

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MIM.4>

REVIEW ARTICLE

УДК 616-073

## СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ДИАГНОСТИКУ МАЛЬРОТАЦИИ КИШЕЧНИКА У НОВОРОЖДЁННЫХ: РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЙ И УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

К.С. Анпилогова, А.С. Сидорина, Г.Е. Труфанов

Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова, ул. Акkuratова, д. 2, г. Санкт-Петербург, 197341, Россия

**Резюме.** Данный литературный обзор сделан с целью ознакомления с существующими методами лучевой диагностики, используемыми для диагностики мальротации кишечника у новорожденных. Он включает 28 источников, написанных за период с 2001 г. по 2021 г., рассматривающих методы лучевой диагностики как по отдельности, так и в комбинации друг с другом. Отбор статей производился из научных медицинских журналов, находящихся в открытом доступе, а также среди работ, которые цитировались в первоначальных источниках. В обзоре приведены исследования, показывающие преимущества и недостатки методов, в частности наиболее подробно рассматривается возможность замещения рентгенологического метода ультразвуковым. Ознакомившись с мнением разных авторов, можно сделать вывод, что, несмотря на преимущества и хорошо разработанную технику применения последнего, полностью отказаться от рентгенологического метода с применением контрастирующего препарата на данный момент не представляется возможным.

**Ключевые слова:** мальротация кишечника, новорожденные, ультразвуковой метод, рентгенологический метод.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Анпилогова К.С., Сидорина А.С., Труфанов Г.Е. Современный взгляд на диагностику мальротации кишечника у новорожденных: рентгенологический и ультразвуковой методы визуализации. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):177-182. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MIM.4>

## CURRENT VIEW ON THE DIAGNOSIS OF INTESTINAL MALROTATION IN NEONATES: RADIOLOGIC AND ULTRASOUND IMAGING TECHNIQUES

K.S. Anpilogova, A.S. Sidorina, G.E. Trufanov

Almazov National Medical Research Centre, 2, Akkuratova str., St. Petersburg, 197341, Russia

**Abstract.** This literature review aims to acquaint readers with current radiological diagnostic methods utilized in detecting intestinal malrotation in newborns. The review incorporates 28 sources published from 2001 to 2021, examining radiological diagnostic methods both individually and in combination. Article selection was conducted from open-access scientific medical journals and references cited in the primary sources. The review encompasses studies highlighting the advantages and disadvantages of various techniques, with a specific focus on the potential substitution of the radiological method with ultrasound. Despite the benefits and well-established application techniques of the latter, based on the opinions of different authors, it can be concluded that a complete abandonment of the radiological method involving contrast agents is not currently feasible.

**Keywords:** intestinal malrotation, newborns, ultrasound method, radiologic method

**Competing interests.** The authors declare no competing interests.

**Funding.** This research received no external funding.

**Cite as:** Anpilogova K.S., Sidorina A.S., Trufanov G.E. Current view on the diagnosis of intestinal malrotation in neonates: radiologic and ultrasound imaging techniques. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):177-182. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MIM.4>

### Актуальность

Синдром мальротации – это врождённая аномалия ротации и/или фиксации средней кишки, которая формируется в раннем периоде внутриутробного развития [1, 2]. Данная патология встречается с частотой от 1:500 до 1:6000 новорождённых, у мальчиков наблюдается в 2 раза чаще [3].

Средняя кишка у зародыша представляет собой желточную (пупочную) петлю и в норме, начиная с пятой недели гестации, обеспечивает поворот кишечника на 270° против часовой стрелки вокруг верхней брыжеечной артерии, благодаря выходу за пределы вентральной стенки туловища в пупочный канатик. Средняя кишка образует впоследствии тонкую кишку (краниальное колено), начиная от большого дуоденального сосочка двенадцатиперстной кишки, и проксимальную часть толстой кишки (каудальное колено). Из идущей за ней задней кишки развивается дистальная часть толстой кишки, начиная с левого ободочного изгиба. Нарушение данного процесса ведёт к возникновению такого порока развития как мальротация, требующего проведения хирургического вмешательства.

Аспекты эмбриогенеза и клиничко-анатомическая характеристика отдельных форм мальротации кишечника подробно освещены в литературе [4].

