

Вазоуретеральный конфликт как причина гидронефроза у детей (обзор литературы)

С.Л. Коварский^{1,2}, Н.А. Агеева¹, А.И. Захаров², Л.Б. Меновщикова^{1,2}, З.З. Соттаева^{1,2}, Т.А. Склярова²,
А.Н. Текотов^{1,2}, Ю.В. Петрухина^{1,2}, К.А. Струянский^{1,2}

¹ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России;
Россия, 117997 Москва, ул. Островитянова, 1;

²ГБУЗ «Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова Департамента здравоохранения г. Москвы»;
Россия, 123001 Москва, ул. Садовая-Кудринская, 15

Контакты: Наталья Андреевна Агеева natali-doc@list.ru

Обзор отечественной и зарубежной научной литературы посвящен актуальной проблеме педиатрии – врожденному гидронефрозу, причиной которого является наличие aberrantного сосуда. Рассмотрены особенности диагностики и хирургического лечения гидронефроза. Подробно проанализированы показания к неразобигающей пиелопластике типа vascular hitch и описаны особенности ее выполнения.

Ключевые слова: гидронефроз, aberrantный сосуд, вазопексия, лапароскопия, дети, перемежающийся гидронефроз, почечная колика, морфология, инструментальная диагностика

Для цитирования: Коварский С.Л., Агеева Н.А., Захаров А.И. и др. Вазоуретеральный конфликт как причина гидронефроза у детей (обзор литературы). Андрология и генитальная хирургия 2020;21(3):13–22.

DOI: 10.17650/2070-9781-2020-21-3-13-22



Vascular-ureteral conflict as a cause of hydronephrosis in children (review)

S.L. Kovarsky^{1,2}, N.A. Ageeva¹, A.I. Zakharov², L.B. Menovshchikova^{1,2}, Z.Z. Sottaeva^{1,2}, T.A. Sklyarova², A.N. Tekotov^{1,2},
Yu.V. Petrukhina^{1,2}, K.A. Struyansky^{1,2}

¹N.I. Pirogov Russian National Research Medical University; Ministry of Health of Russia;
1 Ostrovityanova St., Moscow 117997, Russia;

²N.F. Filatov Children's City Hospital, Moscow Healthcare Department; 15 Sadovaya-Kudrinskaya, Moscow 123001, Russia

A review of the domestic and foreign scientific literature is devoted to an actual problem of pediatrics – congenital hydronephrosis, the cause of which is an aberrant vessel. The features of the diagnosis of the vessel and methods of surgical treatment are considered. The technique and indications for non-dismembered pyeloplasty “vascular hitch” are analyzed in detail.

Key words: hydronephrosis, aberrant vessel, vasopexy, laparoscopy, children, intermitting hydronephrosis, renal colic, morphology, instrumental diagnostics

For citation: Kovarsky S.L., Ageeva N.A., Zakharov A.I. et al. Vascular-ureteral conflict as a cause of hydronephrosis in children (review). *Andrologiya i genital'naya khirurgiya = Andrology and Genital Surgery* 2020;21(3):13–22. (In Russ.).

Введение

Врожденный гидронефроз – наиболее распространенная обструктивная уропатия. Его частота составляет 1 случай на 1500–1800 новорожденных. Основной причиной врожденного гидронефроза считается внутренняя патология стенки мочеточника, которая проявляется дисплазией и образованием зоны стеноза в области пиелоуретерального сегмента. Но в последнее время все большее внимание уделяется наиболее

частой и спорной внешней причине гидронефроза – наличию aberrantного сосуда [1–4].

Связь aberrantного сосуда с гидронефрозом у детей впервые упоминается в научной литературе в 1842 г. [5]. Подробное описание этой связи дал Чарльз Мейо в 1909 г. Он сообщил о наличии aberrantного сосуда, идущего к нижнему полюсу почки и сдавливающего пиелоуретеральный сегмент с нарушением его проходимости.

Частота выявления aberrантного сосуда, по данным А. Rigas и соавт., составляет 18,5 % среди детей всех возрастных групп. Однако она значительно возрастает (до 30–52 %) среди детей старшего возраста [6].

Анатомические предпосылки формирования нижнеполосного сосуда

На 4-й неделе эмбрионального развития происходит образование первичной почки – мезонефроса. По данным F.T. Graves, мезонефрос питают мезонефральные артерии, количество которых варьирует от 10 до 30. На 7–8-й неделе развития созревающая почка (метанефрос) поднимается в забрюшинном пространстве с уровня малого таза до поясничного уровня. Во время этого подъема и вращения почку питают сегментированные сосуды, отходящие от аорты и расположенные в виде лестницы. Одна из мезонефральных ветвей на уровне 2-го поясничного позвонка становится постоянной почечной артерией, в то время как остальные сегментированные сосуды претерпевают редукцию. Если на этом этапе эмбрионального развития возникает сбой, то происходит редукция не всех мезонефральных ветвей, что ведет к образованию добавочных сосудов [7, 8].

Нарушение этих сложных процессов, происходящих в рамках эмбриогенеза, может обусловить неблагоприятное взаиморасположение почечного сосуда и мочеточника. Добавочный сосуд может захватывать пиелoureтеральный сегмент, нарушая отток мочи из лоханки в мочеточник [9].

Клинические особенности

Врожденный гидронефроз с внутренней обструкцией нередко не имеет внешних проявлений. В большей степени это объясняется современной антенатальной и ранней постнатальной диагностикой гидронефроза: порок обнаруживают гораздо раньше развития клинических симптомов. Зачастую дилатацию чашечно-лоханочной системы выявляют в ходе профилактических осмотров и диспансеризации. При поздней манифестации гидронефроза, как правило у детей старшего возраста, высока вероятность наличия aberrантного сосуда [6, 10, 11].

Если причиной гидронефроза является aberrантный сосуд, клиническая картина заболевания имеет ряд клинических особенностей. В первую очередь, симптоматика носит интермиттирующий характер; чаще всего наблюдаются боли в животе и поясничной области. Нередко почечная колика сопровождается тошнотой и рвотой. Данный симптом встречается у 60–70 % детей с вазоуретеральным конфликтом.

Впервые такой симптом описал Йозеф Дитль в 1864 г. Он связал «кризис» абдоминальной боли со смещением почечных сосудов по отношению к мочеточнику, что в конечном итоге приводило к обструкции пиелoureтерального сегмента. Из-за быстрого

исчезновения болевого синдрома у большинства детей долгое время не выясняют причину его возникновения. Длительность «кризиса» в среднем составляет от 12 до 24 ч. Такая клиническая картина появляется впервые у детей в возрасте 7–10 лет.

