

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps840>

Синдром непальпируемого яичка: история и современное состояние вопроса. Обзор литературы

М.Н. Екимов^{1, 2}, Н.А. Цап¹, С.Ю. Комарова^{1, 2}¹ Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия;² Детская городская клиническая больница №9, Екатеринбург, Россия

АННОТАЦИЯ

По данным отечественной и зарубежной литературы непальпируемые яички (НЯ) встречаются у 20% детей с крипторхизмом. Из них примерно 50% расположены в брюшной полости и 50% — атрофированные или исчезнувшие яички. Цель нашего обзора — систематизация данных научной литературы по синдрому НЯ у детей. Обзор составлен из оригинальных статей, найденных в научных базах данных eLibrary, PubMed, Scopus.

Чаще всего в литературе можно встретить деление НЯ на три типа: интраабдоминальное, экстраабдоминальное и нежизнеспособное. По степени гипоплазии экстраабдоминальные гонады чаще всего нормального объёма, интраабдоминальные в основном гипоплазированы. Эктопия яичка представляет собой один из вариантов НЯ, при котором оно не может быть обнаружено на обычном пути миграции из брюшной полости. У детей с крипторхизмом только в 5% случаев наблюдается эктопия яичек, что делает это состояние редким и создаёт определённые трудности при диагностике. Существует много дискуссионных вопросов о методах диагностики и тактике лечения при различных вариантах НЯ у детей. Большинство исследователей рекомендуют использование дополнительных методов визуализации, таких как ультразвуковое исследование, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография и лапароскопия, для подтверждения наличия или отсутствия гонады. Однако окончательный диагноз не всегда можно установить только на основе результатов ультразвукового исследования, так как у этого метода имеется ограниченная чувствительность и специфичность при обнаружении непальпируемых гонад. По данным современных публикаций среди мальчиков с синдромом НЯ при отсутствии гонады по результатам ультразвукового исследования в 49% случаев во время выполнения диагностической лапароскопии удаётся визуализировать интраабдоминальное яичко. Проблема лечения НЯ у детей, особенно при высоком интраабдоминальном расположении гонады, остаётся максимально актуальной и требует дальнейших научных исследований и наблюдений.

Ключевые слова: непальпируемые яички; абдоминальный крипторхизм; дети.

Как цитировать:

Екимов М.Н., Цап Н.А., Комарова С.Ю. Синдром непальпируемого яичка: история и современное состояние вопроса. Обзор литературы // Детская хирургия. 2025. Т. 29, № 1. С. 22–32. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps840>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps840>

A syndrome of non-palpable testis: history and current state of art. Literature Review

Mikhail N. Ekimov^{1, 2}, Natalya A. Tsap¹, Svetlana Yu. Komarova^{1, 2}

¹ Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia;

² Children's City Clinical Hospital No. 9, Yekaterinburg, Russia

ABSTRACT

By to the domestic and foreign literature, non-palpable testes are found in 20% of cases among children with cryptorchidism. Approximately 50% of them are located in the abdominal cavity and 50% are atrophied or vanished ones. Purpose: To systematize data of the scientific literature on the syndrome of non-palpable testes in children. For the review, original articles found in the scientific source engines, such as eLibrary, PubMed, and Scopus, were used.

Most often, literature sources divide non-palpable testes into three types: intra-abdominal, extra-abdominal, and non-viable. Extra-abdominal gonads are often of the normal volume, unlike intra-abdominal gonads which are mostly hypoplastic. Testicular ectopia is one of the variants of non-palpable testes when a testis cannot be detected on the usual migration path from the abdominal cavity. In children with cryptorchidism, testicular ectopia is observed only in 5% of cases, thus making it a rare case which poses certain challenges in diagnostics. There are many controversial issues regarding diagnostic methods and treatment strategies for different types of non-palpable testes in children. Most researchers recommend to use additional visualization options such as ultrasound, computed tomography, magnetic resonance imaging, and laparoscopy to confirm the presence or absence of the gonad. However, a definitive diagnosis is not always possible when based solely on ultrasound findings, as this method has limited sensitivity and specificity in detecting non-palpable gonads. The current publications state that an intra-abdominal testis can be visualized during diagnostic laparoscopy in 49% of case in boys with the non-palpable testicular syndrome and with no gonad found at ultrasound examination. Management of non-palpable testes in children, especially with high intra-abdominal gonad location, remains a highly relevant issue and requires further researches and observations.

Keywords: nonpalpable testes; abdominal cryptorchidism; children.

To cite this article:

Ekimov MN, Tsap NA, Komarova SYu. A syndrome of non-palpable testis: history and current state of art. Literature Review. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2025;29(1):22–32. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps840>

ОБОСНОВАНИЕ

Этиология и патогенез крипторхизма у новорождённых доношенных мальчиков недостаточно изучены. Большинство специалистов считают, что сочетание генетических, материнских факторов и воздействия окружающей среды могут способствовать нарушению гормональных и физических процессов, которые влияют на нормальное развитие и опущение яичек [1].

Синдром непальпируемого яичка (СНЯ) может быть обусловлен: 1) истинной монорхией (агенезией яичка, когда не произошла закладка органа); 2) исчезающим яичком (атрофия из-за внутриутробной гибели половой железы); 3) интраабдоминальным расположением яичка; 4) невозможностью определения гонады в паховом канале (чаще при избыточной массе тела); 5) эктопией яичка и отсутствием навыков (настороженности) при пальпации. По данным отечественной и зарубежной литературы непальпируемые яички (НЯ) встречаются в 20% случаев у детей с крипторхизмом. Из них примерно 50% расположены в брюшной полости и 50% — атрофированные или исчезнувшие яички [2, 3].

По данным сонографических мультицентровых исследований выявлено, что при СНЯ примерно 15–34,1% гонад расположены интраабдоминально [4].

Чаще всего в литературе можно встретить деление НЯ на три типа: интраабдоминальное, экстраабдоминальное и нежизнеспособное. Существует много дискуссионных вопросов о методах диагностики и лечения данного порока развития у детей [5].

Цель литературного обзора — проанализировать и систематизировать данные научной литературы по СНЯ у детей.

Методология поиска источников

Поиск источников литературы выполнен с помощью российской научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU, информационной базы National Library of Medicine (PubMed), базы SCOPUS. Использовали ключевые слова: непальпируемые яички, абдоминальный крипторхизм, non-palpable testicles, abdominal cryptorchidism. В исследование включены оригинальные и обзорные статьи, содержащие информацию по теме «непальпируемые яички у детей», «интраабдоминальные яички у детей» на русском или английском языках. Преимущественно использовались статьи 5–10-летней давности.

Фазы естественной миграции яичка в мошонку

Терминология крипторхизма и механизм естественной миграции яичка в мошонку имеет историю более 250 лет. Знаменитый анатом и хирург XVIII века J. Hunter в 1786 г. сделал ключевое открытие, описав анатомию яичка и его придатка у эмбриона в брюшной полости. Он также ввёл в медицинскую терминологию слово «губернакулум»,

происходящее от латинского термина, который означает «штурвал» или «руль». Губернакулум — структура, играющая ключевую роль в процессе миграции яичка в мошонку во время эмбрионального развития. По мнению Hunter, губернакулум действует как направляющая сила, перемещающая яичко в интрамошоночную позицию [6]. В 1969 г. Gier и Marion впервые предположили, что механизм опускания яичка проходит в несколько этапов. На основании этой идеи J. Hutson в 1985 г. разработал модель, которая включает в себя две фазы с морфологическими и гормональными различиями для объяснения опускания яичка у здоровых детей. Согласно этой модели первая фаза (трансабдоминальная) происходит на 8–15-й нед беременности. В этот период яичко перемещается от своего первоначального заднебрюшного положения, от нижнего полюса почки, к внутреннему паховому кольцу. В период с 15-й по 40-ю нед гестации происходит вторая фаза опускания яичка, или пахово-мошоночный этап [7].