В отечественной литературе для всех нарушений ротации принято использовать термин «мальротация», однако, если порок развития включает также нарушение фиксации, более корректно обозначать его как аномалию фиксации и (или) ротации кишечника. У детей с мальротацией петли кишки, не фиксированные должным образом, не удерживаются узкой брыжейкой [5].

Клиническая картина мальротации у новорожденных включает такие симптомы как срыгивание и рвота, диарея, вздутие живота, снижение веса, болезненность при пальпации живота, расширение венозной сети на передней брюшной стенке [6, 7].

Выживаемость детей с нарушением ротации и фиксации кишечника на сегодняшний день достаточно высокая (более 80%) [4, 8]. Однако положительный исход достижим только при условии своевременной диагностики и оперативного вмешательства. Вовремя не диагностированная мальротация может привести ко многим осложнениям, самым грозным из которых считается некроз кишечника.

Из вышесказанного следует важность своевременной и правильной диагностики такого серьезного врожденного порока развития как мальротация.

**Цель исследования:** оценить значимость и наиболее рациональный способ использования существующих методов лучевой диагностики в выявлении мальротации кишечника у новорожденных как по отдельности, так и в комбинации друг с другом.

### Возможности методов лучевой диагностики

В статье 2014 года Tacket и соавт. [9] приводится подробный обзор методов медицинской визуализации с точки зрения их целесообразности и практичности в диагностике аномалий ротации и фиксации кишечника.

#### *Рентгенография*

Первым шагом в визуальной оценке органов брюшной полости у детей с подозрением на мальротацию служит недорогой и широко доступный метод классической рентгенографии, однако наиболее частая находка на обзорной рентгенограмме пациента с мальротацией – «умеренное количество газа в кишечнике». Очевидно, что рентгенограммы органов брюшной полости у новорожденных не могут исключить мальротацию, однако иногда они способны продемонстрировать картину, которая повлечёт за собой проведение хирургом диагностической лапароскопии с целью диагностики. Такими сигналами для доктора являются: неправильная топография петель кишечника, дуоденальная непроходимость (картина «двойного пузыря»), отсутствие газа в кишечнике дистальнее двенадцатиперстной кишки.

#### *Ультразвуковой метод исследования*

Ультразвуковой метод исследования (УЗИ) используется для определения взаиморасположения верхних мезентериальных сосудов, изменение их нормальной анатомии (верхняя брыжеечная артерия (ВБА) лежит слева от верхней брыжеечной вены (ВБВ)) может свидетельствовать о мальротации. Встречается полная инверсия мезентериальных сосудов в виде появления «знака водоворота»: заворота брыжейки и вместе с ней ВБА вокруг ВБА, данный ультразвуковой признак требует срочного дальнейшего диагностического исследования [10].

Некоторые авторы предложили использовать УЗИ для оценки расположения третьей части двенадцатиперстной кишки (D3). Menten и соавт. утверждают, что «ретромезентериальное положение D3 исключает мальротацию кишечника». Если D3 визуализируется между аортой и ВБА при получении поперечной и сагитальной проекций аорто-мезентериального угла, это может указывать на нормальное вращение кишечника [11].

#### *Ирригография*

Введение контрастного вещества в прямую кишку предоставляет возможность оценки расположения толстой и тонкой кишки у новорожденных. При наличии мальротации на ирригограммах часто наблюдается левостороннее положение толстой кишки, в то время как петли тонкой кишки, как правило, занимают преимущественно правую половину брюшной полости. При мальротации также может определяться смещение слепой кишки, и поэтому клизма с контрастным препаратом может быть ис-

пользована для визуализации её положения. Однако при применении методов медицинской визуализации перед операцией выявлено, что аномальное положение слепой кишки, т.е. не в правом нижнем квадранте брюшной полости, обнаруживается в 80% и 87% случаев мальротации, доказанных интраоперационно соответственно [12]. Вместе с тем, нормально расположенную слепую кишку могут иметь до 20% пациентов с мальротацией [13].

Таким образом, хотя ирригография редко используется в изоляции, она может стать этапом, предшествующим хирургическому вмешательству, особенно если патология представляет собой острую угрозу, и аномальное положение кишечника коррелирует с результатами физикального осмотра пациента.