В период боли у детей диагностировалось выраженное расширение лоханки и умеренная дилатация чашечек, которые значительно сокращались после купирования боли [2, 6, 12–15].

Однако известны случаи появления характерных симптомов гидронефроза в раннем возрасте. J.L. Homme и A.A. Foster описали такую обструкцию у мальчика 3 лет, у которого на протяжении 5 мес периодически (преимущественно в ночное время) возникала боль в животе (преимущественно в околопупочной области) и рвота. Приступ длился 4–6 ч. Только после неоднократного обращения в клинику была выполнена компьютерная томография почек, при которой диагностирован гидронефроз, вызванный aberrантным сосудом [16].

Именно в период болевого синдрома необходимо активно искать aberrантный сосуд – выполнять ультразвуковое исследование (УЗИ) почек и мочевого пузыря, рентгеноурологическое обследование, даже если в ходе предыдущих исследований не были обнаружены отклонения со стороны мочевыделительной системы [17, 18].

Небольшая длительность приступа боли, схожесть симптомов гидронефроза с симптомами других патологий органов брюшной полости затрудняют диагностику этого заболевания и нахождение нижнеполосного сосуда, что может привести к гибели почки [19].

Диагностика

В педиатрической практике УЗИ считается методом выбора для первичной диагностики патологий мочевыделительной системы. С помощью УЗИ можно определить степень расширения коллекторной системы почки, оценить состояние паренхимы почки, в режиме доплерографии исследовать почечный кровоток и подсчитать индекс резистентности [4, 20, 21].

Современные аппараты для УЗИ позволяют диагностировать врожденный гидронефроз начиная со II триместра беременности.

Ассоциация фетальной урологии (Society for Fetal Urology) накопила самый большой опыт антенатальной диагностики гидронефроза, на основе которого разработала рекомендации по ведению детей в постнатальном периоде.

По мнению многих авторов, антенатально выявляют гидронефроз чаще при внутренней обструкции [11, 22–24]. Так, J.H. Ross и соавт. в 1996 г. сообщили, что у всех обследованных детей с внутренней обструкцией прилоханочного отдела мочеточника расширение лоханки было обнаружено антенатально [22].

При диагностике гидронефроза в постнатальном периоде нижнеполюсный сосуд выявлен в 30 % случаев. При широком внедрении дородового ультразвукового скрининга увеличилась частота диагностики гидронефроза. Но частота внутриутробного выявления гидронефроза, вызванного aberrантным сосудом, значительно меньше, чем гидронефроза, вызванного внутренней обструкцией. V.J. Rooks и R.L. Lebowitz антенатально диагностировали гидронефроз у 101 ребенка, но только у 11 из них причиной гидронефроза был aberrантный сосуд [11]. D.A. Weiss и соавт. обследовали 78 детей с вазоуретеральным конфликтом и антенатально обнаружили гидронефроз у 25,6 % из них [23]. Обобщая данные литературы, необходимо заключить, что частота внутриутробного выявления гидронефроза, вызванного aberrантным сосудом, варьирует от 11 до 26 % [12, 23, 24].

Однако S.F. Chiarenza и соавт. [25], C. Esposito и соавт. [2] считают, что у всех детей с вазоуретеральным конфликтом гидронефроз антенатально не выявляется.

Имеются сведения о том, что антенатально и постнатально диагностируемый гидронефроз I–II степени (по классификации Ассоциации фетальной урологии), который считался транзиторным и разрешался на 1-м году жизни, у ряда детей в более старшем возрасте может проявиться тяжелым гидронефрозом. D.K. Bowen и соавт. сообщили о таких тревожных случаях манифестации тяжелого гидронефроза, причиной которого является aberrантный сосуд [15]. A. Rigas и соавт. наблюдали 10 детей с выявленным антенатально гидронефрозом умеренной тяжести (ширина лоханки <15 мм), у которых в постнатальном периоде симптомы полностью исчезли. Однако 8 из 10 детей в возрасте 5–9 лет поступили в стационар с почечной коликой, а 2 ребенка – с гематурией, и при УЗИ было обнаружено значительное расширение лоханки (>25 мм), а в ходе операции было подтверждено наличие aberrантного сосуда [6].

Для поиска нижнеполюсного сосуда можно использовать режим цветовой доплерографии. C. Veugas и соавт. [26] указывают на высокую (92,8 %) чувствительность доплеровского сканирования в выявлении сосудистой компрессии и оценке ее роли в развитии гидронефроза. Результаты такой диагностики верифицированы в ходе операции. L. Meagini и соавт. также сообщили о высокой (90,5 %) точности УЗИ в режиме цветной доплерографии в обнаружении aberrантного сосуда [27].

Но вместе тем авторы указывают, что точность результатов УЗИ в высокой степени зависит от квалификации и опыта выполняющего его специалиста, а также класса аппаратуры, что значительно снижает диагностическую ценность данного метода. Кроме того, вышеприведенным данным противоречат результаты других исследований. Например, A. Gupta и соавт. провели УЗИ в сосудистом режиме у 21 ребенка с вазоуретеральным конфликтом и ни в одном случае

не выявили aberrантный сосуд, хотя интраоперационно у всех детей он был обнаружен [13]. G.K. Kumar и соавт. также сообщили о низкой (12,5 %) чувствительности УЗИ в режиме доплерографии в определении aberrантного сосуда: он был обнаружен только у 1 из 8 детей [28].

Остается также спорным вопрос о возможностях доплерографии в выявлении нижнеполюсного сосуда у детей раннего возраста ввиду малого его диаметра.

При поступлении в стационар ребенка с болью в животе необходимо провести УЗИ почек и мочевыводящих путей. Фокусируясь только на возможной абдоминальной проблеме, врачи длительное время не замечают у такого пациента перемежающуюся дилатацию лоханки, что неизбежно ведет к нарушению функции почки.

Внутривенная урография на современном этапе развития диагностики гидронефроза уходит на второй план. Диагностическая ценность данного метода в выявлении aberrантного сосуда достаточно низкая. P. Menon и K.L. Narasimha изучили результаты внутривенной урографии у 20 детей со средним возрастом 7,9 года и установили, что у всех детей лоханка преимущественно была внутривисцерального типа, шаровидной формы, наблюдалось умеренное расширение чашечек, плоское дно лоханки [29].