В начальной стадии яички удерживаются в области почек при помощи двух связок: краниальной поддерживающей и губернакула. Краниальная связка удерживает яичко в области задней стенки брюшной полости, а губернакулум фиксирует его в месте, где в последующем формируется внутреннее паховое кольцо и паховый канал [8]. При локализации яичка в области внутреннего пахового кольца начинается редукция краниальной поддерживающей связки под действием андрогенов. По завершении данного этапа яичко перемещается в формирующийся паховый канал к 15-й нед гестации [9].

Под воздействием *INSL3* происходит «реакция набухания» в губернакуле. Это приводит к увеличению размеров губернакула и расширению пахового канала, что облегчает перемещение яичка в интрамошоночное положение [10].

После 15-й нед гестации начинается вторая фаза естественной миграции яичка, которая завершается к 40-й нед. На данном этапе происходит андрогензависимый процесс опускания яичка из паховой области в мошонку под воздействием тестостерона, что приводит к уменьшению и укорочению губернакула, вследствие чего яичко перемещается в интрамошоночное положение [7].

Нарушение механизма опускания яичка нередко приводит к абдоминальным и паховым формам крипторхизма. Дефицит фактора *INSL-3* и/или низкая чувствительность рецепторов GREAT к данному фактору в первой фазе продвижения яичка может способствовать развитию абдоминального крипторхизма.

Интраабдоминальные яички подразделяются на высокие и низкие. Яичко считается высоко расположенным, если оно находится на расстоянии более 2,0 см от внутреннего пахового кольца [11]. К низким относятся гонады, которые расположены от ВПК менее чем на 2,0 см. Подглядывающее яичко (Peeping Testis) — это состояние, когда непальпируемая гонада локализуется у внутреннего пахового кольца, при увеличении внутрибрюшного давления может мигрировать в паховый канал. Такой вариант

локализации яичка относится к интраабдоминальному и сочетается с необлитерированным вагинальным отростком брюшины. При осмотре и пальпации паховой области яичко мигрирует в брюшную полость [12].

Один из вариантов непальпируемого яичка — эктопия. При эктопии яички не удаётся пропальпировать на нормальном пути их миграции из брюшной полости. Среди детей с крипторхизмом только в 5% случаях выявляется эктопия яичек, что делает это заболевание достаточно редким и трудно диагностируемым [13]. Эктопированное яичко можно визуализировать при внимательном осмотре пациента, но в некоторых ситуациях его не удаётся пропальпировать, и диагноз устанавливается с помощью методов визуализации или интраоперационно [14].

Существует несколько вариантов эктопии непальпируемых яичек: промежностная, бедренная, поперечная или перекрёстная и надлобковая [15].

Промежностная эктопия яичка, первоначально описанная Джоном Хантером в 1786 г., встречается в 1% всех случаев аномалий положения яичка [16]. При этом яичко располагается в области промежности, гораздо ниже, чем нормальное яичко в мошоночной позиции, и покрыто подочно-жировой клетчаткой промежности [17]. При перекрёстной эктопии оба яичка проходят по одному паховому каналу в сторону мошонки, при этом часто имеется сочетание с паховой грыжей. В литературе представлено порядка ста случаев с данной патологией [18].

V.V. Punwani и соавт. [13] в своей публикации описывают различные теоретические причины эктопии и приходят к выводу, что в большинстве случаев эктопия яичка связана с аномальным прикреплением gubernaculum. M. Sipani и соавт. [19] считают одной из причин развития бедренной и надлобковой эктопии нарушение взаимодействия между андрогеном и высвобождением пептида, связанного с геном кальцитонина, из генитально-бедренного нерва, и аномальную стабилизацию губчатого нерва. Gholizadeh и соавт. предположили, что оба яичка при перекрёстной эктопии развивались из одного и того же зародышевого отростка [20].

Тестикулярная регрессия является причиной СНЯ в 35–69% случаев [21]. В литературе встречаются термины «синдром тестикулярной регрессии» (TRS), «двусторонняя анорхия, или исчезнувшие яички» [22]. Наиболее благоприятный вариант заболевания — когда отсутствует только одно яичко. По данным большинства авторов нормально сформированные наружные половые органы мальчика свидетельствуют о том, что внутриутробно гонады функционировали. Предполагается, что внутриутробный перекрут яичка, а также тромбоз тестикулярных сосудов, становятся причинами его регрессии. В большинстве случаев причина исчезновения яичка остаётся загадкой для детских хирургов и урологов [23].

Диагностика

Новорождённым мальчикам с наружными половыми органами по мужскому типу и двусторонним СНЯ необходимо исключать врождённую гиперплазию надпочечников,

в обязательном порядке проводить кариотипирование, оценить уровень гормонов: 17-гидроксипрогестерона, лютеинизирующего гормона, фолликулостимулирующего гормона, тестостерона и андростендиона. В обязательном порядке необходимо провести консилиум врачей, в который входит детский эндокринолог, генетик и детский уролог. Несвоевременно диагностированная врождённая гиперплазия надпочечников может привести к тяжёлым электролитным нарушениям, гипонатриемии, гиперкалиемии и снижению артериального давления с развитием гиповолемического шока. Чтобы не допустить этой ситуации, необходимо контролировать уровень электролитов в сыворотке крови у детей данной группы [24]. Дети с проксимальной гипоспадией в сочетании с СНЯ в обязательном порядке должны быть обследованы на наличие нарушения формирования пола [25]. Обследование наружных половых органов необходимо проводить каждый раз при осмотре пациента независимо от специальности врача. Это позволит своевременно установить диагноз и направить пациента к профильному специалисту для дальнейшего обследования и лечения [26].

При НЯ основная задача, которая стоит перед хирургом или урологом, — подтвердить отсутствие или наличие гонады и определить её локализацию и жизнеспособность. Медицинский осмотр, который проводят специалисты, — первый диагностический этап [27]. Во время осмотра необходимо обследовать все возможные локализации яичка: паховую, лобковую, бедренную области, промежность и контрлатеральную область мошонки для исключения перекрёстной эктопии [28].

При пальпации необходимо выполнять плавные, скользящие движения, идущие сверху вниз, с внешней стороны к внутренней, а также вдоль пахового канала в направлении мошонки. Осмотр нужно проводить в тёплом помещении. При обнаружении яичка следует описать локализацию, размер и консистенцию. Обязательно указать такие же параметры контрлатеральной гонады (при её наличии). Если во время осмотра пациента не удалось обнаружить яички ни в паховых каналах, ни в вероятных местах эктопии, — речь идёт о СНЯ [29].