#### *Энтеральное контрастирование*

При проведении рентгенологического исследования для визуализации верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) используется энтеральное контрастирование. Этот метод включает в себя пероральное введение контрастного вещества или введение контраста через желудочный зонд с последующим получением изображений в процессе прохождения контраста через пищевод, желудок, двенадцатиперстную кишку и дуоденоюнальный переход. Качество полученных изображений в значительной степени зависит от положения пациента в момент проведения исследования, что представляет собой важный вопрос в области педиатрии.

Некоторые авторы, как группа из ЮАР в 2013 году, предлагали способы усовершенствования методики, как, например, использование внешних металлических маркеров, закреплённых вдоль средней линии тела пациента, контроль положения ребёнка во время исследования для лучшего контрастирования верхних отделов ЖКТ [14].

#### *Компьютерная томография*

Как и ультразвуковое исследование, компьютерную томографию (КТ) можно применять для оценки расположения D3, дуоденально-тощекишечного перехода и анатомического взаиморасположения верхней брыжеечной артерии и верхней брыжеечной вены. Исследование Тейлора показало, что КТ-изображение аномального положения D3 обладает чувствительностью и специфичностью для диагностики мальротации соответственно 97,3% и 99% [9].

Вместе с тем, из-за наличия анатомических вариантов нормы в соотношении ВБА/ВБВ точность выявления «аномального» соотношения данных сосудов для постановки диагноза мальротации составила 76,8% [15]. Уникальность использования КТ с контрастным усилением является его способность выявлять нарушения перфузии [16].

КТ может проводиться быстро и с минимальной инвазивностью, однако следует отметить, что дан-

ная процедура сопряжена со значительной дозой ионизирующего излучения в сравнении, к примеру, с серией рентгенограмм, применяемых для визуализации верхних отделов желудочно-кишечного тракта.

#### *Магнитно-резонансная томография*

Магнитно-резонансная томография (МРТ) считается самым дорогим методом визуализации. К её преимуществам относится отсутствие облучения, однако требованием к осуществлению исследования является неподвижность пациента, что неосуществимо в случае обследования новорожденных без использования анестезиологического пособия.

МРТ возможно использовать, как и КТ, как метод визуализации для выявления следующих признаков мальротации: незабрюшинное расположение двенадцатиперстной кишки, расширение её проксимального отдела, нарушение топографии кишечника и атипичное взаиморасположение ВБА/ВБВ [9].

Таким образом, наиболее целесообразно использовать для диагностики мальротации первые четыре из перечисленных методов медицинской визуализации. При отрицательном результате этих методов и сохраняющейся симптоматике следует рассмотреть вопрос о проведении КТ, однако только после оценки рисков получаемого облучения. Если результаты КТ также будут свидетельствовать об отсутствии аномалий ротации и/или фиксации кишечника, авторы рекомендуют прибегнуть к динамическому наблюдению за ребёнком и в дальнейшем при необходимости повторить пассаж контрастного препарата или прибегнуть к лапароскопической диагностике, если состояние пациента или результаты лабораторных обследований ухудшатся. Проведение МРТ в данном случае можно считать нецелесообразным [9].

Исключение такого серьёзного патологического состояния, как мальротация, должно быть частью каждого обследования верхних отделов ЖКТ у педиатрических пациентов, особенно у новорожденных и грудных детей. Серия снимков верхних отделов желудочно-кишечного тракта может помочь рентгенологу отличить нормальное положение кишечника от мальротации путём отображения положения дуоденоюнального перехода.

Дуоденоюнальный переход – основной ориентир при данном виде исследования. В основном он располагается на одном уровне или несколько ниже уровня луковицы двенадцатиперстной кишки, позади желудка. Относительно позвоночника положение данного анатомического ориентира в норме строго слева, однако может быть медиальнее левой ножки позвонка. Тощая кишка, в свою очередь, обычно расположена в левом верхнем квадранте брюшной полости, однако, будучи внутрибрюшной, она способна переходить вправо и

располагаться в правом верхнем квадранте, что не будет являться признаком мальротации. Когда тонкая кишка находится в левом верхнем квадранте, контрастирование верхних отделов ЖКТ даёт возможность обнаружить нарушение ротации двенадцатиперстной кишки. Необходимо помнить, что зона интереса может быть легко заслонена контрастным веществом, скопившемся в атруме или тощей кишке. В связи с тем, что точное очерчивание дуоденальной развертки часто представляется сложной задачей, Long F.R. и соавт. [17] считают, что в сомнительных случаях следует провести повторное рентгенологическое исследование тонкой кишки с контрастированием для вторичной оценки положения двенадцатиперстной кишки. Рентгеноскопия также может оказаться полезной.