Как один из методов обнаружения aberrантного сосуда W. Wang и соавт. использовали антеградную пиелографию. Этот метод позволяет заподозрить наличие сосуда по косвенным признакам – острому углу мочеточника сзади и ниже зоны пиелоретерального сегмента. Чувствительность метода составила 82,5 %, специфичность – 100 % (у данных пациентов интраоперационно подтверждено наличие aberrантного сосуда) [30].

Селективная ангиография почечной артерии впервые проведена в 1959 г. Данное исследование у детей проводится только под общим обезболиванием и несет большую лучевую нагрузку.

С развитием технологий стало возможно провести селективную катетеризацию aberrантного сосуда и выполнить трехмерную реконструкцию области пиелоретерального сегмента. Методика позволяет с высокой точностью воспроизвести сосудистую архитектуру, определить пространственные взаимоотношения мочеточника и aberrантного сосуда, выявить сегмент почки, который питает нижнеполюсный сосуд. Но данная методика не может быть рекомендована для рутинного использования, даже при подозрении на наличие aberrантного сосуда. В детском возрасте целесообразно заменить данное исследование на минимально инвазивные, такие как магнитно-резонансная и компьютерная томография, которые также характеризуются высокой точностью и несут меньшую лучевую нагрузку. В более старшем возрасте компьютерная томография с трехмерной реконструкцией может быть

выполнена без предварительной седации, тогда как селективная ангиография, напротив, возможна только под общей анестезией [31, 32].

Перспективной методикой обследования детей является функциональная магнитно-резонансная урография. Исследование не несет лучевой нагрузки и обладает достаточно высокой чувствительностью (от 66 до 71 %) в выявлении вазоуретерального конфликта [14, 33]. При этом нижнеполюсный сосуд определяют по критериям непрямой визуализации — по добавочной артерии, которая отходила от аорты или почечной артерии, сосуд пролегал через область пиелоуретерального сегмента, нередко оставляя сосудистый отпечаток на мочеточнике или деформируя проксимальный отдел мочеточника [23].

М. Косаоглу и S. Ince модифицировали данную методику и вводили контрастное вещество болюсно порциями при выполнении динамической магнитно-резонансной томографии. Вначале вводили 1/3 расчетной дозы контрастного препарата и оценивали собирательную систему почки; далее вводили оставшиеся 2/3 препарата и выполняли исследование в сосудистом режиме с артериальной и венозной фазой. Данный метод позволяет одновременно оценить степень гидронефроза и выявить нижнеполюсный сосуд [33].

К. R. Parikh при проведении магнитно-резонансной урографии установил интересный факт: во время исследования при наличии нижнеполюсного сосуда отмечалось поступление жидкости в проксимальный отдел мочеточника. На фоне вазоуретерального конфликта этот феномен встречался в 12 раз чаще, чем при внутренней обструкции [34].

М. С. Y. Wong и соавт. провели магнитно-резонансную томографию всем детям с клиникой перемежающегося гидронефроза и на основе результатов разработали протокол исследования, состоящий из 3 этапов: 1) морфологическое исследование до введения контрастного вещества; 2) функциональное исследование; 3) ангиоурографическое исследование с введением контрастного вещества. Точность выявления сосуда составила 89 % у детей с вазоуретеральным конфликтом (средний возраст 7,7 года) [14].

Компьютерная томография с ангиографией — один из ведущих методов выявления добавочного сосуда. Это доступное исследование, которое выполняется достаточно быстро и позволяет визуализировать aberrантный сосуд, определить его диаметр, пространственные взаимоотношения с пиелоуретеральным сегментом. Компьютерная томография с трехмерной реконструкцией — точный высокоэффективный метод обнаружения aberrантного сосуда, который дает возможность хирургу до операции выбрать тактику лечения. Чувствительность метода составляет от 90 до 100 %, специфичность — 100 % [35–37].

Достаточно спорным считается вопрос о том, какой добавочный сосуд становится причиной возникновения вазоуретерального конфликта.

V. R. Herts в 1996 г. для выявления причины гидронефроза использовал двухфазную спиральную компьютерную томографию с внутривенным введением контрастного вещества. В исследование вошли 20 пациентов, у 11 из которых выявлен aberrантный сосуд. Автор использовал следующие параметры для выявления сосуда: шаг 1,3–1,7 мм, ранняя фаза — 20–42 с, отсроченная фаза — 90–112 с от введения контрастного вещества. В ранней фазе определялось строение сосуда — артерия или вена. При диаметре >2 мм сосуд считался значимым и мог вызывать компрессию зоны пиелоуретерального сегмента [38].

I. Zeltser и соавт. считают сосуд патогенетически значимым уже при его наибольшем диаметре >1 мм и расположении в 5–6 мм от пиелоуретерального сегмента. Частота обнаружения нижнеполюсного сосуда в их исследовании составила 19,2 % [39].

Современным точным методом оценки функционального состояния почечной паренхимы служит нефросцинтиграфия. Опубликовано не так много работ, посвященных оценке изменений почечной функции при наличии нижнеполюсного сосуда. Существует два противоположных мнения по этому вопросу.

По мнению одних исследователей, при вазоуретеральном конфликте значительно ухудшается почечная функция, что обусловлено в первую очередь задержкой постановки диагноза. Вне приступа по данным УЗИ, как правило, выявляют лоханку внутривисцерального типа, что затрудняет диагностику и откладывает начало лечения гидронефроза. Однако по данным нефросцинтиграфии в 70 % таких случаев было диагностировано снижение почечной функции, причем в ряде наблюдений — до критических значений [2, 29].

H. W. Nacker и соавт. оценивали функцию почек, используя диуретическую ренографию. Дооперационные показатели почечной функции были выше у пациентов с внутренней обструкцией, однако после оперативного лечения лучшее восстановление почечной функции (на 15,4 %) отмечалось у пациентов с aberrантным сосудом [40].

Сторонники второй точки зрения, наоборот, заявляют о сохранности почечной функции при вазоуретеральном конфликте. Так, A. Gupta и соавт. наблюдали сохранение почечной функции, даже несмотря на более старший возраст детей [13]. A. Rigas и соавт. также сообщили о сохранности почечной функции; только у 15 % детей ее показатели были ниже нормальных значений, всего 2 детям потребовалась нефрэктомия [6].