Все авторы в своих публикациях рекомендуют для подтверждения отсутствия или наличия гонады дополнительные методы визуализации [ультразвуковое исследование (УЗИ) органов брюшной полости, паховых областей, органов мошонки, компьютерную томографию (КТ), магнитно-резонансную томографию (МРТ), диагностическую лапароскопию] [28].

Однако окончательный диагноз нельзя установить по результатам УЗИ, так как данный метод имеет ограниченную чувствительность и специфичность при визуализации непальпируемых гонад [30]. По данным современных исследований среди мальчиков с СНЯ при отсутствии гонады по результатам УЗИ в 49% случаев во время лапароскопии выявляется интраабдоминальное яичко [1].

W. Zhou и соавт. в 2022 г. [31] опубликовали работу, в которой провели сопоставление данных диагностической лапароскопии с заключениями УЗИ, выполненного перед операцией у детей с НЯ. Проведён ретроспективный анализ 254 случаев СНЯ, по результатам которого выявлено, что совпадение интраоперационной картины с сонографическими предоперационными данными составило 99,2% при локализации НЯ в брюшной полости. L. Braga и соавт. (2014 г.) в своей статье описывают, что УЗИ не является надёжным методом диагностики НЯ. Чувствительность метода составила 45%, а специфичность 78% [32].

Несмотря на различные мнения авторов в настоящее время УЗИ является информативным и обязательным методом диагностики НЯ у детей на предоперационном этапе и может применяться в любом возрасте, начиная с рождения [33]. Точность данного метода зависит от квалификации специалиста, конституции пациента (при избыточном количестве подкожно-жировой клетчатки исследование может быть затруднено), позволяет избежать воздействия ионизирующего излучения на пациента, что является одним из основных его преимуществ.

Применение КТ у детей раннего возраста при диагностике НЯ имеет свои ограничения: большое количество ложноположительных и ложноотрицательных результатов, высокие затраты на исследование, негативное влияние ионизирующего излучения [34, 35]. Несмотря на высокую чувствительность (85%) и специфичность (87,5%) МРТ не позволяет достоверно установить диагноз — монорхизм или исчезнувшее яичко — и не исключает необходимости в хирургических методах визуализации [4]. Соответственно, возможность применения МРТ у детей с СНЯ ограничивается необходимостью обязательной седации у детей раннего возраста, длительностью исследования, высокой стоимостью и ограниченной доступностью [1].

Ни один из перечисленных методов диагностики не позволяет с вероятностью 100% установить наличие или отсутствие яичка. Следовательно, при непальпируемых гонадах необходимо выполнять хирургические методы исследования: диагностическую лапароскопию; ревизию пахового канала, или скрототомию [29].

В 1976 г. диагностическая лапароскопия впервые проведена Cortesy [36]. Данный метод диагностики позволяет определить локализацию НЯ с точностью более 95% [37]. По результатам исследования L.W. Mah (2020 г.) [38] 80% детских хирургов и урологов предпочитают лапароскопию как основной метод диагностики и лечения НЯ и менее 20% участников используют паховый и мошоночный доступ при НЯ, основываясь на том, что лишь у 14–32% мальчиков яичко локализуется интраабдоминально.

На сегодняшний день неоспоримы преимущества диагностической лапароскопии в визуализации НЯ, возможного их отсутствия и одновременного принятия тактически верного решения [39].

При обнаружении итраабдоминального жизнеспособного яичка возможно выполнение одно- или двухэтапной

орхидопексии с использованием открытого или лапароскопического доступа. Если семявыносящий проток и сосуды яичка входят через внутреннее паховое кольцо, то необходимо провести исследование пахового канала и мошонки, что позволит обнаружить атрофированное яичко и удалить его или жизнеспособную гонаду и выполнить орхидопексию. При осмотре брюшной полости и выявлении слепо заканчивающегося семявыносящего протока, что свидетельствует об «исчезновении яичка», оперативное вмешательство завершают, необходимость в дальнейшем исследовании отсутствует [37].

Многие авторы исследований, посвящённых изучению НЯ, предполагают, что компенсаторная гипертрофия контрлатерального яичка указывает на исчезновение яичка [38, 40].

Викарная гипертрофия контрлатерального яичка может быть косвенным признаком отсутствия или атрофии НЯ, но это не позволяет исключать оперативное вмешательство (диагностическая лапароскопия) у пациентов этой категории, потому что такой признак не является специфичным [41]. Коллектив авторов из Ростова-на-Дону — V.M. Orlov и соавт. — доказали, что при одностороннем СНЯ в сочетании с объёмом контрлатеральной гонады более 2,25 мл в большинстве случаев устанавливали факт отсутствия или гипоплазии яичка [42]. В таком случае авторы не рекомендуют диагностическую лапароскопию как стартовую процедуру, можно ограничиться ревизионной скрототомией. Пациентам, у которых объём контрлатерального яичка составляет менее 1,04 мл, показана диагностическая лапароскопия.

Лечение и морфологические изменения в неопущенных гонадах

Согласно рекомендациям профессиональных ассоциаций, лечение детей с СНЯ необходимо выполнять с 6 до 12 мес. Максимальный возраст, к которому лечение должно быть завершено, составляет 18 мес. Раннее оперативное лечение позволяет снизить риск развития рака яичка и нарушения фертильности. Оптимальный метод лечения — орхидопексия, гормональная терапия признана неэффективной и спорной [43, 44]. Гормональное лечение, направленное на опущение яичек, не рекомендуется из-за низкой эффективности [45].

S. Shehata и соавт. в 2022 г. [46] провели исследование совместно с Всемирной федерацией ассоциации детских хирургов (World Federation of Associations of Pediatric Surgeons — WOFAPS), по результатам которого только 13% опрошенных специалистов пытались применить лечение с помощью гормонов с целью низведения яичка из брюшной полости или с целью улучшения будущей фертильности. Основным аргументом отказа от применения данного метода лечения при абдоминальной локализации яичка — низкая эффективность, которая достигает 20%, а при последующем наблюдении снижается до 15% [44].

Оперативное лечение непальпируемых яичек на седьмой день является методом выбора. Раньше 6 мес нецелесообразно выполнять орхидопексию, в связи с тем что есть вероятность самопроизвольного опускания яичек в мошонку [47].

A. Suskind и соавт. [48] в своей публикации на основе анализа биоптатов яичек 86 мальчиков, выполненного во время орхидопексий, показали, что степень фиброза значительно выше у мальчиков в возрасте >1 года. В то же время авторы признают, что исследование ограничено низким количеством наблюдений и коротким катамнезом и нет корреляции с истинной фертильностью.

В одной из современных публикаций O.H. Krishna и соавт. [49] изучили гистологию 21 интраабдоминальных яичек после орхидэктомии в связи с их перекрутом. Оценивали степень интерстициального фиброза, наличие тубулярного склероза, гиперплазию клеток Лейдига, отсутствие неоплазии зародышевых клеток. Значимых различий в гистопатологических параметрах у детей разного возраста с интраабдоминальными яичками не обнаружено, в то же время авторы отмечают, что у мальчиков старшей возрастной группы вероятность интерстициального фиброза и атрофии семенных канальцев выше, чем у детей до года. Неоплазии зародышевых клеток не выявлено ни в одном гистологическом материале.

Считается, что тепловой стресс является ключевым фактором, приводящим к нарушениям в развитии половых клеток яичка: крипторхическое яичко не располагается в мошонке, где обычно поддерживается более низкая температура [50].

