме того, было выявлено, что раствор Зенкера разрушает гематоэнцефалический барьер и повреждает кору головного мозга, в результате у больных возникают приступы эпилепсии [34]. Все это явилось причиной прекратить использование этого метода [35, 36].

Неудовлетворительные косметические результаты, большое число осложнений, токсичность применяемых имплантов и растворов заставило хирургов развить более сложные хирургические методики без использования эндопротезов и химических средств. В концепции хирургических методов лечения краниосиностозов того времени определяющим был классический нейрохирургический подход. Проводилась резекция области синостоза с ожиданием того, что рост головного мозга обеспечит надлежащий симметричный рост черепа. Предполагалось, что метод удаления фрагментов костей черепа в виде полосок в области синостоза учитывает создание в дальнейшем новой, метаболически нормальной линии шва. Однако эти надежды себя не оправдали: создания новой, «здоровой» линии шва не происходило.

Для восстановления нормальной формы черепа были приняты попытки остеотомии и демонтажа деформированной его части, ремоделирования плоских костей и размещения их в качестве свободных аутоотрансплантатов. При использовании этих методик достигалась цель снижения интракраниального давления, однако по-прежнему не удавалось достичь удовлетворительных косметических результатов. Во многих случаях происходила неконтролируемая реоссификация дефектов черепа после многократных удалений костных фрагментов, что зависело от возраста пациента. У детей младшего возраста наблюдались западения и выбухания черепа, а у детей старшего возраста оставались довольно обширные дефекты [37]. В 1952 г. впервые была продемонстрирована методика одновременной коррекции деформации свода черепа и глазницы. R.L. McLaurin и D.D. Matson у больных унилатеральным краниосиностозом предложили в дополнение к линейной краниэктомию проводить подвисочную декомпрессию. При этом они продлевали краниэктомию назад по линии чешуйчатого шва, и если укорочение наружной части глазницы вызывало экзофтальм, проводили резекцию верхней и латеральной стенок глазницы. При этом остеотомии верхнеглазничного края не проводилось [38].

Современные методики хирургического лечения

Таким образом, до 70-х г.г. XX века все усилия в лечении краниосиностозов были направлены на удаление пораженного черепного шва и предотвращение быстрой реоссификации. Основоположником краниофациальной хирургии стал P. Tessier, который в 1967 г. сформировал абсолютно новую концепцию в лечении больных краниофациальными дизостозами [39]. Его предложение проводить кранио-назо-орбито-фациальную остеотомию с выдвиганием указанного комплекса при различных краниофациальных деформациях, в частности при гипертелоризме, а также синдромах Крузона и Аперта, стало

в дальнейшем основным хирургическим доступом к верхней зоне лица и глазницам через основание черепа. В последующем были предложены различные методики ремоделирования верхнеглазничных краев и лобной кости, направленные на создание условий нормального роста головного мозга и устранение деформации. Что касается несиндромальных изолированных краниосиностозов, то фронтоорбитальное выдвижение используется у детей с метопическим и коронарным синостозом. В результате выдвижения вперед лобной кости и верхнего края орбит происходит увеличение объема передней черепной ямки, моделирование лба, орбит, устраняется связанное с этим битемпоральное сужение. В случае уникоронарного синостоза выполняется одностороннее фронтоорбитальное выдвижение с фиксацией на неизменной стороне. Для расширения внутричерепного объема и нормализации формы черепа тотальная, субтотальная и задняя реконструкция черепа применяются у пациентов с сагиттальным и лямбдовидным синостозом. В этом случае происходит выкраивание теменно-затылочного костного лоскута с захватом затылочного бугра и дальнейшим его формованием с целью нормализации криватуры черепа. Также проводятся линейные краниотомии теменных костей с отслаиванием их от твердой мозговой оболочки и дальнейшая фиксация фрагментов в нужном положении. Также нашла применение малоинвазивная методика лечения краниосиностозов при помощи металлических пластин с памятью формы (spring-assisted strip craniectomy). Данный вид операции был предложен С.Г. Lauritzen в 1997 г. [40, 41]. Техника операции заключается в проведении линии краниотомии, затем в перпендикулярном направлении поднадкостнично устанавливаются металлические пластины с памятью формы, которые, приобретая с течением времени первоначальную форму, осуществляют за собой тракцию сформированных костных фрагментов, тем самым изменяя форму черепа [42]. Через 8–12 недель пациенту требуется повторная операция по удалению пластин. Данный вид лечения, согласно литературным данным, проводится у детей в возрасте от 2,5 до 8 месяцев. Однако эта методология имеет свои недостатки: довольно часто отмечается прорезывание металлических пластин через кожу, что требует срочного их удаления, не достигнув конечного результата. В итоге требуется повторная операция. Также не всегда достигаются оптимальные косметические результаты.