Сохранение функции почки в большинстве случаев связывают с интермиттирующим характером гидронефроза и хорошим оттоком мочи в бессимптомные периоды [6, 13, 24].

Морфологическая картина

В настоящее время отсутствует общепринятое мнение о том, происходят ли изменения стенки мочеточника при наличии aberrантного сосуда без внутренней обструкции и отличается ли гистологическая картина изменений стенки мочеточника при внутренней и внешней обструкции.

Данных инструментальных исследований может оказаться недостаточно для того, чтобы установить, является ли aberrантный сосуд единственной причиной гидронефроза или он сочетается с патологией стенки мочеточника.

Анализ литературы показал, что во взглядах по этому вопросу царит хаос. Это еще раз подтверждает необходимость индивидуального подхода к выбору тактики хирургического лечения гидронефроза, вызванного aberrантным сосудом.

V. Ellerkamp и соавт. обследовали группу из 139 детей с пиелоретеральной обструкцией, в том числе 39 детей, у которых причиной гидронефроза была сосудистая компрессия. Медиана возраста детей с aberrантным сосудом составила 5,5 года, с внутренней обструкцией — 11,5 мес. Образцы стенки мочеточника исследовались на наличие фиброза, мышечной гипертрофии и хронического воспаления. Статистически значимые различия между группами не были обнаружены [41].

Среди гистологических признаков внешней компрессии ряд авторов называет гипертрофию мышечных волокон в стенке мочеточника. J.H. Yіee и соавт. в 2010 г. в ходе слепого гистологического исследования на основании этих данных верно определили тип обструкции в 71 % образцов [42]. T. Mut и соавт. в 2016 г. обследовали 38 детей с внутренним стенозом и 18 детей с вазокомпрессией. Средний возраст в 1-й группе составил 7,1 мес, во 2-й — 12 лет. В образцах оценивали степень фиброза и строение мышечных волокон стенки мочеточника. По результатам гистологического исследования с окраской по Массону было установлено, что между группами не было статистически значимых различий в степени фиброза в стенке мочеточника, но гипертрофия мышечных волокон была более выраженной у пациентов с внешней компрессией [24]. J.W. Foote и соавт. помимо мышечной гипертрофии при aberrантном сосуде в 1/3 образцов выявили мышечную атрофию в стенке мочеточника [43].

M. Murakumo и соавт. обследовали 7 детей со стенозом пиелоретерального сегмента и 4 ребенка с aberrантным сосудом, а также 7 детей без структурной патологии мочеточника. Авторы сделали заключение, что при внутренней обструкции значительно уменьшается плотность нервных волокон в мышечных слоях стенки мочеточника. Истощение нервных волокон приводит к их дисфункции и атрофии, увеличивается количество коллагеновых волокон в мышечных слоях, при этом происходит аномальное накопление

межклеточного и интерстициального коллагена. Эти изменения могут нарушить подвижность пиелоретерального сегмента, что ведет к возникновению механической и функциональной обструкции. Количество нервных волокон в мышечном слое сократилось до 1/3 от нормы. В гистологических образцах мочеточника при внешней обструкции не обнаружено структурных различий по сравнению с образцами контрольной группы [44].

L. Richstone и соавт. исследовали серию гистологических образцов 95 пациентов разного возраста с гидронефрозом; нижнеполюсный сосуд был выявлен у 65 из них. Средний возраст пациентов составил 38 лет (диапазон 10–85 лет). В ходе исследования не обнаружена зависимость между выраженностью патологических изменений и возрастом пациентов. Микроскопическое исследование проводили после стандартного окрашивания гематоксилином и эозином. Ткань мочеточника была нормальной у 10 % пациентов без aberrантного сосуда и у 43 % пациентов с aberrантным сосудом. У пациентов с aberrантным сосудом статистически значимо реже наблюдались гистологически выявляемые изменения стенки мочеточника [45]. Учитывая эти данные, можно сделать вывод о том, что aberrантный сосуд может вызывать компрессию при отсутствии изменений в стенке мочеточника и быть единственной причиной гидронефроза.

R.R. Singh и соавт. также отметили, что при электронно-микроскопическом исследовании не выявлено существенных структурных изменений стенки мочеточника и нарушений распределения нервной ткани у пациентов с внешней обструкцией, тогда как у пациентов с внутренней обструкцией наблюдалось истончение мышечных пучков и плотные коллагеновые отложения [12].

Таким образом, большинство авторов пришло к выводу, что при вазоретеральном конфликте отсутствуют критические изменения в стенке мочеточника, что позволяет в будущем после строгого отбора детей выполнять неразобшающую пиелопластику.

Хирургическое лечение

Гидронефроз у детей раннего возраста и гидронефроз, диагностированный в подростковом периоде, может возникать по разным причинам. В подростковом возрасте aberrантный сосуд выходит на 1-е место среди причин гидронефроза. Остается спорным вопрос лишь о том, может ли внешняя компрессия области пиелоретерального сегмента быть единственной причиной гидронефроза.

При обструкции пиелоретерального сегмента в большинстве случаев используют разобшающую пиелопластику.

В 1949 г. J.C. Anderson и W. Hynes впервые провели подобную операцию по собственной методике [46], которая в 1963 г. была модифицирована Я.Н. Кучерой. Прекрасные результаты лечения, сохранявшиеся в течение

длительного катamnестического наблюдения, продемонстрировали А. Rigas и соавт.: за 18 лет они выполнили 69 успешных операций Хайнса—Андерсона у детей с aberrантным сосудом [6].

До настоящего времени эта методика остается «золотым стандартом» лечения врожденного гидронефроза, обусловленного внутренней и внешней обструкцией. При нижнеполюсном сосуде формируют антевазальный анастомоз с перемещением сосуда на заднюю поверхность лоханки.

В настоящее время пиелопластику в основном осуществляют лапароскопическим методом. Однако возрос и интерес к малоинвазивным оперативным вмешательствам. Анализ результатов клинических, морфологических и диагностических процедур позволил сделать вывод о том, что в определенном числе случаев возможно перемещение сосуда без резекции области пиелоретерального сегмента.

Перемещение нижнеполюсного сосуда в краниальном направлении без резекции лоханочно-мочеточникового сегмента впервые описал в 1951 г. J. Hellstrom [47]. Успеху этой методики способствует отсутствие внутренней обструкции при внешней компрессии aberrантным сосудом. Операция заключалась в перемещении aberrантного сосуда выше пиелоретерального сегмента и фиксации его к лоханке сосудистыми адвентициальными швами.