F. Hadziselimovic и соавт. [51] на основе изучения биоптатов обоих яичек, взятых у 89 мальчиков во время орхидопексии в возрасте от 1 года до 16 лет, делает выводы, что в большинстве случаев при крипторхизме нарушение преобразования гоноцитов и сперматогоний в Ad-сперматогонии (зрелые сперматогонии) связано не с температурным воздействием, а с серьезным дисбалансом в гормональной системе. Таким образом, истинный крипторхизм необходимо рассматривать как критическую андрологическую проблему и в большинстве случаев нельзя рассчитывать на успешное лечение только с помощью ранней орхидопексии.

D.S. Huff и соавт. [52] в 2001 г. провели анализ двусторонних биопсий яичек 767 мальчиков с односторонним крипторхизмом и пришли к выводу, что при одностороннем крипторхизме яички не формируют полноценный пул взрослых половых стволовых клеток, который происходит в 2–3 мес после рождения у здоровых мальчиков. Также авторы отметили подобные изменения в контрлатеральных (условно здоровых) яичках. Современные исследования подтверждают, что у мальчиков с односторонним крипторхизмом наблюдаются изменения в развитии половых клеток в обоих яичках [53].

C.W. Mechlin и соавт. [54] опубликовали обзорную статью по исследованию биоптатов яичек, выполненных

во время орхидопексий. Из метаанализа следует, что оперативное лечение НЯ необходимо выполнять от 6 мес до года для предотвращения невосстановимой утраты функциональных половых клеток. В исследованиях биоптатов яичка при крипторхизме в основном изучали общее количество половых клеток, присутствие Ad-сперматогоний, отношения между Ad-сперматогониями и канальцами, обнаружение гоноцитов, наличие первичных сперматоцитов (для мальчиков, которым уже исполнилось 3 года) и уровень фиброза.

Оперативное лечение интраабдоминальных яичек является сложной задачей. Как правило, тестикулярные сосуды при такой локализации недостаточной длины для низведения гонады в интрамошоночное положение [55]. Выбор метода оперативного лечения зависит от длины тестикулярных сосудов, возможности адекватной мобилизации яичка, расстоянием между внутренним паховым кольцом и яичком, наличия или отсутствия длинной петли семявыносящего протока, возраста пациента и предпочтений хирурга [56]. Арсенал средств удлинения элементов семенного канатика включает мобилизацию путём диссекции брюшины на всём протяжении тестикулярных сосудов до нижнего полюса почки во время лапароскопии, укорочение пути следования яичка с использованием маневра Прентисса.

Роберт Прентисс в 1959 г. описал технику, которая позволяет существенно сократить расстояние из брюшной полости к мошонке путём медиального перемещения яичка и изменения углового маршрута на гораздо более прямой путь. Как правило, маневр выполняется путем отсечения gubernaculum от дна пахового канала, перемещения семенного канатика к нижним эпигастральным сосудам [57]. Интраабдоминальные яички, которые имеют достаточную длину сосудов, возможно мобилизовать и низвести в мошонку в один этап [58]. Как правило, это низкие абдоминальные формы и подглядывающие яички.

Ряд авторов, которые изучали результаты хирургического лечения детей с НЯ, утверждают, что паховая орхидопексия — безопасный, надёжный и эффективный метод оперативного лечения НЯ. Через расширенный паховый доступ возможно выполнить забрюшинную мобилизацию тестикулярных сосудов с высоким лигированием вагинального отростка брюшины, низвести и фиксировать яичко в мошонке [59, 60].

При подглядывающих и низких интраабдоминальных яичках эффективен паховый и лапароскопический доступ [12].

Удлинение элементов семенного канатика прямым воздействием на тестикулярные сосуды посредством их пересечения при обеспечении достаточного коллатерального кровоснабжения (операция Fowler–Stephens) может быть выполнено в один или два этапа [61].

В своей публикации 1959 г. F.D. Stephens и R. Fowler подробно описали анатомию сосудов яичка и представили новый метод оперативного лечения при высоких формах

абдоминального крипторхизма. Эта методика успешно устраняет проблему недостаточной длины тестикулярных сосудов с помощью их пересечения с сохранением коллатерального кровоснабжения яичка [62].

На этапе внедрения данного метода оперативного лечения абдоминальных яичек уровень атрофии гонад составлял до 50% [63].

Постепенно с внедрением двухэтапной модификации операции Fowler–Stephens удалось улучшить результаты и снизить уровень атрофии яичек [64].

В 1984 г. Ransley и его коллеги предложили модификацию операции и выполнение её в два этапа. Первый этап включал лигирование сосудов для стимуляции коллатерального кровоснабжения яичек, а затем — низведение яичек в интрамошоночное положение. Второй этап выполняется через 6–9 мес после первого. Операция может быть выполнена как с помощью открытой, так и лапароскопической хирургии [61].

В 1991 г. Bloom предложил лапароскопический доступ для выполнения первого этапа операции Fowler–Stephens. Этот метод получил широкое применение и стал очень популярным [65]. Коллектив авторов из Японии А. Igarashi и соавт. [66] рекомендует первично выполнять ревизию пахового канала при НЯ, аргументируя это редкой (6%) встречаемостью высокой локализации яичка в брюшной полости. Если во время исследования гонады не визуализируются, показана диагностическая лапароскопия.

В 2008 г. группа учёных под руководством S.M. Shehata и соавт. впервые описали новый подход к тракционной орхиопексии с применением лапароскопии для коррекции интраабдоминального яичка [29]. Операция выполняется в два этапа: первично производят фиксацию интраабдоминального яичка к контрлатеральной передне-верхней подвздошной ости. Вторым этапом, который выполняют спустя 12 нед, заключается в рассечении тракционного шва и низведении яичка в мошонку. Оба этапа выполняются лапароскопически [36]. Авторы предполагают, что под воздействием веса кишечника на сосуды яичка происходит их постепенное удлинение. Основное преимущество метода в том, что не пересекаются тестикулярные сосуды.

В 2016 г. S. Shehata и соавт. [63] опубликовали промежуточные результаты исследования у 124 мальчиков (140 гонад) с высоким интраабдоминальным расположением яичка, прооперированных по авторской методике. Успешные результаты установлены в 84% случаев. Авторы утверждают, что метод двухэтапной лапароскопической тракционной орхиопексии позволяет удлинить тестикулярные сосуды без их пересечения и тем самым избежать атрофии яичка, данная методика может являться альтернативой методики Фаулера–Стивенса.

Проведён анализ сравнительных исследований методов лапароскопической орхиопексии.

J. Liu и соавт. в 2021 г. [67] изучили результаты применения лапароскопической тракционной орхиопексии по методике S. Shehata и методике Фаулера–Стивенса

(FS) у детей с высокими интраабдоминальными яичками. В группе FS зарегистрирован 1 случай атрофии яичка и 4 эпизода незначительной ретракции яичка менее 1 см, что не потребовало повторной коррекции. Ни у одного ребёнка из группы Shehata не выявлено атрофии и ретракции яичка. По предварительным результатам метод Shehata эффективен и безопасен при лечении высоких интраабдоминальных яичек у детей. M. Abouheba и соавт. [68] в своём исследовании описали 3 случая ретракции яичка из 34 у детей старшего возраста после операции Shehata, что потребовало повторной оперативной коррекции. У одного мальчика с двусторонним интраабдоминальным яичком выявили сращение обоих яичек при выполнении 2-го этапа операции. Таким образом, требуются дополнительные исследования и выбор подходящего хирургического метода для лечения мальчиков старшего возраста и двусторонними высокими интраабдоминальными яичками.

