

4. Paediatric fractures of carpal bones other than the scaphoid / D. Weber, R. Kraus, R. Wirth-Welle [et al.] // Hand Surgery and Rehabilitation. – 2023. – Vol. 42, № 5. – P. 406-412.
5. Review of pediatric functional outcomes measures used to evaluate surgical management in pediatric patients with an upper extremity fracture / F. Alberghina, A. Andreacchio, V. Pavone [et al.] // Journal of Pediatric Orthopaedics B. – 2022. – Vol. 31, № 3. – P. 260-269.
6. Krayem M. Cone-beam computed tomography for primary investigation of wrist trauma provides a new map of fractures of carpal bones / M. Krayem, C. Weber Lensing, L. Fornander // Journal of Hand Surgery (European Volume). – 2021. – Vol. 46, №. 6. – P. 621-625.
7. Scaphoid fractures in children and adolescents: contemporary injury patterns and factors influencing time to union / J. Ghoslon, D. Bae, D. Zurakowski, P. Waters. // J Bone Joint Surg Am. – 2011. – Vol. 93 №13 – P. 1210-1219.
8. Scaphoid fractures in children / D. Gajdobranski, D. Zivanović, A. Mikov [et al.] // Srpski arhiv za celokupno lekarstvo. – 2014. – Vol. 142, №7 – P. 444-455.
9. Outcome of percutaneous screw fixation of scaphoid fractures / D. Patillo, M. Khazzam, M. Robertson, B. Gainor // J Surg Orthop Adv. – 2010. – Vol. 19 №2 – P. 114-134.
10. Management modalities and outcomes following acute scaphoid fractures in children: a quantitative review and meta-analysis / A. Shaterian, P.J.F Santos, J.L. Christine [et al.] // Hand. – 2019. – Vol. 14, №. 3. – P. 305-310.

Сведения об авторах

К.В. Киселева* – студент

А.Е. Слукина – студент

И.И. Гордиенко – кандидат медицинских наук, доцент

Information about the authors

K.V. Kiseleva* – Student

A.E. Slukina* – Student

I.I. Gordienko – Candidate of Sciences (Medicine), Associate Professor

***Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):**

kiselewaksenia@bk.ru

УДК: 616.348-002

НЕКРОТИЗИРУЮЩИЙ ЭНТЕРОКОЛИТ НОВОРОЖДЕННЫХ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Криворучко Анна Николаевна, Слукина Анастасия Евгеньевна, Цап Наталья Александровна
Кафедра детской хирургии

ФГБОУ ВО Уральский государственный медицинский университет Минздрава России
Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. Некротизирующий энтероколит (НЭК) называют болезнью выживших недоношенных. Это тяжелое, полиэтиологическое заболевание, характеризующееся ишемией и некрозом кишечной стенки, что нередко осложняется развитием перфорации и перитонита. Несмотря на значительный прогресс в интенсивной терапии и хирургии новорожденных, смертность при НЭК остается стабильно высокой и составляет по различным данным до 30%. **Цель исследования** – проанализировать факторы риска развития НЭК у новорожденных, изучить методы диагностики и современные стратегии лечения. **Материал и методы.** Проведен поиск литературных данных в электронных базах MEDLINE (PubMed) и eLibrary, отобраны публикации, включающие данные о факторах риска, методах диагностики и лечения НЭК. **Результаты.** Современные методы диагностики НЭК включают использование адаптированных клинических шкал, инструментальных методов исследования (рентгенография и ультразвуковое исследование), а также оценку лабораторных показателей. У пациентов на ранних стадиях НЭК может быть эффективно консервативное лечение, включающее энтеральную паузу, дезинтоксикационную и антибактериальную терапию. Современные хирургические подходы к лечению пациентов с НЭК предусматривают возможность формирования первичных анастомозов после резекции некротизированных участков кишки, наложения магнитно-компрессионных анастомозов у пациентов с кишечными стомами, а также выполнение этапных малоинвазивных вмешательств у пациентов в крайне тяжелом состоянии. **Выводы.** Пациенты с НЭК требуют комплексного подхода, сочетающего современные методы диагностики и дифференцированную тактику лечения, включающую комплексную интенсивную терапию в ранние сроки и безотлагательное хирургическое вмешательство на необратимых стадиях. Современные хирургические методики позволяют сохранить максимально возможную длину кишечника новорожденного и восстановить функцию желудочно-кишечного тракта в ранние сроки.