Следовательно, при проведении пассажа контрастного вещества, помимо положения двенадцатиперстной кишки, оцениваются такие признаки, как её переход в тощую, имеющий вид конического или штопорообразного сужения; ход двенадцатиперстной кишки каудально и кпереди; вздутие двенадцатиперстной кишки. Кроме отсутствия привычного левостороннего положения дуоденоюнального перехода, он также может располагаться низко - ниже пилоруса [18, 19].

Приблизительно в 15% случаев рентгенологические признаки оказываются неоднозначными и служат причиной ложноотрицательной и ложноположительной интерпретации. Наиболее частой причиной ложноположительного результата оказывается неумение отличить нормальные анатомические варианты, мимикрирующие под мальротацию. Такими примерами, особенно у детей младшего возраста, являются блуждающая двенадцатиперстная кишка, характеризующаяся извилистым ходом проксимального отдела, который пересекает среднюю линию на нормальном уровне, однако может характеризоваться петлеобразованием справа от позвоночника; подвижная двенадцатиперстная кишка и *duodenum inversum* [20].

Нормально расположенный дуоденоюнальный переход может смещаться в нижнюю сторону расширенным желудком или прилежащим сегментом тонкой или толстой кишки. По данным других авторов, смещение книзу также может происходить вследствие увеличения селезенки, агенезии почек или трансплантации печени, а также важной особенностью детей младше 4 лет служит расслабление брюшинных связок, вследствие чего нормальный дуоденоюнальный переход легко смещается при физикальном осмотре, расширении прилежащего сегмента кишки, а также при введении зонда при необходимости осуществления энтерального питания [21].

В свою очередь, использование ирригографии в диагностике мальротации упоминается в основном в русскоязычной литературе. На ирригограммах толстая кишка визуализируется преимущественно в левой половине брюшной полости при неполной ротации, при синдроме Ледда нисходящая ободочная кишка расположена в типичном месте, а восходящая и слепая определяются в правом верхнем квадранте брюшной полости или по средней линии. Может определяться конгломерат из петель тонкой, слепой, восходящей и поперечной кишки [22].

Несмотря на то, что дозы, получаемые новорожденными при проведении рентгенологического исследования, малы и не должны вызывать беспокойства, особенно когда его проводит опытный рентгенолог на современном оборудовании, многие авторы рассматривают в своих работах преимущества ультразвукового метода исследования и возможности его единоличного использования в диагностике мальротации.

Самое большое исследование по ультразвуковой диагностике мальротации было проведено в 1997 году Dufour D. и соавт. [23], они изучили 427 детей, из которых фактически только 360 человек были доступны для анализа, так как у остальных пациентов кишечный газ затруднял визуализацию мезентериальных сосудов. У 326 человек определялось нормальное взаиморасположение ВБА и ВБВ, однако из них у 9 подтвердилась мальротация на последующем рентгенологическом исследовании верхних отделов ЖКТ, у 6 из которых - интраоперационно. У 16 человек визуализировалась инверсия ВБА/ВБВ, у них же мальротация была заподозрена и на серии рентгенограмм при последующем контрастном исследовании, которая у 15 пациентов подтвердилась в ходе операции. У оставшихся 18 пациентов ВБВ располагалась кпереди от ВБА, у 5 - рентгеновское контрастное исследование подтвердило предварительный диагноз, у 3 из них - также путём хирургического вмешательства.

Авторы заключили, что нормальное расположение мезентериальных сосудов не исключает наличие аномалий ротации и/или фиксации кишечника и требует дальнейшего проведения рентгенологического исследования верхних отделов ЖКТ. Наличие атипичного взаиморасположения ВБА/ВБВ, в свою очередь, позволяет предполагать данный диагноз [23].

В 1992 году Weinberger и соавт. [24] проанализировали 249 человек, которым было назначено проведение УЗИ по причине рвоты. У 9 пациентов отмечалось атипичное расположение мезентериальных сосудов, у 6 из которых подтвердилась мальротация. Авторы, в свою очередь, подчеркивают, что визуализация инверсии ВБА/ВБВ требует дальнейшего обследования [24].