S.Y. Wang и соавт. [69] сравнили результаты одноэтапной и двухэтапной лапароскопической операции Fowler–Stephens при высоком интраабдоминальном яичке. Всего в исследовании участвовали 28 мальчиков. В 15 случаях проведена одноэтапная орхиопексия, двухэтапное лечение выполнено 13 мальчикам. Мальпозиция яичка при одноэтапной процедуре выявлена в 2 случаях и у 1 мальчика из второй группы. При наличии у яичек хорошего коллатерального кровотока одноэтапная лапароскопическая орхиопексия FS демонстрирует такую же безопасность и эффективность, как и двухэтапная процедура FS.

C. Yu и соавт. [61] опубликовали результаты мультицентрового исследования различных вариантов операции FS у детей при высоком интраабдоминальном яичке. Авторы показали, что вероятность атрофии яичка при открытой методике составляет 12%, лапароскопической — 8%. При выполнении одноэтапной орхиопексии атрофия в послеоперационном наблюдении выявлена в 17%, атрофия после двухэтапной методики — в 8% случаев. Проведя анализ результатов, авторы рекомендуют двухэтапную лапароскопическую операцию FS в качестве метода выбора при лечении высоких интраабдоминальных яичках у детей.

A. Neheman и соавт. [56] предложили свою модификацию лапароскопической операции FS, основными преимуществами которой является сохранение широкого лоскута брюшины между тестикулярными сосудами и семявыносящим протоком, лигирование сосудов проксимально, в отличие от стандартной методики, и минимальные манипуляции с придатком гонады во время орхиопексии. Операция по этой методике выполнена 55 мальчикам, не было ни одного случая конверсии. За период наблюдения 11 мес атрофия яичка зарегистрирована у 1 ребёнка. Незначительная мальпозиция, которая не потребовала повторных операций, выявлена в 5 случаях. Авторы рекомендуют данную методику оперативного лечения как высоких, так и низких интраабдоминальных яичек.

J.R. Jawdat и соавт. из Израиля [65] не выявили значимой разницы в группах детей, пролеченных с сохранением тестикулярных сосудов, в сравнении с мальчиками, кому выполнено низведение яичка с пересечением сосудов. В то же время авторы признают, что ограничением данного исследования является отсутствие длительных наблюдений до момента полового созревания и нет данных о том, достигли ли размеры яичек прооперированных детей нормального возрастного размера.

С развитием малоинвазивных методов хирургического лечения в детской практике лапароскопическая орхипексия Fowler–Stephens практически вытеснила традиционные (открытые) оперативные вмешательства [70].

В работах зарубежных авторов имеются данные о положительном (до 50–85%) исходе методики FS, но данные основаны на коротком катамнезе и малой выборке пациентов [61, 69, 71].

Метод переключения на новый источник кровоснабжения яичка путём микрохирургической аутотрансплантации с использованием операционного микроскопа при высоких интраабдоминальных яичках впервые описан S.J. Silber и J. Kelly в 1976 г. при синдроме сливового живота [72]. Метод высокотехнологичен и не всегда доступен в практике детского хирурга [36].

B.P. Kelley и соавт. [73] описали успешно выполненные микрососудистые аутотрансплантации яичек лапароскопической методикой. Но исследование ограничено 5 случаями и нет данных и сроках наблюдения после оперативного вмешательства. Эти обстоятельства делают невозможным применение данного способа оперативного лечения НЯ в широкой практике детского хирурга.

B.W. Chao и соавт. в 2022 г. [74] выполнили роботизированную аутотрансплантацию гонады 18-летнему пациенту с абдоминальной локализацией яичка. Учитывая стремительное развитие микрохирургических и роботизированных технологий, возможно, микрососудистая ауто-трансплантация найдёт более широкое применение при лечении детей с абдоминальной формой крипторхизма.

Если яичко располагается настолько высоко в брюшной полости, что это мешает проведению операции по методу Фаулера–Стивенса, и если аутотрансплантация невозможна из-за короткого или атрофированного семявыносящего протока, или яичко имеет аномальный вид, тогда может быть предпринята попытка орхиэктомии при наличии контрлатерального здорового яичка [24, 75].

Дискуссии об удалении остаточной тестикулярной ткани вызваны разницей в данных о проценте обнаружения живых эмбриональных клеток, указанных в различных исследованиях (от 0 до 16%). Согласно данным изученной литературы зарегистрирован только один случай развития опухоли из герминативных клеток в остатках яичка. Несмотря на низкую вероятность злокачественной трансформации атрофированное яичко необходимо удалять [76]. Н. Aggarwal и соавт. [37] рекомендуют удалять остатки яичка и выполнять орхидопексию контрлатеральной

гонады. R.M. Nataraja и соавт. [77] провели ретроспективный анализ у 140 мальчиков, которым выполнено удаление тестикулярной ткани при синдроме тестикулярной регрессии, и пришли к выводу, что ревизия пахового канала и удаление остатков яичка целесообразно выполнять. Это может способствовать снижению риска злокачественной трансформации в будущем.

В 2022 г. T.Q. He, R. Wen и соавт. [78] провели ретроспективный анализ данных 570 пациентов с синдромом тестикулярной регрессии TRS. В случае если сосуды и семявыносящий проток проходят во внутреннее паховое кольцо, авторы рекомендуют выполнять дальнейшую ревизию пахового канала и мошонки, удаление остатков яичка. Во время операции никому из пациентов не проводили профилактическую орхиопексию контрлатерального яичка, ни у одного пациента, находившегося под наблюдением, не произошло торсии яичка. Коллектив специалистов не видит необходимости в фиксации контрлатерального яичка при синдроме тестикулярной регрессии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведя анализ литературы по проблеме непальпируемых яичек у детей, можно сделать следующие выводы: УЗИ является скрининговым методом исследования детей с непальпируемыми яичками. Современные методы диагностики, такие как МРТ и КТ, редко используются для визуализации яичек у детей и имеют много недостатков. Основной и достоверный метод в диагностике НЯ — диагностическая лапароскопия, однако существует мнение, что не всем детям с непальпируемыми яичками показана диагностическая лапароскопия как процедура выбора. Детям с викарной гипертрофией контрлатерального яичка достаточно выполнить ревизионную скрототомию, чтобы установить окончательный клинический диагноз. Лечение детей с НЯ требует усилий специалистов различного профиля, включая генетиков, эндокринологов, морфологов, детских хирургов и урологов. Проблема диагностики и тактики лечения НЯ у детей, особенно при высоком интраабдоминальном расположении гонады, остаётся максимально актуальной и требует проведения дальнейших научных исследований и наблюдений.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. При выполнении исследования и написании данной статьи авторы не получали внешнего финансирования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют, что у них отсутствуют какие-либо явные или потенциальные конфликты интересов, связанные с опубликованием данной статьи.