T.L. Charman в 1959 г. модифицировал методику J. Hellstrom и помещал aberrантный сосуд в муфту из передней части лоханки [48]. В то время операция не получила широкого распространения из-за низкого уровня развития диагностических методов, который не позволял исключить внутреннюю патологию стенки мочеточника.

C. Pesce и соавт. еще в 1999 г. сообщили о прекрасных результатах неразобшающей пиелопластики у 61 ребенка с нижнеполюсным сосудом. Послеоперационный период протекал без рецидивов в 98 % случаев [49].

В 2006 г. лапароскопическую технику для фиксации aberrантного сосуда применили P. Godbole и соавт. у 13 пациентов [50]. Операцию выполняли с использованием 3 троакаров диаметром 5 мм. Средняя длительность операции составила 92 мин, срок нахождения в стационаре сократился до 24–36 ч. В отдаленном периоде разрешение обструкции наблюдалось в 95 % случаев.

Минимальный риск повреждения области пиелоретерального сегмента, сокращение длительности операции считаются преимуществами вазопексии в детском возрасте.

Подробное описание лапароскопической транспозиции сосуда представили А. Sakoda и соавт. в 2011 г. [52]. Относительная простота выполнения при правильном отборе пациентов сделали эту операцию популярной среди многих зарубежных хирургов [4, 12,

51–53]. По мнению авторов, методика показана пациентам с клиникой перемежающегося гидронефроза начиная с подросткового возраста.

Таким образом, успешные результаты неразобшающей пиелопластики получены, по разным данным, в 95–100 % случаев. У всех детей отсутствовал болевой синдром и отмечалось разрешение обструктивного синдрома [4, 12, 41, 49, 51, 54, 55].

T. Villemagne и соавт. сообщили о возникновении рецидива гидронефроза после вазопексии у 1 ребенка, но связали это с наличием антенатального гидронефроза, который может указывать на наличие сопутствующей патологии стенки мочеточника [51].

Для успешной фиксации сосуда необходимо соблюдать ряд условий, которые удалось определить по мере накопления опыта применения данной технологии.

Отбор детей начинается задолго до операционного стола. Клинический синдром является идеальной отправной точкой выявления aberrантного сосуда. На первый план выходит перемежающаяся боль в животе или поясничной области, тошнота, рвота. В период боли наблюдается выраженное расширение лоханки и умеренная дилатация чашечек, которые значительно сокращались после купирования боли.

Важным критерием возможности выполнения вазопексии считается отсутствие гидронефроза в антенатальном периоде. Даже легкая степень гидронефроза в антенатальном периоде и самостоятельное разрешение его в постнатальном периоде исключают возможность операции по перемещению сосуда [3, 4, 25, 50].

Интраоперационно возможность проведения вазопексии оценивают по следующим критериям:

- область пиелоретерального сегмента без видимых изменений;
- сокращение лоханки после перемещения сосуда;
- опорожнение лоханки и отчетливая перистальтика в области пиелоретерального сегмента после диуретического теста.

Одной из нерешенных проблем в лечении гидронефроза, вызванного aberrантным сосудом, остается диагностика сопутствующей внутренней патологии, которая может вносить свой вклад в нарушение оттока мочи [45]. Поиском методики, которая позволила бы диагностировать такую патологию, занимались многие исследователи. Предложены разные методы интраоперационной оценки наличия зоны стеноза в области пиелоретерального сегмента.

Одним из первых и важнейших таких методов стал тест Витакера. J.M. Stern и соавт. обследовали 10 детей, у 6 из которых обнаружен aberrантный сосуд. Интраоперационно всем детям провели тест Витакера. У пациентов с aberrантным сосудом при его перемещении давление в почечной лоханке значительно снижалось,

что позволило предположить, что нижнеполюсный сосуд был единственной причиной гидронефроза. В группе пациентов с гидронефрозом и сопутствующей внутренней патологией после мобилизации области пиелоретерального сегмента давление в лоханке не менялось [55].

C. Pesce и соавт. в 1999 г. предложили более простой в исполнении и весьма информативный тест — интраоперационную диуретическую пробу. Они обобщили свой 25-летний опыт хирургического лечения детей с наличием aberrантного сосуда ($n = 111$) и сделали вывод о необходимости проведения диуретического теста у больных с вазоретеральным конфликтом. На основании теста внешняя обструкция выявлена у 61 ребенка, которым выполнена транспозиция сосуда. У 50 детей результат диуретического теста оказался сомнительным, и им выполнена разобщающая пиелопластика [49].

Многие авторы подтвердили главенствующую роль интраоперационного диуретического теста в принятии решения о возможности перемещения сосуда. Тест заключается во внутривенном введении физиологического раствора из расчета 20 мл/кг за 10–15 мин до мобилизации сосуда и последующем введении фуросемида в дозе 1 мг/кг. Если лоханка опорожнялась при перемещении сосуда в краниальном направлении и отмечалась нормальная перистальтика мочеточника, выполнялась неразобщающая пиелопластика [2, 25].

C. Esposito после проведения теста выполнил лапароскопическую фиксацию сосуда в модификации Charman у 51 ребенка (средний возраст 10,5 года). Послеоперационное наблюдение продолжалось от 12 до 96 мес. У всех детей симптомы полностью исчезли, снизилась степень тяжести гидронефроза и улучшилась почечная функция [2].

S.F. Chiarenza и соавт. провели лапароскопическую фиксацию сосудов у 30 из 35 детей с внешней обструкцией (средний возраст 7,5 года), исключив 5 детей после диуретического теста. Операция длилась 95 мин, пребывание в стационаре — 4 дня. Отдаленные результаты оценивали по прошествии 12–84 мес. Только 1 ребенку потребовалось повторное оперативное вмешательство — разобщающая пиелопластика с формированием антевазального анастомоза [25].

G. Janetschek и соавт. предложили более радикальную методику диагностики внутренней патологии. Они производили продольный разрез пиелоретерального сегмента и исследовали зону на предмет стеноза. В результате была исключена внутренняя обструкция у 67 % пациентов [56].