Из вышеописанных исследований следует, что многие авторы убеждены, что ультразвуковой метод не может стать универсальным в диагностике такого серьезного патологического состояния. Ashley L.M. и соавт. [25] представили в своей работе три случая, которые наглядно подтверждают данный вывод. В первом случае ультразвуковые и рентгенологические признаки мальротации помогли подтвердить диагноз, ребёнок был успешно прооперирован. Во втором случае УЗИ не выявило никаких патологических изменений, в то время как на рентгенологическом исследовании верхних отделов ЖКТ визуализировалась обструкция двенадцатиперстной кишки, мальротация была подтверждена интраоперационно. В третьем случае при ультразвуковом исследовании ВВВ определялась кпедри и слева от ВБА, однако при последующем контрастировании на полученной серии рентгенограмм не наблюдалось отклонений от нормы, и предварительный диагноз мальротации был снят. Рентгенологическое контрастное исследование верхних отделов ЖКТ – исследование выбора [25].

Yousefzadeh D.K. и соавт. [26] являются теми авторами, которые убеждены, что ультразвуковое исследование способно исключить или подтвердить наличие мальротации. Они считают, что визуализация третьей части двенадцатиперстной кишки между аортой и ВБА свидетельствует о правильном внутриутробном развитии средней кишки и исключает наличие мальротации. Авторы подробно описывают методику и подтверждают свои выводы на практике: 26-ю опытными специалистами было проанализировано 33 новорождённых, у всех пациентов D3 располагалась ретроперитонеально.

Yousefzadeh D.K. и соавт. [26] добавляют, что ультразвуковой метод не обладает недостатками рентгенологического, а время обследования занимает в среднем не более трёх минут.

В 2021 году вышла работа автора Strouse P.J. [27], в которой он ссылается на статью Yousefzadeh D.K. и соавт. и отмечает, что опытные специалисты из многих детских больниц пытались повторить технику, описанную данными авторами, но не смогли уверенно исключить мальротацию. Если, по словам Strouse P.J., «мастера сонографии» не смогли с уве-

ренностью воспользоваться данной техникой, смогут ли это сделать другие врачи? Автор отмечает, что в процессе ультразвукового исследования важно было также не спутать D3 часть двенадцатиперстной кишки с другим прилежащим участком кишечника, поэтому он подчеркнул важность последовательной визуализации всех отделов двенадцатиперстной кишки от пилоруса и далее до её прохождения позади ВБА. Strouse P.J. ссылается на статью врачей Техасской детской больницы, которые также занимались изучением диагностической ценности сонографии в диагностике ротационных аномалий кишечника. Они отметили, что 13 из 16 детей был успешно поставлен диагноз мальротации с заворотом средней кишки – 81% [28].

Strouse P.J. справедливо обращает внимание на то, что даже одна пропущенная патология имеет слишком большую цену. Также нельзя забывать о том, что заворот бывает преходящим. Автор считает, что необходимы дополнительные работы, в которых сравнивались бы результаты ультразвуковых и рентгенологических методов исследования. Очевидно, что некоторые авторы подчеркивают финансовую выгоду от перехода на ультразвуковой метод исследования, однако и здесь Strouse P.J. подчёркивает, что в отношении диагноза, от исключения или подтверждения которого напрямую зависит жизнь ребёнка, нужно фокусироваться на точности, а не на экономичности [28].

### Выводы

Таким образом, отказаться от рентгенологического метода визуализации с использованием контрастного препарата в диагностике мальротации кишечника в пользу ультразвукового метода исследования, несмотря на очевидные достоинства, которыми обладает данный метод, на сегодняшний день не представляется возможным. Из этого следует необходимость более тщательного изучения взаимосвязи результатов двух методов лучевой диагностики при одновременном их использовании, их чувствительности и специфичности для повышения точности диагностики серьёзного патологического состояния у такой уязвимой группы пациентов, как новорожденные.