Вклад авторов. Коллектив авторов подтверждает соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (каждый автор сделал значительный вклад в разработку идеи, проведение

исследования, подготовку статьи, а также прочёл и утвердил окончательную версию перед её публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: М.Н. Екимов — дизайн исследования, обзор литературы, подготовка списка использованной литературы, написание статьи; С.Ю. Комарова — разработка дизайна исследования, редактирование; Н.А. Цап — редактирование.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding Source. The authors declare that they did not receive any external funding for conducting this research and writing this article.

Competing interests. The authors state that they have no conflicts of interest, either explicit or potential, related to the publication of this article.

Authors' contributions. The authorship contributions comply with the international criteria of ICMJE (Each author contributed significantly to the development of the idea, conducting the research, preparing the article, and reviewed and approved the final version before publication). The largest contributions are distributed as follows: M.N. Ekimov — concept and design of the study, collection and processing of material, manuscript writing; S.Yu. Komarova — design of the study, editing; N.A. Tsap — editing.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Leslie SW, Sajjad H, Villanueva CA. Cryptorchidism. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025.
2. Razumovskii AYU, editor. Detskaya khirurgiya: natsionalnoe rukovodstvo. 2nd ed., reprint. and add. Moscow: GEOTAR-Media; 2021. (In Russ.)
3. Xia Q, Kuang T, Lin X, Zhang H. Testicular Tumor Arising From an Intra-abdominal Undescended Testis in a 1-year-old Child: a Case Report and Literature Review. *Front Pediatr.* 2023;11:1142157. doi: 10.3389/fped.2023.1142157
4. Shepard CL, Kraft KH. The Nonpalpable Testis: a Narrative Review. *J Urol.* 2017;198(6):1410–1417. doi: 10.1016/j.juro.2017.04.079
5. Zhou W, Li S, Wang H, et al. Ultrasound Manifestations and Clinical Features of Nonpalpable Testis in Children. *Sci Rep.* 2022;12(1):12245. doi: 10.1038/s41598-022-16230-2
6. Mamoulakis C, Antypas S, Sofras F, et al. Testicular Descent. *Hormones (Athens, Greece).* 2015;14(4):515–530. doi: 10.14310/horm.2002.1634
7. Hutson JM, Li R, Southwell B, et al. Regulation of Testicular Descent. *Pediatr Surg Int.* 2015;31(4):317–325. doi: 10.1007/s00383-015-3673-4
8. Hadziselimovic F. Involvement of Fibroblast Growth Factors and Their Receptors in Epididymo-Testicular Descent and Maldescent. *Mol Syndromol.* 2016;6(6):261–267. doi: 10.1159/000444033
9. Hadziselimovic F. On the Descent of the Epididymo-testicular Unit, Cryptorchidism, and Prevention of Infertility. *Basic Clin Androl.* 2017;27:21. doi: 10.1186/s12610-017-0065-8
10. Rey RA, Grinspon RP. Anti-Müllerian Hormone, Testicular Descent and Cryptorchidism. *Frontiers in Endocrinology.* 2024;15:1361032. doi: 10.3389/fendo.2024.1361032
11. Sepúlveda X, Egaña PL. Current Management of Non-palpable Testes: a Literature Review and Clinical Results. *Transl Pediatr.* 2016;5(4):233–239. doi: 10.21037/tp.2016.10.06
12. Elderwy AA, Kurkar A, Abdel-Kader MS, et al. Laparoscopic Versus Open Orchiopexy in the Management of Peeping Testis: a Multi-institutional Prospective Randomized Study. *J Pediatr Urol.* 2014;10(4):605–609. doi: 10.1016/j.jpuro.2014.06.006
13. Punwani VV, Wong JSY, Lai CYH, et al. Testicular Ectopia: Why Does It Happen and what Do We Do. *J Pediatr Surg.* 2017;52(11):1842–1847. doi: 10.1016/j.jpuro.2014.06.006
14. Alaqeel SM, Hakeem AH, Almaary JO. Testicular Ectopia in a Child's Anterior Abdominal Wall: a Case Report and Literature Review. *Am J Case Rep.* 2020;21:e927495. doi: 10.12659/AJCR.927495
15. Iliodromiti Z, Karapati E, Sokou R, et al. Bilateral Ectopic Femoral Testes: a Rare Cause of Empty Scrotum. *Urol Case Rep.* 2020;33:101348. doi: 10.1016/j.eucr.2020.101348
16. Ngowi BN, Bright F, Mbwambo JS, et al. Perineal Ectopic Testis in Adult: Experience From Tertiary Hospital, Northern Tanzania. *Int J Surg Case Rep.* 2022;92:106817. doi: 10.1016/j.ijscr.2022.106817
17. Priam A, Chabani N, Klein C, Haraux E. Scrotal Orchidopexy for Perineal Ectopic Testis. *Arch Pediatr.* 2022;29(5):404–406. doi: 10.1016/j.arcped.2022.03.005
18. Piplani R. A Rare Presentation of Transverse Testicular Ectopia and Role of Laparoscopy. *Afr J Paediatr Surg.* 2023;20(1):74–76. doi: 10.4103/ajps.ajps_133_21
19. Sipani M, Bhat A, Prabhakar G. Transverse Testicular Ectopia: a Report of Five Cases and Review of Literature. *J Indian Assoc Pediatr Surg.* 2020;25(6):404–407. doi: 10.4103/jiaps.JIAPS_17_20
20. Gholizadeh M, Fakhre Yasser AM. Unilateral Transverse Testicular Ectopia With Recurrence of Inguinal Hernia: a Case Report. *J Med Case Rep.* 2023 Feb 27;17(1):69. PubMed PMID: 36843109
21. Mao CK, Yuan-Fang, Cao YS. Management of Pediatric Vanishing Testes Syndrome Based On Pathological Diagnosis: a Single-center Retrospective Study. *Sci Rep.* 2024;14(1):9437. doi: 10.1038/s41598-024-59583-6
22. Heksch Ra, Matheson MA, Tishelman AC, et al. Testicular Regression Syndrome: Practice Variation In Diagnosis And Management. *Endocr Pract.* 2019;25(8):779–786. doi: 10.4158/EP-2019-0032
23. Elamo HP, Virtanen HE, Toppari J. Genetics of Cryptorchidism and Testicular Regression. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2022;36(1):101619. doi: 10.1016/j.beem.2022.101619
24. Kolon TF, Herndon CDA, Baker LA, et al. Evaluation and Treatment of Cryptorchidism: AUA Guideline. *J Urol.* 2014;192(2):337–345. doi: 10.1016/j.juro.2014.05.005
25. Bajaj M, Upadhyay V. Age at Referral for Undescended Testes: Has Anything Changed in a Decade. *N Z Med J.* 2017;130(1457):45–49.
26. Smith SC, Nguyen HT. Barriers to Implementation of Guidelines for the Diagnosis and Management of Undescended Testis. *F1000Res.* 2019;8 doi: 10.12688/f1000research
27. Niedzielski JK, Oszukowska E, Słowikowska-Hilczner J. Undescended Testis — Current Trends and Guidelines: a Review of the Literature. *Arch Med Sci.* 2016;12(3):667–677. doi: 10.5114/aoms.2016.59940
28. Ulubay M. Perineal Ectopic Testis: a Rare Congenital Anomaly. *Urol Case Rep.* 2019;24:100853. doi: 10.1016/j.eucr.2019.100853