Эндоскопические методы

В результате усовершенствования методик диагностики краниосиностозов, изучения их патогенеза и возникающих морфологических и функциональных изменений со стороны черепа и головного мозга сформировалась концепция о необходимости как можно более раннего лечения [43]. Накопленный клинический опыт и данные научных исследований позволили сделать вывод, что ранняя хирургическая коррекция несиндромальных краниосиностозов в подавляющем большинстве случаев предотвращает развитие тяжелых деформаций черепа и других осложнений, что имеет важные социальные последствия [44, 45].

Совершенствование методик малоинвазивной хирургии и развитие хирургических технологий и техники дало возможность проведения коррекции краниосиностозов с применением эндоскопической техники с последующим использованием ортотической терапии. Впервые в мире F. Vicari применил эндоскоп для линейной краниоэктомии у пациента со скафоцефалией [46]. В 1998 г. D.F. Jimenez и С.М. Вагоне провели лечение 4 детей в

возрасте от 2 недель до 3 месяцев с сагиттальным краниосиностозом, применяя эндоскопическую технику [47]. В своей работе они опирались на 3 основных принципа: проведение хирургической коррекции в раннем возрасте, быстрорастущий мозг может вызвать расширение черепа с приведением его в нормальную форму [48], для предотвращения повторных деформаций использование ортотического шлема [49]. Данная методика позволила минимально инвазивно устранить проявления краниосиностоза. Через небольшие разрезы кожи проводится удаление пораженного шва. В последующем используется ортотическая терапия при помощи специальных шлемов для достижения оптимального косметического результата. Положительными моментами также стали снижение кровопотери, связанные с традиционной реконструкцией, уменьшение разрезов, времени операции, продолжительности пребывания в больнице. При проведении операции они использовали стандартный ригидный эндоскоп, ножницы, костные кусачки. Сегодня данная методика активно применяется в мире. Однако несмотря на имеющиеся положительные моменты данная методика имеет и свои недостатки. Зачастую сохраняются довольно обширные костные дефекты, оптимальный результат достигается при проведении лечения у детей младшего возраста.

Ортотическая терапия черепа при краниосиностозах (helmet-therapy)

В 1979 г. для изменения формы черепа у пациентов с позиционными деформациями черепа начали применяться специальные корригирующие устройства. В основу обоснования их применения было положено утверждение, что при давлении быстро растущего головного мозга о плоскую поверхность костей черепа происходит сглаживание этого участка черепа, соответственно давление растущего головного мозга на кость, которая находится на вогнутой поверхности, можно использовать для придания округлой формы черепу. Это устройство известно как «пассивный моделирующий шлем». Успешным и завершённым лечение считалось, когда форма головы совпадала с формой шлема. В процессе совершенствования конструкции было предложено новое устройство, которое известно как система динамических створок, которое позволяло оказывать компрессионное воздействие только на область деформации, оставляя возможности для роста соседних областей без индуцированной коррекции [50]. J.A. Persing стал первым, кто в 1986 г. при проведении открытой коррекции краниосиностоза впервые использовал послеоперационную терапию моделирующими шлемами. В его работе был показан положительный опыт helmet-терапии в дополнение к хирургическому лечению.