### Литература [References]

- 1 Трушина Л.И., Труфанов Г.Е., Машченко И.А., Штенцель Р.Э., Константинова Л.Г. Роль лучевых методов исследования в диагностике мальротации кишечника у детей раннего возраста. *Современные проблемы науки и образования*. 2021;3:8. Trushina L.I., Trufanov G.E., Mashchenko I.A., Shtenzel R.E., Konstantinova L.G. The role of radiation research methods in the diagnosis of intestinal malformation in young children. *Modern problems of science and education*. 2021;3:8. (In Russ).
- 2 Morris G., Kennedy A., Cochran W. Small Bowel Congenital Anomalies: a Review and Update. *Current Gastroenterology Reports*. 2016;18:12. <https://doi.org/10.1007/s11894-016-0490-4>
- 3 Millar A.J.W., Rode H., Cywes S. Malrotation and volvulus in infancy and childhood. *Seminars in pediatric surgery*. WB Saunders. 2003;12(4):229-236. <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2003.08.003>
- 4 Тошматов Х.З., Тошбоев Ш.О. Аномальный эмбриогенез – как патогенетический фактор развития мальротации кишечника. *Universum: химия и биология*. 2021;3-1(81):25-27. Toshmatov H.Z., Toshboev S.O. Abnormal embryogenesis as a pathogenetic factor of the development of intestinal malrotation. *Universum: chemistry and biology*. 2021;3-1(81):25-27. (In Russ).
- 5 Holcomb G.W., Murphy J.P., Peter S.D.S. Holcomb and Ashcraft's pediatric surgery. *Elsevier Health Sciences*. 2020;1291.

- 6 Леньюшкин А.И., Хворостов И.Н. Аномалии ротации и фиксации кишечника у детей (клиника, диагностика, лечебная тактика). *Вопросы современной педиатрии*. 2007;6(5):87-91. Leniushkin A.I., Khvorostov I.N. Intestinal rotation and fixation abnormalities in children (clinical course, diagnosis and treatment approaches). *Current pediatrics*. 2007;6(5):87-91. (In Russ).
- 7 Lee H.C., Pickard S.S., Sridhar S., Dutta S. Intestinal malrotation and catastrophic volvulus in infancy. *The Journal of emergency medicine*. 2012;43(1):49-51. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2011.06.135>
- 8 Strouse P.J. Disorders of intestinal rotation and fixation ("malrotation"). *Pediatric radiology*. 2004;34:837-851. <https://doi.org/10.1007/s00247-004-1279-4>
- 9 Tackett J.J., Muise E.D., Cowles R.A. Malrotation: Current strategies navigating the radiologic diagnosis of a surgical emergency. *World journal of radiology*. 2014;6(9):730. <https://doi.org/10.4329/wjr.v6.i9.730>
- 10 Orzech N., Navarro O.M., Langer J.C. Is ultrasonography a good screening test for intestinal malrotation? *Journal of pediatric surgery*. 2006;41(5):1005-1009. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2005.12.070>
- 11 Menten R., Reding R., Godding V., Dumitriu D., Clapuyt P. Sonographic assessment of the retroperitoneal position of the third portion of the duodenum: an indicator of normal intestinal rotation. *Pediatric radiology*. 2012;42:941-945. <https://doi.org/10.1007/s00247-012-2403-5>
- 12 Applegate K.E. Evidence-based diagnosis of malrotation and volvulus. *Pediatric radiology*. 2009;39:161.
- 13 Strouse P.J. Malrotation. *Seminars in Roentgenology*. 2008;43(1):7-14.
- 14 Dekker G., Andronikou S., Greyling J., Louw B., Brandt A. Contrast meals and malrotation in children - metal markers for improved accuracy. *Pediatric radiology*. 2013;43:115-118. <https://doi.org/10.1007/s00247-012-2503-2>
- 15 Taylor G.A. CT appearance of the duodenum and mesenteric vessels in children with normal and abnormal bowel rotation. *Pediatric radiology*. 2011;41:1378-1383. <https://doi.org/10.1007/s00247-011-2118-z>
- 16 Aidlen J., Anupindi S.A., Jaramillo D., Doody D.P. Malrotation with midgut volvulus: CT findings of bowel infarction. *Pediatric radiology*. 2005;35:529-531. <https://doi.org/10.1007/s00247-004-1355-9>
- 17 Long F.R., Kramer S.S., Markowitz R.L., Taylor, G.E. Radiographic patterns of intestinal malrotation in children. *Radiographics*. 1996;16(3):547-556. <https://doi.org/10.1148/radiographics.16.3.8897623>
- 18 Sizemore A.W., Rabbani K.Z., Ladd A., Applegate K.E. Diagnostic performance of the upper gastrointestinal series in the evaluation of children with clinically suspected malrotation. *Pediatric radiology*. 2008;38:518-528. <https://doi.org/10.1007/s00247-008-0762-8>
- 19 Puri P., Höllwarth M.E. (ed.). *Pediatric surgery: diagnosis and management*. Heidelberg: Springer. 2009;103:308.
- 20 Zhou L.Y., Li S.R., Wang W., Shan Q.Y., Pan F.S., Liu J.C. et al. Usefulness of sonography in evaluating children suspected of malrotation: comparison with an upper gastrointestinal contrast study. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2015;34(10):1825-1832. <https://doi.org/10.7863/ultra.14.10017>
- 21 Applegate K.E., Anderson J.M., Klatt E.C. Intestinal malrotation in children: a problem-solving approach to the upper gastrointestinal series. *Radiographics*. 2006;26(5):1485-1500. <https://doi.org/10.1148/rg.265055167>
- 22 Эргашев Н.Ш., Саттаров Ж.Б. Ближайшие и отдаленные результаты лечения мальротации кишечника у детей. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2016;6(1):24-29. Ergashev N.S., Sattarov J.B. Immediate and long-term results of the treatment of intestine malrotation in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2016;6(1):24-29. (In Russ).
- 23 Dufour D., Delaet M.H., Dassonville M., Cadranet S., Perlmutter N. Midgut malrotation, the reliability of sonographic diagnosis. *Pediatric radiology*. 1992;(22):21-23. <https://doi.org/10.1007/BF02011604>
- 24 Weinberger E.D., Winters W.D., Liddell R.M., Rosenbaum, D.M., Krauter D. Sonographic diagnosis of intestinal malrotation in infants: importance of the relative positions of the superior mesenteric vein and artery. *AJR. American journal of roentgenology*. 1992;159(4):825-828. <https://doi.org/10.2214/ajr.159.4.1529850>
- 25 Ashley L.M., Allen S., Teele R.L. A normal sonogram does not exclude malrotation. *Pediatric radiology*. 2001;(31):354-356. <https://doi.org/10.1007/s002470100434>
- 26 Yousefzadeh D.K., Kang L., Tessicini L. Assessment of retromesenteric position of the third portion of the duodenum: an US feasibility study in 33 newborns. *Pediatric radiology*. 2010;40:1476-1484. <https://doi.org/10.1007/s00247-010-1709-4>
- 27 Strouse P.J. Ultrasound for malrotation and volvulus: has the time come? *Pediatric radiology*. 2021;51(4):503-505. <https://doi.org/10.1007/s00247-020-04919-3>
- 28 Nguyen H.N., Sammer M.B., Ditzler M.G., Carlson L.S., Somcio R.J., Orth R.C. et al. Transition to ultrasound as the first-line imaging modality for midgut volvulus: keys to a successful roll-out. *Pediatric radiology*. 2021;51:506-515. <https://doi.org/10.1007/s00247-020-04913-9>