A. Schneider и соавт. на основании интраоперационной визуализации сосудов выделили 3 варианта анатомии aberrантного сосуда и сформулировали показания к применению 2 методик: I тип — нижнеполюсный сосуд располагается по передней поверхности лоханки выше зоны пиелоретерального сегмента и не участвует в формировании обструкции; рекомендована разобщающая

пиелопластика; II тип — нижнеполюсный сосуд располагается в области пиелоретерального сегмента, но при этом отмечается внутренний стеноз; также рекомендована разобщающая пиелопластика; III тип — aberrантный сосуд располагается ниже области лоханочно-мочеточникового перехода таким образом, что мочеточник делает изгиб над сосудом, похожий на шею лебедя; при отрицательном результате диуретического теста возможно выполнение лапароскопической вазопексии [4].

Помимо модифицированной методики Hellstrom стали разрабатываться и другие методики фиксации сосуда.

В.В. Сизонов выполнял транспозицию сосуда по авторской методике: нижнеполюсный сосуд помещался в гамак из фасциального листка передней стенки лоханки. Перед перемещением сосуда проводили диуретический тест. У всех детей с 1-го месяца после операции отмечали нормализацию анализов мочи и купирование бактериурии, отсутствие жалоб на боли в животе и поясничной области, существенное уменьшение дилатации лоханки уже к 7-м суткам после операции и дальнейшее сокращение лоханки в течение года после операции [3].

N. Simforoosh и соавт. также сообщили об успешной транспозиции сосуда у 9 детей по модифицированной методике Hellstrom. Суть операции заключалась в бережном выделении aberrантной артерии и ее перемещении выше зоны пиелоретерального сегмента с формированием муфты. У всех детей в послеоперационном периоде наблюдалось разрешение обструкции. Кроме того, сократилась не только длительность операции, но и пребывание в стационаре (с 6,4 сут при разобщающей пиелопластике до 2,1 сут при вазопексии) [57].

Заключение

Ни одно инструментальное исследование не может ответить на вопрос о том, является ли нижнеполюсный сосуд единственной причиной гидронефроза. Только комплексная оценка и индивидуальный подход позволят выполнить транспозицию сосуда с безрецидивным результатом.

Методика фиксации сосуда получила широкое распространение за рубежом, в то время как в отечественной литературе есть лишь единичные примеры ее применения.