В настоящее время эффективность использования ортезов доказана в многочисленных клинических исследованиях, где продемонстрированы и статистически доказаны улучшения различных краинометрических показателей, коррекция черепно-лицевой асимметрии. Так, в 1995 г. E.F. Joganic и соавт. опубликовали работу, в которой на примере 62 случаев хирургического лечения различных краниосиностозов с применением моделирующих шлемов сделали вывод о том, что есть ряд преимуществ, связанных с использованием таких устройств после операции и предоперационного планирования [51]. В 2002 г. K. Seymour-Dempsey и соавт. провели сравнительный анализ 21 операции по поводу скафоцефалии: у 15 детей в этом исследовании были использованы ортезы, у 6 – не были. Исследование показало уменьшение черепно-лицевой асимметрии в обеих группах,

однако группа, в которой применялись ортезы, продемонстрировала лучшие результаты [52]. В 2001 г. J.K. Romatto и соавт. успешно использовали ортотическую коррекцию моделирующими шлемами в совокупности с эндоскопическими методиками коррекции скафоцефалии, что послужило основанием к современному использованию этих методик при различных других формах несиндромальных краниосиностозов. D.F. Jimenez и соавт. в своих работах выделяют 3 этапа ношения шлема: 1-й этап – 1–2 месяца для достижения нормальной формы головы, 2-й этап – 3–6 месяцев для закрепления достигнутого результата, 3-й этап – 6–12 месяцев для поддержания нормоцефалии. В возрасте 1 года helmet-терапия прекращается [53].

Также в течении последних 8 лет ряд хирургов используют методику ортотической коррекции формы черепа при краниосиностозах без хирургического этапа в том случае, когда родители отказываются от предложенной операции [54]. Однако helmet-терапия не может быть использована у детей старше 1 года или в тех случаях, когда имеются сопутствующие заболевания кожи.

Применение методики дистракционного остеогенеза в лечении краниосиностозов

Первые опыты дистракционного остеосинтеза с применением дозированной тяги на костные фрагменты и окружающие их мягкие ткани не принесли желаемых результатов, что было, главным образом, связано с отсутствием стабильной фиксации между костными фрагментами во время дистракции и несовершенством конструкций аппаратов, отсутствием понятий о скорости и дробности дистракции. Но предложенный в последствии Илизаровым Г.А. метод компрессионно-дистракционного остеосинтеза совершил революцию в медицине. В 1951 году им был заявлен «способ сращивания костей при

переломах и аппарат для осуществления данного способа». Г.А. Илизаров вывел биомеханические константы, с помощью которых появилась возможность значительно приблизить процессы репаративной регенерации к физиологическим процессам во время роста тканей. Используя методы компрессионного и дистракционного остеосинтеза, травматологи-ортопеды научились увеличивать длину конечности, моделировать форму, утолщать кость, а также полностью восстанавливать форму и функцию органов опорно-двигательного аппарата [55]

В основе процессов, происходящих во время дистракционного остеосинтеза лежит феномен «напряжения растяжения» соединительно-тканного регенерата, который формируется в первые 7–10 дней после кортикотомии или остеотомии. Закон «напряжения растяжения» во время дистракции приводит к росту всех окружающих кость тканей: мышц, сухожилий, сосудов, апоневрозов. Оптимальные механические и биологические условия, необходимые для формирования костного сращения и восстановления функции в полном объеме, возможны только при стабильной фиксации срачиваемых отделов костей, бережном отношении к остеогенным тканям, хорошим кровоснабжением и сохранении функции конечности (56).

В последующем методика компрессионно-дистракционного остеогенеза для лечения заболеваний черепно-челюстно-лицевой области была успешно применена в 1992 году McCarthy при патологии нижней челюсти [57]. Позже, в 1998 году, Sugawara применил эту методику для увеличения объема черепа у больных с синдромом Крузона, а через некоторое время провел успешную серию операций у пациентов со скафоцефалией [58]. С течением времени данные методики прочно заняли

свое место в лечении краниосиностозов. После проведения линий краниотомии в перпендикулярном направлении устанавливаются дистракционные аппараты. В последующем осуществляется градуированная дистракция костных фрагментов до достижения оптимального результата. Данная методика может быть использована как для фронто-орбитального выдвигания, теменно-затылочного выдвигания, так и для увеличения бипариетального размера черепа [59]. Однако, наряду с преимуществами перед одномоментной открытой операцией – малоинвазивность, снижения риска возникновения массивной кровопотери, уменьшение операционного времени – имеются и недостатки: необходимость в проведении нескольких операций, возникновение гнойных поражений кожи волосистой части головы в месте установленного дистрактора, возможность миграции дистрактора, увеличение продолжительности госпитализации [60].