#### Авторская справка

##### Анпилогова Кристина Сергеевна

Аспирант кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова.

ORCID 0000-0002-1128-1587; kristina-anp@mail.ru

Вклад автора: анализ данных литературы.

##### Сидорина Анастасия Сергеевна

Клинический ординатор кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова.

ORCID 0000-0001-5439-4189; anastasia-sidorinaa@yandex.ru

Вклад автора: анализ клинических данных.

##### Труфанов Геннадий Евгеньевич

Д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и медицинской визуализации, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова.

ORCID 0000-0002-1611-5000; trufanovge@mail.ru

Вклад автора: подготовка заключения и выводов.

#### Author's reference

##### Kristina S. Anpilogova

Postgraduate student of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging, Almazov National Medical Research Centre.

ORCID 0000-0002-1128-1587; kristina-anp@mail.ru

Author's contribution: literature data analysis.

##### Sidorina Anastasia Sergeevna

Clinical resident of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging, Almazov National Medical Research Centre.

ORCID 0000-0001-5439-4189; anastasia-sidorinaa@yandex.ru

Author's contribution: clinical data analysis.

##### Trufanov Gennady Evgenievich

Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging, Almazov National Medical Research Centre.

ORCID 0000-0002-1611-5000; trufanovge@mail.ru

Author's contribution: preparation of conclusions and conclusions.