29. Liu J, Xiu W, Sui B, et al. Open Controversies On the Treatment of Undescended Testis: an Update. *Front Pediatr.* 2022;10:874995. doi: 10.3389/fped.2022.874995
30. Vikraman J, Donath S, Hutson Ao JM. Undescended Testes: Diagnosis and Timely Treatment in Australia (1995-2014). *Aust Fam Physician.* 2017;46(3):152–158.
31. Zhou W, Li S, Wang H, et al. Ultrasound Manifestations and Clinical Features of Nonpalpable Testis in Children. *Sci Rep.* 2022;12(1):12245.
32. Braga LH, Kim S, Farrokhyar F, Lorenzo AJ. Is There an Optimal Contralateral Testicular Cut-off Size That Predicts Monorchism in Boys With Nonpalpable Testicles. *J Pediatr Urol.* 2014;10(4):693–698. doi: 10.1016/j.jpuro.2014.05.011
33. Vos A, Vries AM, Smets A, et al. The Value of Ultrasonography in Boys With a Non-palpable Testis. *J Pediatr Surg.* 2014;49(7):1153–1155. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2013.09.011
34. Iqbal N, Hasan A, Saghir S, et al. Laparoscopic Orchiopexy for Management of Bilateral Non-Palpable Testes. *J Ayub Med Coll Abbottabad.* 2020;32(4):445–449.
35. Wang SQ, FY Ren, Wang JH, et al. Diagnostic Value of Multislice Spiral Computed Tomography (CT) Combined With CT Angiography for Intra-abdominal Undescended Testis Secondary Seminomas. *Cancer Imaging.* 2019;19(1):24. doi: 10.1186/s40644-019-0210-z
36. Shehata SM, Shehata SMK, Baky Fahmy M. The Intra-abdominal Testis: Lessons From the Past, and Ideas for the Future. *Pediatr Surg Int.* 2013;29(10):1039–1045. doi: 10.1007/s00383-013-3406-5
37. Aggarwal H, Kogan BA. The Role of Laparoscopy in Children With Groin Problems. *Transl Androl Urol.* 2014;3(4):418–428. doi: 10.3978/j.issn.2223-4683.2014.12.11
38. Mah LW, Durbin-Johnson B, Kurzrock EA. Non-palpable Testis: Is Management Consistent and Objective. *J Pediatr Urol.* 2020;16(1):62–68. doi: 10.1016/j.jpuro.2019.11.015
39. Eldirdiri ES, Elssayed O, Elssayed A. The Role of Laparoscopy in Non-palpable Undescended Testicle: Analysis and Review of the Experience From Two Cities in Sudan. *Afr J Paediatr Surg.* 2022;19(3):127–132. doi: 10.4103/ajps.AJPS_39_21
40. Gonzalez KW, et al. The Anatomic Findings During Operative Exploration for Non-palpable Testes: a Prospective Evaluation. *J Pediatr Surg.* 2016;51(1):128–130. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2015.10.031
41. Haid B, Rein P, Oswald J. Undescended Testes: Diagnostic Algorithm and Treatment. *Eur Urol Focus.* 2017;3(2–3):155–157. doi: 10.1016/j.euf.2017.05.009
42. Orlov VM, Kogan MI, Sizonov VV, Kagantsov IM. The Volume of the Contralateral Testis in Unilateral Non-palpable Cryptorchidism a Diagnostic Criterion to Optimize Surgical Strategy. *Urologija.* 2018;(2)89–93.
43. Radmayr C, Dogan HS, Hoebeke Piet, et al. Corrigendum to “Management of Undescended Testes: European Association of Urology/European Society for Paediatric Urology Guidelines” [*J Pediatr Urol* 12 (2016) 335–343]. *J Pediatr Urol.* 2017;13(2):239. doi: 10.1016/j.jpuro.2017.02.011
44. Gates RL, Shelton J, Diefenbach KA, et al. Management of the Undescended Testis in Children: an American Pediatric Surgical Association Outcomes and Evidence Based Practice Committee Systematic Review. *J Pediatr Surg.* 2022;57(7):1293–1308. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2022.01.003
45. Wei Y, Wang Y, Tang X, et al. Efficacy and Safety of Human Chorionic Gonadotropin for Treatment of Cryptorchidism: a Meta-analysis of Randomised Controlled Trials. *J Paediatr Child Health.* 2018;54(8):900–906. doi: 10.1111/jpc.13920
46. Shehata S, Hadziselimovic F, Khater D, Kotb M. The Management of Intraabdominal Testis: a Survey of the World Federation of Associations of Pediatric Surgeons (WOFAPS) Practices. *Front Pediatr.* 2022;10:928069. doi: 10.3389/fped.2022.928069
47. Chan E, Wayne C, Nasr A. Ideal Timing of Orchiopexy: a Systematic Review. *Pediatr Surg Int.* 2014;30(1):87–97. doi: 10.1007/s00383-013-3429-y
48. Suskind A, Hayner-Buchan A, Feustel PJ, Kogan BA. Fibrosis Correlates With Detailed Histological Analysis of Human Undescended Testes. *BJU Int.* 2008;101(11):1441–1445. doi: 10.1111/j.1464-410X.2007.07406.x
49. Krishna, O.H & Kotaiah, Mandakini & K., Geetha & G., Santosh & P., Srinivas & Kota, Ramesh. (2019). Cryptorchidism and its Effects on Histomorphology of Testis in Paediatric Age Group. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences.* 8(31):2480–2484. doi: 10.14260/jemds/2019/540
50. Loebenstein M, Thorup J, Cortes D, et al. Cryptorchidism, Gonocyte Development, and the Risks of Germ Cell Malignancy and Infertility: a Systematic Review. *J Pediatr Surg.* 2020;55(7):1201–1210. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2019.06.023
51. Hadziselimovic F. Temperature Is Not a Major Factor in the Differentiation of Gonocytes Into Ad Spermatogonia and Fertility Outcome in Congenitally Cryptorchid Boys. *Basic Clin Androl.* 2022;32(1):2. doi: 10.1186/s12610-021-00152-6
52. Huff DS, Fenig DM, Canning DA, et al. Abnormal Germ Cell Development in Cryptorchidism. *Horm Res.* 2001;55(1):11–17. doi: 10.1159/000049957
53. Verkauskas G, Malcius D, Dasevicius D, Hadziselimovic F, et al. Histopathology of Unilateral Cryptorchidism. *Pediatr Dev Pathol.* 2019;22(1):53–58. doi: 10.1177/1093526618789300
54. Mechlin CW, Kogan BA. What Lessons Can Be Learned From Testicular Histology in Undescended Testes. *Transl Androl Urol.* 2014;3(4):365–369. doi: 10.3978/j.issn.2223-4683.2014.10.01
55. Wayne C, Chan E, Nasr A, Canadian Association of Paediatric Surgeons Evidence-Based Resource. What Is the Ideal Surgical Approach for Intra-abdominal Testes? a Systematic Review. *Pediatr Surg Int.* 2015;31(4):327–338. doi: 10.1007/s00383-015-3676-1
56. Neheman A, Shumaker A, Grazi J, et al. Standardized Single-stage Laparoscopic Fowler-Stephens Orchiopexy Regardless of Testis Position: Modification of Technique Eliminates the Need for Intra-operative Decision-making. *J Minim Access Surg.* 2022;18(4):591–595. doi: 10.4103/jmas.jmas_312_21
57. Narayanan SK, Puthenvariath JN, Somnath P, Mohanan A. Does the Internal Inguinal Ring Need Closure During Laparoscopic Orchiopexy With Prentiss Manoeuvre. *Int Urol Nephrol.* 2017;49(1):13–15. doi: 10.1007/s11255-016-1438-1
58. Alagaratnam S, Nathaniel C, Cuckow P, Duffy P, et al. Testicular Outcome Following Laparoscopic Second Stage Fowler-Stephens Orchidopexy. *J Pediatr Urol.* 2014;10(1):186–192. doi: 10.1016/j.jpuro.2013.08.005
59. Bae KH, Park JS, Jung HJ, Shin HS. Inguinal Approach for the Management of Unilateral Non-palpable Testis: Is Diagnostic Laparoscopy Necessary. *J Pediatr Urol.* 2014;10(2):233–236. doi: 10.1016/j.jpuro.2013.09.022
60. Arena S, P Impellizzeri, P Perrone, et al. Is Inguinal Orchidopexy Still a Current Procedure in the Treatment of Intraabdominal Testis in the Era of Laparoscopic Surgery. *J Pediatr Surg.* 2017;52(4):650–652. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2016.08.030