Подводя итоги, можно сказать, что эволюция методов хирургии краниосиностозов развивается по пути снижения операционного времени, малоинвазивности вмешательства, минимизацией кровопотери, снижения времени пребывания в стационаре, уменьшения периоперационных рисков и осложнений, таких как инфицирование, послеоперационная ликворея, ранение синусов твердой мозговой оболочки, периоперационной травмы мозга.

Так же определены оптимальные возрастные рамки для проведения хирургии – преимущественно это дети первого года, а еще лучше первого полугодия жизни. В этом случае значительно уменьшается негативное воздействие повышенного давления на стремительно развивающийся мозг ребенка, возникают условия для дальнейшего нормального его развития, что снижает частоту и степень возникающих неврологических и когнитивных нарушений.

Но, несмотря на прилагаемые усилия в информационном плане, на сегодняшний день в нашей стране существует довольно большая группа детей с несиндромальными краниосиностозами в возрасте старше 2 лет, которым по тем или иным причинам хирургическая коррекция во время проведения не была. Возраст этих пациентов, длительность течения заболевания, попытки их социальной адаптации при наличии косметических дефектов, минимальные проявления, в большинстве случаев, явлений краниостеноза позволяют выделить их в отдельную группу. Изучение особенностей течения заболевания в этом возрасте, возможностей применения тех же методов диагностики и хирургической интервенции как и для детей младшей возрастной группы, оценка эффективности существующих операционных методологий, является важной задачей, позволяющей разработать адекватную тактику в отношении этих пациентов, что позволит повысить их социальный статус и качество жизни.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Lopatin A.V., Yasonov S.A. *The importance of early diagnosis of congenital deformities of the skull in children. Praktika pediatria. 2007. pp. 48–50. Russian [Лопатин А.В., Ясонов С.А. Важность ранней диагностики врожденных деформаций черепа у детей. Практика педиатра. 2007. С. 48–50 (In Russ)].*
2. Guimarães-Ferreira J., Miguéns J., Lauritzen C. *Advances in craniosynostosis research and management. Adv. Tech. Stand. Neurosurg. 2004;29:23–83. Doi: 10.1007/978-3-7091-0558-0_2. [PMID: 15035336].*
3. Cohen M.M., Pruzansky S. *Craniosynostosis: Diagnosis, Evaluation, and Management. New York: Raven Press, 1986. Doi: 10.3171/2010.9.FOCUS10204.*