До настоящего времени не выработаны четкие критерии, на основании которых хирург смог бы принять верное решение в отношении сосуда. Разработка таких критериев выявления aberrантного сосуда при инструментальных диагностических исследованиях позволила бы на дооперационном этапе определить показания к применению определенной тактики оперативного лечения гидронефроза с вазоретеральным конфликтом и создать единый протокол ведения детей разного возраста с aberrантным сосудом. Дифференцированный подход к применению разобщающей и неразобщающей пиелопластики позволит улучшить результаты лечения детей с гидронефрозом.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Врублевский С.Г., Гуревич А.И., Севергина Э.С. и др. Прогноз и лечение гидронефроза у детей. *Детская хирургия* 2008;(6):28–31. [Vrublevsky S.G., Gurevich A.I., Severgina E.S. et al. Prognosis and treatment of hydronephrosis in children. *Detskaya khirurgiya = Russian Journal of Pediatric Surgery* 2008;(6):28–31. (In Russ.)].
2. Esposito C., Blevé C., Escolino M. et al. Laparoscopic transposition of lower pole crossing vessels (vascular hitch) in children with pelviureteric junction obstruction. *Transl Pediatr* 2016;5(4):256–61. DOI: 10.21037/tp.2016.09.08.
3. Сизонов В.В., Коган М.И. Использование оригинальной технологии перемещения «конфликтного» (добавочного) сосуда у детей при оперативном лечении гидронефроза лапароскопическим доступом. *Современные технологии в медицине* 2011;(4):28–31. [Sizonov V.V., Kogan M.I. The use of original technology of moving a “conflicting” (accessory) vessel in children in surgical treatment of hydronephrosis using laparoscopic approach. *Sovremennye tekhnologii v meditsine = Modern Technologies in Medicine* 2011;(4):28–31. (In Russ.)].
4. Schneider A., Ferreira Gomes C., Delay C. et al. Lower pole vessels in children with pelviureteric junction obstruction: laparoscopic vascular hitch or dismembered pyeloplasty? *J Pediatr Urol* 2013;9(4):419–23. DOI: 10.1016/j.jpuro.2012.07.005.
5. Rokitsansky C. *Handbuch der pathologischen Anatomie*. Band 1. Wien: Braumüller & Seidel, 1846.
6. Rigas A., Karamanolakis D., Bogdanos I. et al. Pelvi-ureteric junction obstruction by crossing renal vessels: clinical and imaging features. *BJU Int* 2003;92(1):101–3. DOI: 10.1046/j.1464-410X.2003.04265.x.
7. Graves F.T. The aberrant renal artery. *J Anat* 1956;90(4):553–8.
8. Graves F.T. The arterial anatomy of the congenitally abnormal kidney. *Br J Surg* 1969;56(7):533–41. DOI: 10.1002/bjs.1800560717.
9. Churchill B.M., Feng W.C. Ureteropelvic junction anomalies: congenital UPJ problems in children. In: *Pediatric urology*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2010. Pp. 318–346.
10. Calder A.D., Hiorns M.P., Abhyankar A. et al. Contrast-enhanced magnetic resonance angiography for the detection of crossing renal vessels in children with symptomatic ureteropelvic junction obstruction: comparison with operative findings. *Pediatr Radiol* 2007;37(4):356–61. DOI: 10.1007/s00247-007-0416-2.
11. Rooks V.J., Lebowitz R.L. Extrinsic ureteropelvic junction obstruction from a crossing renal vessel: demography and imaging. *Pediatr Radiol* 2001;31(2):120–4. DOI: 10.1007/s002470000366.
12. Singh R.R., Govindarajan K.K., Chandran H. Laparoscopic vascular relocation: alternative treatment for renovascular hydronephrosis in children. *Pediatr Surg Int* 2010;26(7):717–20. DOI: 10.1007/s00383-010-2623-4.
13. Gupta A., Dhua A.K., Agarwala S., Bhatnagar V. Pelviureteric junction obstruction with crossing lower polar vessel: indicators of preoperative diagnosis. *J Indian Assoc Pediatr Surg* 2018;23(3):123–6. DOI: 10.4103/jiaps.JIAPS_207_17.
14. Wong M.C.Y., Piaggio G., Damasio M.B. et al. Hydronephrosis and crossing vessels in children: optimization of diagnostic-therapeutic pathway and analysis of color Doppler ultrasound and magnetic resonance urography diagnostic accuracy. *J Pediatr Urol* 2018;14(2):204. DOI: 10.1016/j.jpuro.2017.12.020.
15. Bowen D.K., Yerkes E.B., Lindgren B.W. et al. Delayed presentation of ureteropelvic junction obstruction and loss of renal function after initially mild (SFU grade 1–2) hydronephrosis. *Urology* 2015;86(1):168–70. DOI: 10.1016/j.urol.2015.03.032.
16. Homme J.L., Foster A.A. Recurrent severe abdominal pain in the pediatric patient. *J Emerg Med* 2014;46(5):627–31. DOI: 10.1016/j.jemermed.2013.11.095.
17. Beganovic A., Van Bezooijen B.G., Van Anrichem P.H. Intermittent flank pain. *Ned Tijdschr Geneesk* 2008;152(36):1986–8.
18. Horstman W.G., Darcy M.D. Intermittent hydronephrosis as a cause of a false-negative pressure-flow study. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1991;14(3):185–7. DOI: 10.1007/BF02577727.
19. Merksz M., Sulya B., Polovitz M. [Intermittent hydronephrosis in childhood]. *Orv Hetil* 2013;154(24):940–6. DOI: 10.1556/ON.2013.29639.
20. Гуревич А.И. Комплексная ультразвуковая диагностика obstructивных уropатий у детей раннего возраста. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2006. 44 с. [Gurevich A.I. Complex ultrasound diagnosis of obstructive uropathy in young children. Abstract of the diss. ... of doct. of med. sciences. Moscow, 2006. 44 p. (In Russ.)].
21. Зубарев А.В. Современная ультразвуковая диагностика: теория и практика. *Радиология — практика* 2008;(5):4–14. [Zubarev A.V. Modern ultrasound diagnostics: theory and practice. *Radiologiya — praktika = Radiology — Practice* 2008;(5):4–14. (In Russ.)].
22. Ross J.H., Kay R., Knipper N.S., Streem S.B. The absence of crossing vessels in association with ureteropelvic junction obstruction detected by prenatal ultrasonography. *J Urol* 1998;160(3 Pt 2):973–5. DOI: 10.1097/00005392-199809020-00001.
23. Weiss D.A., Kadakia S., Kurzweil R. et al. Detection of crossing vessels in pediatric ureteropelvic junction obstruction: clinical patterns and imaging findings. *J Pediatr Urol* 2015;11(4):173–5. DOI: 10.1016/j.jpuro.2015.04.017.
24. Mut T., Acar Ö., Oktar T. et al. Intraoperative inspection of the ureteropelvic junction during pyeloplasty is not sufficient to distinguish between extrinsic and intrinsic causes of obstruction: correlation with histological analysis. *J Pediatr Urol* 2016;12(4):223–6. DOI: 10.1016/j.jpuro.2016.02.016.
25. Chiarenza S.F., Blevé C., Fasoli L. et al. Ureteropelvic junction obstruction in children by polar vessels. Is laparoscopic vascular hitching procedure a good solution? Single center experience on 35 consecutive patients. *J Pediatric Surg* 2016;51(2):310–4. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2015.10.005.
26. Veyrac C., Baud C., Lopez C. et al. The value of colour Doppler ultrasonography for identification of crossing vessels in children with pelvi-ureteric junction obstruction. *Pediatr Radiol* 2003;33(11):745–51. DOI: 10.1007/s00247-003-1012-8.
27. Mearini L., Rosi P., Zucchi A. et al. Color Doppler ultrasonography in the diagnosis of vascular abnormalities associated with ureteropelvic junction obstruction. *J Endourol* 2003;17(9):745–50. DOI: 10.1089/089277903770802290.
28. Kumar G.K., Chapman S., Chandran H. An audit routine grey scale sonographic imaging for pelviureteric junction obstruction: do they identify lower polar vessels? *Afr J Paediatr Surg* 2010;7(1):14–5. DOI: 10.4103/0189-6725.59352.
29. Menon P., Rao K.L.N. Extrinsic vessel associated with ureteropelvic junction obstruction. *J Indian Assoc Pediatr Surg* 2019;24(2):154–5. DOI: 10.4103/jiaps.JIAPS_176_18.
30. Wang W., LeRoy A.J., McKusick M.A. et al. Detection of crossing vessels as the cause of ureteropelvic junction obstruction: The role of antegrade pyelography prior to endopyelotomy. *J Vasc Interv Radiol* 2004;15(12):1435–41. DOI: 10.1097/01.RVI.0000141346.33431.2D.