61. Yu C, Long C, Wei Yi, et al. Evaluation of Fowler-Stephens Orchiopexy for High-level Intra-abdominal Cryptorchidism: a Systematic Review and Meta-analysis. *Int J Surg*. 2018;60:74–87. doi: 10.1016/j.ijsu.2018.10.046
62. Elder JS. Surgical Management of the Undescended Testis: Recent Advances and Controversies. *Eur J Pediatr Surg*. 2016;26(5):418–426. doi: 10.1055/s-0036-1592197
63. Shehata S, Shalaby R, Ismail M, et al. Staged Laparoscopic Traction-orchidopexy for Intraabdominal Testis (Shehata Technique): Stretching the Limits for Preservation of Testicular Vasculature. *J Pediatr Surg*. 2016;51(2):211–215. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2015.10.063
64. Braga LH, Farrokhyar F, McGrath M, et al. Gubernaculum Testis and Cremasteric Vessel Preservation During Laparoscopic Orchiopexy for Intra-Abdominal Testes: Effect On Testicular Atrophy Rates. *J Urol*. 2019;201(2):378–385. doi: 10.1016/j.juro.2018.07.045
65. Jawdat JR, Kocherov S, Chertin B. One-Stage Laparoscopic Orchiopexy for the Treatment of Intraabdominal Testis. *Isr Med Assoc J*. 2016;18(11):669–672.
66. Igarashi A, Kikuchi K, Ogushi K, et al. Surgical Exploration for Impalpable Testis: Which Should Be First, Inguinal Exploration or Laparoscopic Abdominal Exploration. *J Pediatr Surg*. 2018;53(9):1766–1769. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2017.10.046
67. Liu J, Tang R, Wang X, et al. Comparison of Two Types of Staged Laparoscopic Orchiopexy for High Intra-Abdominal Testes in Children: a Retrospective Study From a Single Center. *Front Pediatr*. 2021;9:677955. doi: 10.3389/fped.2021.677955
68. Abouheba MAS, Younis W, Elsokary A, et al. Early Clinical Outcome of Staged Laparoscopic Traction Orchidopexy for Abdominal Testes. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2019;29(4):531–537. doi: 10.1089/lap.2018.0171
69. Wang CY, Wang Y, Chen XH, et al. Efficacy of Single-stage and Two-stage Fowler-Stephens Laparoscopic Orchidopexy in the Treatment of Intraabdominal High Testis. *Asian J Surg*. 2017;40(6):490–494. doi: 10.1016/j.asjsur.2016.11.008
70. Papparella A, De Rosa L, Noviello C. Laparoscopic Fowler-Stephens Orchidopexy for Intra-abdominal Cryptorchid Testis: a Single Institution Experience. *Pediatr Med Chir*. 2021;42(2) doi: 10.4081/pmc.2020.224
71. Yang Z, Li S, Yin J, et al. A Prediction Model for Risk Factors of Testicular Atrophy After Orchiopexy in Children With Undescended Testis. *Transl Pediatr*. 2021;10(4):882–892. doi: 10.21037/tp-20-473
72. Silber SJ, Kelly J. Successful Autotransplantation of an Intra-abdominal Testis to the Scrotum By Microvascular Technique. *J Urol*. 1976;115(4):452–454. doi: 10.1016/s0022-5347(17)59240-x
73. Kelley BP, Higuera S, Cisek LJ, et al. Combined Laparoscopic and Microsurgical Techniques for Testicular Autotransplantation: Is This Still an Evolving Technique. *J Reconstr Microsurg*. 2010;26(8):555–558. doi: 10.1055/s-0030-1262950
74. Chao BW, Shakir NA, Hyun GS, et al. Robotic-Assisted Testicular Autotransplantation. *Urology*. 2022;159:255. doi: 10.1016/j.urology.2021.09.020
75. Casanova NC, Johnson K, Bowen DK, et al. Two-Step Fowler-Stephens Orchiopexy for Intra-abdominal Testes: a 28-year Single Institution Experience. *J Urol*. 2013;190(4):1371–1376. doi: 10.1016/j.juro.2013.04.056
76. Woodford E, Eliezer D, Deshpande A, Kumar R. Is Excision of Testicular Nubbin Necessary in Vanishing Testis Syndrome. *J Pediatr Surg*. 2018;53(12):2495–2497. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2018.08.011
77. Nataraja RM, Yeap E, Healy CJ, et al. Presence of Viable Germ Cells in Testicular Regression Syndrome Remnants: Is Routine Excision Indicated? a Systematic Review. *Pediatr Surg Int*. 2018;34(3):353–361. doi: 10.1007/s00383-017-4206-0
78. He TQ, WenR, Zhao YW, et al. Testicular Regression Syndrome: a Retrospective Analysis of Clinical and Histopathological Features in 570 Cases. *Front Pediatr*. 2022;10:1006880. doi: 10.3389/fped.2022.1006880

ОБ АВТОРАХ

* **Екимов Михаил Николаевич**, ассистент;
адрес: Россия, 620134, Екатеринбург, ул. Решётская, д. 51;
ORCID: 0000-0003-1802-6105;
eLibrary SPIN: 2872-7908;
e-mail: ekim1504@yandex.ru

Цап Наталья Александровна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-9050-3629;
eLibrary SPIN: 7466-8731;
e-mail: tsapna-ekat@rambler.ru

Комарова Светлана Юрьевна, канд. мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0003-2966-2887;
eLibrary SPIN: 9411-6025;
e-mail: urokom@yandex.ru

AUTHORS' INFO

* **Mikhail N. Ekimov**, Assistant Lecturer;
address: 51 Reshetskaya street, Yekaterinburg, Russia, 620134;
ORCID: 0000-0003-1802-6105;
eLibrary SPIN: 2872-7908;
e-mail: ekim1504@yandex.ru

Natalya A. Tsap, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0001-9050-3629;
eLibrary SPIN: 7466-8731;
e-mail: tsapna-ekat@rambler.ru

Svetlana Yu. Komarova, MD, Cand. Sci. (Medicine), Assistant Professor;
ORCID: 0000-0003-2966-2887;
eLibrary SPIN: 9411-6025;
e-mail: urokom@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author