4. Tindall G.T., Cooper P.R., Barrow D.L. *The Practice of Neurosurgery*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996. 3495 p. Doi: 10.1007/978-0-387-68113-9_107.
5. Hundt M. *Antrologium de Hominis Dignitate*. Leipzig, 1501.
6. Dryander J. *Anatomie Capitis Humani*. Marburg, 1537. [unverified].
7. della Croce G.A. *Cirugia Universale e Perfetta*. Venetia: Ziletti, 1583.
8. Vesalius A. *De Humani Corporis Fabrica*. Basel: Oporinis, 1543.
9. von Sömmering S.T. *Vom Baue des Menschlichen Körpers*. Frankfurt am Main: Varrentrapp und Wenner, 1801.
10. von Sömmering S.T. *Vom Baue des Menschlichen Körpers*, ed. 2. Frankfurt am Main: Varrentrapp und Wenner, 1839.
11. Winston K.R. *Craniosynostosis*, in Wilkins RH, Rengachary SS (eds): *Neurosurg.*, ed. 2. New York: McGraw-Hill. 1996;3:3673–92.
12. Otto AW. *Lehrbuch der Pathologischen Anatomie des Menschen und der Thiere*. Berlin: Rucker, 1830.
13. Virchow R. *Über den Cretinismus, namentlich in Franken, und über pathologische Schädelformen*. *Verh Phys Med Gesell Würzburg* 1851;2:230–71.
14. Sear H.R. *Some notes on craniosynostosis*. *Br. J. Radiol.* 1937;10:445.
15. Apert E. *De l'acrocephalosyndactylie*. *Bull. Soc. Méd. Paris*. 1906; 23:1310–30.
16. Crouzon O. *Dysostose cranio-faciale hereditaire*. *Bull. Mem. Soc. Med. Hop. Paris*. 1912;33:545–55.
17. Cohen M., MacLean R.E. *Craniosynostosis. Diagnosis, evaluation and management*. 2nd ed. Editors. Oxford: Oxford University Press. 2000.
18. Persing J.A., Babler W.J., Nagorsky M.J., et al. *Skull expansion in experimental craniosynostosis*. *Plast. Reconstr. Surg.* 1986;78:594–603. Doi: 10.1097/00006534-198611000-00006.
19. Goodrich J.T., Post K.D., Argamaso R.V. (eds). *Craniofacial reconstruction for craniosynostosis*. *Plast. Techn. Neurosurg.* New York: Thieme. 1991. P. 75–108. ISBN 1604068930, 9781604068931.
20. Lannelongue M. *De la craniectomie dans la microcéphalie*. *Compt. Rend. Seanc. Acad. Sci.* 1890;50:1382–5.
21. Lane L.C. *Pioneer craniectomy for relief of mental imbecility due to premature sutural closure and microcephalus*. *JAMA*. 1892;18: 4950. Doi: 10.1001/JAMA.1892.02411060019001F.
22. Dennis F.S. (ed): *System of Surgery*. Philadelphia: Lea Brothers and Co., 1895, Vol 1. ISBN 9785873156566.
23. Lane L.C. *Surgery of the Head and Neck*. San Francisco: privately printed, 1896. Open Library OL6980288M.
24. MacEwen W. *The Growth of Bone: Observations on Osteogenesis*. Glasgow: MacLehose. 1912. P. 142–5. [PMID: 6339141].
25. Jacobi A. *Non nocere*. *Med. Rec.* 45:609–18. 189 identifier 101482319.nlm.nih.gov.
26. Faber H.K., Towne E.B. *Early craniectomy as a preventive measure in oxycephaly and allied conditions: With special reference to the prevention of blindness*. *Am. J. M. Sc.* 1927;173:701. Doi: 10.1097/00000441-192705000-00012.
27. Faber H.K., Towne E.B. *Early operation in premature cranial synostosis for the prevention of blindness and other sequelae. Five case reports with follow-up*. *J. Pediatr.* 1943;22:286–307. Doi: 10.1016/S0022-3476(43)80168-2.
28. Simmons D.R., Peyton W.T. *Premature closure of the cranial sutures*. *J. Pediatr.* 1947;31:528–47. Doi: 10.1016/S0022-3476(47)80142-8.
29. Ingraham F.D., Matson D.D., Alexander E. *Experimental observations in the treatment of Craniosynostosis*. *Surgery.* 1948;23:252–268. *Corpus ID: 46233589*. [PMID: 18901014].
30. Bering E.A., McLaurin R.L., Lloyd J.B., Ingraham F.D. *The production of tumors in rats by the implantation of pure polyethylene*. *Cancer Res.* 1955;15:300. *Corpus ID: 38360934*. [PMID: 14379168].
31. Dominguez R.Oh. K.S., et al. *Uncomplicated trigonocephaly*. *Radiol.* 1981;140:681–8. Doi: 10.1148/RADIOLOGY.140.3.7280235.