31. Гильмутдинов Р.Ш. Реконструктивные операции при гидронефротической трансформации почек сосудистого генеза. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Саратов, 2009. 24 с. [Gilmutdinov R.Sh. Reconstructive surgery for hydronephrotic transformation of the kidneys of vascular origin. Abstract of the dis. ... of cand. of med. sciences. Saratov, 2009. 24 p. (In Russ.)].
32. Лопаткин Н.А. Почечная ангиография. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 1959. 18 с. [Lopatkin N.A. Renal angiography. Abstract. of the dis. ... of doct. of med. science. Moscow, 1959. 18 p. (In Russ.)].
33. Kocaoglu M., Ince S. Concurrent visualization of crossing renal vessels with split-bolus magnetic resonance urography. *J Pediatr Urol* 2015;11(6):375. DOI: 10.1016/j.jpuro.2015.09.010.
34. Parikh K.R., Hammer M.R., Kraft K.H. et al. Pediatric ureteropelvic junction obstruction: can magnetic resonance urography identify crossing vessels? *Pediatr Radiol* 2015;45(12):1788–95. DOI: 10.1007/s00247-015-3412-y.
35. Mitsumori A., Yasui K., Akaki S. et al. Evaluation of crossing vessels in patients with ureteropelvic junction obstruction by means of helical CT. *Radiographics* 2000;20(5):1383–93. DOI: 10.1148/radiographics.20.5.g00se061383.
36. Farrés M.T., Pedron P., Gattegno B. Helical CT and 3D reconstruction of ureteropelvic junction obstruction: accuracy in detection of crossing vessels. *J Comput Assist Tomogr* 1998;22(2):300–3. DOI: 10.1097/01.RVI.0000141346.33431.2D.
37. Khaira H.S., Platt J.F., Cohan R.H. et al. Helical computed tomography for identification of crossing vessels in ureteropelvic junction obstruction-comparison with operative findings. *Urology* 2003;62(1):35–9. DOI: 10.1016/S0090-4295(03)00156-0.
38. Herts B.R. Helical CT and CT angiography for the identification of crossing vessels at the ureteropelvic junction. *Urol Clin North Am* 1998;25(2):259–69. DOI: 10.1016/s0094-0143(05)70013-6.
39. Zeltser I.S., Liu J.B., Bagley D.H. The incidence of crossing vessels in patients with normal ureteropelvic junction examined with endoluminal ultrasound. *J Urol* 2004;172(6 Pt 1):2304–7. DOI: 10.1097/01.ju.0000145532.48711.f6.
40. Hacker H.W., Szavay P., Dittmann H. et al. Pyeloplasty in children: is there a difference in patients with or without crossing lower pole vessel? *Pediatr Surg Int* 2009;25(7):607–11. DOI: 10.1007/s00383-009-2385-z.
41. Ellerkamp V., Kurth R.R., Schmid E. et al. Differences between intrinsic and extrinsic ureteropelvic junction obstruction related to crossing vessels: histology and functional analyses. *World J Urol* 2016;34(4):577–83. DOI: 10.1007/s00345-015-1645-x.
42. Yiee J.H., Johnson-Welch S., Baker L.A., Wilcox T.D. Histologic differences between extrinsic and intrinsic ureteropelvic junction obstruction. *Urology* 2010;76(1):181–4. DOI: 10.1016/j.urology.2010.02.007.
43. Foote J.W., Blennerhassett J.B., Wigglesworth F.W., Mackinnon K.J. Observations on the ureteropelvic junction. *J Urol* 1970;104(2):252–7. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)61710-5.
44. Murakumo M., Nonomura K., Yamashita T. et al. Structural changes of collagen components and diminution of nerves in congenital ureteropelvic junction obstruction. *J Urol* 1997;157(5):1963–8. DOI: 10.1016/S0022-5347(01)64910-3.
45. Richstone L., Seideman C., Reggio E. et al. Pathologic findings in patients with ureteropelvic junction obstruction and crossing vessels. *Urology* 2009;73(4):716–9. DOI: 10.1016/j.urology.2008.10.069.
46. Anderson J.C., Hynes W. Retrocaval ureter; a case diagnosed pre-operatively and treated successfully by a plastic operation. *Br J Urol* 1949;21(3):209–14. DOI: 10.1111/j.1464-410x.1949.tb10773.x.
47. Hellstrom J., Giertz G., Lindblom K. Pathogenesis and treatment of hydronephrosis. *J Urol* 1951;20(1):1–6.
48. Chapman T.L. *Urology in outline*. Edinburgh; London: Churchill Livingstone, 1959. P. 82.
49. Pesce C., Campobasso P., Costa L. Ureterovascular hydronephrosis in children: is pyeloplasty always necessary? *Eur Urol* 1999;36(1):71–4. DOI: 10.1159/000019930.
50. Godbole P., Mushtaq I., Wilcox D.T., Duffy P.G. Laparoscopic transposition of lower pole vessels – the ‘vascular hitch’: an alternative to dismembered pyeloplasty for pelvi-ureteric junction obstruction in children. *J Pediatr Urol* 2006;2(4):285–9. DOI: 10.1016/j.jpuro.2005.11.017.
51. Villemagne T., Fourcade L., Camby C. Long-term results with the laparoscopic transposition of renal lower pole crossing vessels. *J Pediatr Urol* 2015;11(4):174–7. DOI: 10.1016/j.jpuro.2015.04.023.
52. Sakoda A., Cherian A., Mushtaq I. Laparoscopic transposition of lower pole crossing vessels (‘vascular hitch’) in pure extrinsic pelvi-ureteric junction (PUJ) obstruction in children. *BJU Int* 2011;108(8):1364–8. DOI: 10.1111/j.1464-410x.2011.10657.x.
53. Gundeti M.S., Reynolds W.S., Duffy P.G. et al. Further experience with the vascular hitch (laparoscopic transposition of lower pole crossing vessels): an alternate treatment for pediatric ureterovascular ureteropelvic junction obstruction. *J Urol* 2008;180(4 Suppl):1832–6. DOI: 10.1016/j.juro.2008.05.055.
54. Meng M.V., Stoller M.L. Hellstrom technique revisited: laparoscopic management of ureteropelvic junction obstruction. *Urology* 2003;62(3):404–8. DOI: 10.1016/s0090-4295(03)00562-4.
55. Stern J.M., Park S., Anderson J.K. et al. Functional assessment of crossing vessels as etiology of ureteropelvic junction obstruction. *Urology* 2007;69(6):1022–4. DOI: 10.1016/j.urology.2007.02.055.
56. Janetschek G., Peschel R., Frauscher F. Laparoscopic pyeloplasty. *Urol Clin North Am* 2000;27(4):695–704. DOI: 10.1016/s0094-0143(05)70119-1.
57. Simforoosh N., Javaherforooshzadeh A., Aminsharifi A. Laparoscopic management of ureteropelvic junction obstruction in pediatric patients: a new approach to crossing vessels, crossing vein division, and upward transposition of the crossing artery. *J Pediatr Urol* 2010;6(2):161–5. DOI: 10.1016/j.jpuro.2009.07.010.

Вклад авторов

С.Л. Коварский, Н.А. Агеева: обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи, научное редактирование;
А.И. Захаров, Л.Б. Меновщикова, З.З. Соттаева, Т.А. Складорова, А.Н. Текотов, Ю.В. Петрухина, К.А. Струянский: научное консультирование, научное редактирование.

Authors' contributions

S.L. Kovarsky, N.A. Ageeva: reviewing of publications on the article's theme, article writing, scientific editing, scientific advice;
A.I. Zakharov: L.B. Menovshchikova: Z.Z. Sottaeva: T.A. Sklyarova: A.N. Tekotov: Yu.V. Petrukhina: K.A. Struyansky: scientific editing, scientific advice.

ORCID авторов / ORCID of authors

С.Л. Коварский / S.L. Kovarsky: <https://orcid.org/0000-0001-6310-7110>
Н.А. Агеева / N.A. Ageeva: <https://orcid.org/0000-0001-5663-5505>
А.Н. Текотов / A.N. Tekotov: <https://orcid.org/0000-0003-2151-3641>
К.А. Струянский / K.A. Struyansky: <https://orcid.org/0000-0002-1947-1035>



Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Financing. The work was performed without external funding.