32. Oakes W.J. *Craniosynostosis*. In D. Serafin and N.C. Georgiade (Eds.). *Pediatric Plastic Surgery*, Vol. 1. St. Louis; Mosby, 1984. P. 404–39.
33. Anderson F.M., Johnson F.L. *Craniosynostosis. A modification in surgical treatment*. *Surgery.* 1956;40:961–70. [PMID: 13371461].
34. Marlin A.E., Brown W.E., Huntington H.W., et al. *Effect of the dural application of Zenker's solution on the feline brain*. *Neurosurg.* 1980;6:4548. Doi: 10.1227/00006123-198001000-00006.
35. Matson D.D. *Surgical treatment of congenital anomalies of the coronal and metopic sutures. Technical note*. *J. Neurosurg.* 1960;17:413. Doi link: <https://doi.org/10.3171/jns.1960.17.3.0413>.
36. Persing J., Babler W., Winn R., et al. *Age as a critical factor in the success of surgical correction of craniosynostosis*. *J. Neurosurg.* 1981;54:601. Doi: 10.3171/jns.1981.54.5.0601.
37. Sadove A.M., Kalsbeck J.E., Eppley B.L., et al. *Modifications in the surgical correction of trigonocephaly*. *Plast. Reconstr. Surg.* 1990;85:853. Doi: 10.1097/00006534-199006000-00003.
38. McLaurin R.L., Matson D.D. *Importance of early surgical treatment of craniosynostosis: review of 36 cases treated during the first six months of life*. *Pediatr.* 1952;10:637–52. Doi: 10.1007/978-1-4757-4202-2_14.
39. Tessier P. *Osteotomies totales de la face. Syndrome de Crouzon. Syndrome d'Apert. Oxycephalies Scaphocephalies Trurricephalies*. *Ann. Chir. Plast.* 1967;12:273. [PMID: 5622570].
40. Lauritzen C.G., Davis C., Ivarsson A., et al. *The evolving role of springs in craniofacial surgery: the first 100 clinical cases*. *Plast. Reconstr. Surg.* 2008;121(2):545–55. Doi: 10.1097/01.prs.0000297638.76602.de.
41. van Veelen M.L., Mathijssen I.M. *Spring-assisted correction of sagittal suture synostosis*. *Childs Nerv Syst.* 2012;28(9):1347–51. Doi: 10.1007/s00381-012-1850-5.
42. Arko L., Swanson J.W., Fierst T.M., et al. *Spring-mediated sagittal craniosynostosis treatment at the Children's Hospital of Philadelphia: technical note and literature review*. *Neurosurg. Focus.* 2015;38(5):E7. Doi: 10.3171/2015.3.FOCUS153.
43. Arnaud E., Renier D., Marchac D. *Prognosis for mental function in scaphocephaly*. *J. Neurosurg.* 1995;83(3):476–9. Doi: 10.3171/jns.1995.83.3.0476.
44. Hashim P.W., Patel A., Yang J.F., et al. *The Effects of Whole-Vault Cranioplasty versus Strip Craniectomy on Long-Term Neuropsychological Outcomes in Sagittal Craniosynostosis*. *Plast. Reconstr. Surg.* 2014;134(3):49150. Doi: 10.1097/PRS.0000000000000420.
45. Jimenez D.F., Barone C.M. *Early treatment of coronal synostosis with endoscopy-assisted craniectomy and postoperative cranial orthosis therapy: 16-year experience*. *J. Neurosurg. Pediatr.* 2013;12(3):207–21. Doi: 10.3171/2013.4.PEDS11191.
46. Vicari F. *Endoscopic correction of Sagittal Synostosis*. *American Society of Plastic and Reconstructive Surgeons meeting, Presymposium, San Diego, California*. 1994. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-31512-6>.
47. Jimenez D.F., Barone C.M. *Endoscopic craniectomy for early surgical correction of sagittal craniosynostosis*. *J. Neurosurg.* 1998;88(1):77–81. Doi: 10.3171/jns.1998.88.1.0077.
48. Moss M.L. *The primacy of functional matrices in orofacial growth*. *Dent. Pract. Dent. Rec.* 1968;19(2):65–7. [PMID: 5246590].
49. Persing J.A., Nichter L.S., Jane J.A., Edgerton M.T. *External cranial vault molding after craniofacial surgery*. *Ann. Plast. Surg.* 1986;17(4):274–83. Doi: 10.1097/00006637-198610000-00002. [PMID: 3273106].
50. Littlefield T.R. *Cranial remodeling devices: treatment of deformational plagiocephaly and postsurgical applications*. *Semin. Pediatr. Neurol.* 2004;11(4):268–77. Doi: 10.1016/j.spen.2004.10.004. [PMID: 15828711].

51. Joganic E.F., Beals S.P., Ripley C.E. Enhancement of craniofacial reconstruction by dynamic orthotic cranioplasry, in Marchac D (ed): *Craniofacial Surgery 6. Proceedings of the Sixth International Congress of the International Society of Craniofacial Surgery. Bologna, Italy, Monduzzi Editore. 1995. P. 151–3.*
52. Seymour-Dempsey K., Baumgartner J.E., Teichgraeber J.F. Molding helmet therapy in the management of sagittal synostosis. *J. Craniofac. Surg.* 2002;13:631–5. Doi: 10.1097/00001665-200209000-00007. [PMID: 12218789].
53. Jimenez D.F., Barone C.M., McGee M.E., et al. Endoscopy-assisted wide-vertex craniectomy, barrel stave osteotomies, and postoperative helmet molding therapy in the management of sagittal suture craniosynostosis. *J. Neurosurg.* 2004;100(5):407–41. [PMID: 15287447]. Doi: 10.3171/ped.2004.100.5.0407.
54. Satanin L.A., Ivanov A.L., Roginsky V.V., etc. Using cranial orthoses for non-surgical correction of cranial deformity in craniosynostoses in children. *Nevrologija i neirohirurgija detskogo vozrasta.* 2017;4:43–56. [Сатанин Л.А., Иванов А.Л., Рогинский В.В. и др. Использование краниальных ортезов для нехирургической коррекции деформация черепа при краниосиностазах у детей. *Неврология и нейрохирургия детского возраста.* 2017;4:43–56 (In Russ)].
55. Lavrishcheva, G.I., Onoprienko, G.A. *Morphological and clinical aspects of reparative regeneration of supporting organs and tissues. M., 1996. pp. 122–30.* [Лаврищева, Г.И., Оноприенко, Г.А. *Морфологические и клинические аспекты репаративной регенерации опорных органов и тканей. М., 1996. С. 122–30 9 (In Russ)].*
56. Илизаров Г.А. Значение комплекса оптимальных механических и биологических факторов в регенеративном процессе при черескостном осгесинтезе. *Экспериментально-теоретические и клинические аспекты разрабатываемого в КНИИЭКОТ метода черескостного остеосинтеза. Курган, 1984. С. 8–21.* [Ilizarov G.A. The significance of the complex of optimal mechanical and biological factors in the regenerative process during transosseous osteosynthesis. *Experimental, theoretical, and clinical aspects of the method of transosseous osteosynthesis being developed in the Kurgan Research Institute of Experimental and Clinical Orthopedics and Traumatology. Kurgan, 1984. pp. 8–21. (In Russ.).*
57. McCarthy J.G., Williams J.K., Grayson B.H., Crombie J.S. Controlled multiplanar distraction of the mandible: device development and clinical application. *J. Craniofac. Surg.* 1998;9(4):322–9. [PMID: 9780926]. Doi: 10.1097/00001665-199807000-00006.
58. Sugawara Y., Hirabayashi S., Sakurai A., Harii K. Gradual cranial vault expansion for the treatment of craniofacial synostosis: a preliminary report. *Ann. Plast. Surg.* 1998;40(5):554–65. [PMID: 9600446]. Doi: 10.1097/0000637-199805000-00021.
59. Teterin I.A., Satanin L.A., Khukhlaeva E.A. and others. Lemesheva Distraction of the bones of the parietal-occipital region in craniosynostosis in children. *Nevrologija i neirohirurgija detskogo vozrasta.* 2018;2:69–79. [Тетерин И.А., Сатанин Л.А., Хухлаева Е.А. и др. Лемешева Дистракция костей теменно-затылочной области при краниосиностазах у детей. *Неврология и нейрохирургия детского возраста.* 2018;2:69–79 (In Russ.).]
60. Akai T., Iizuka H., Kawakami Sh. Treatment of Craniosynostosis by Distraction Osteogenesis. *Pediatr. Neurosurg.* 2006;42:288–92. Doi: 10.1159/000094064. [PMID: 16902340].

Поступила 04.02.2022

Получены положительные рецензии 20.02.23

Принята в печать 25.02.23

Received 20.02.23

Positive reviews received 20.02.22

Accepted 25.02.23

Вклад автора: Д.А. Решичков – сбор материала, анализ данных, подготовка текста.

Author's contribution: D.A. Reshchikov – material collection, data analysis, manuscript preparation.

Информация об авторе:

Решичков Дмитрий Александрович – нейрохирург РДКБ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.Н. Пирогова. Адрес: Москва, Ленинский просп., 117; e-mail: reshchikovdm@gmail.com.

ORCID 0000-0001-8146-5501. Scopus ID 57224362872.

Information about the author:

Dmitry Aleksandrovich Reshchikov – Neurosurgeon, Russian Children's Clinical Hospital of the FSAEI HE Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov. Address: 117 Leninsky Prospekt, Moscow; e-mail: reshchikovdm@gmail.com.

ORCID 0000-0001-8146-5501. Scopus ID 57224362872.