Ключевые слова: некротизирующий энтероколит новорожденных, недоношенные новорожденные, интенсивная терапия, хирургическое лечение

NECROTIZING ENTEROCOLITIS IN NEONATES: CURRENT DIAGNOSTIC METHODS AND TREATMENT STRATEGIES (LITERATURE REVIEW)

Krivoruchko Anna Nikolaevna, Slukina Anastasiya Evgenevna, Tsap Natalya Alexandrovna

Department of Pediatric Surgery

Ural State Medical University

Yekaterinburg, Russia

Abstract

Introduction. Necrotizing enterocolitis (NEC) is often called "the disease of surviving preterm infants." This severe, multifactorial condition is characterized by intestinal wall ischemia and necrosis, frequently complicated by perforation and peritonitis. Despite significant advances in neonatal intensive care and surgery, NEC mortality remains persistently high, reaching 30%. **The aim of the study** was to analyze risk factors for NEC development in newborns and evaluate current diagnostic methods and treatment strategies. **Material and methods.** A literature search was conducted in the databases MEDLINE (PubMed) and eLibrary, selecting publications addressing NEC risk factors, diagnostic approaches, and treatment options. **Results.** Current methods for diagnosing NEC include the use of validated clinical scales, imaging modalities (radiography and ultrasound), as well as laboratory findings. Early-stage NEC may respond to conservative management including enteral pause, detoxification and antibacterial therapy. Contemporary surgical approaches include the possibility of forming primary anastomoses after resection of necrotic areas of the intestine, applying magnetic compression anastomoses in patients with intestinal stomas, as well as performing staged minimally invasive interventions in patients in extremely serious condition. **Conclusions.** Patients with NEC require a comprehensive approach combining modern diagnostic methods and differentiated treatment tactics, including complex intensive therapy in the early stages and urgent surgical intervention at irreversible stages. Modern surgical techniques allow preserving the maximum possible length of the newborn's intestine and restoring the function of the gastrointestinal tract in the early stages.

Keywords: necrotizing enterocolitis of the newborn, premature neonates, intensive therapy, surgical treatment

ВВЕДЕНИЕ

Некротизирующий энтероколит (НЭК) – неспецифическое воспалительное заболевание с мультифакторным патогенезом. В основе развития НЭК лежит гипоперфузия незрелой слизистой кишечника новорожденного с последующим развитием интрамурального воспаления кишечной стенки [1, 2].

Последние достижения в области интенсивной терапии значительно повысили выживаемость недоношенных с очень низкой (ОНМТ) и экстремально низкой массой тела (ЭНМТ), что спровоцировало увеличение когорты новорожденных, подверженных развитию НЭК [3]. При этом смертность среди недоношенных с НЭК остается стабильно высокой и составляет по различным данным от 15 до 30% [4].

Цель исследования – проанализировать факторы риска развития НЭК у новорожденных, изучить современные методы диагностики и стратегии лечения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен поиск литературных данных в электронных базах MEDLINE (PubMed) и eLibrary, отобраны публикации, включающие данные о факторах риска, методах диагностики и лечения НЭК.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Некротизирующий энтероколит (НЭК) представляет собой тяжелое полиэтиологическое заболевание, в основе которого лежит сложное взаимодействие трех ключевых факторов: ишемии кишечника, нарушений микробиоценоза и алиментарных воздействий [2, 3].

К пренатальным рискам развития НЭК относят осложненное течение беременности, приводящее к преждевременным родам, амниотит, эклампсию, синдром фетоплацентарной недостаточности, асфиксию плода в родах, родовую спинальную и черепно-мозговую травму [3, 5]. В качестве экзогенных факторов могут выступать нерациональное питание (слишком раннее введение энтерального питания у глубоко недоношенных детей, кормление молочными смесями при возможности грудного вскармливания), гипотермия ребенка, применение индометацина, производных метилксантинов, и других препаратов, способных

нарушать мезентериальную перфузию [5]. Многие авторы сообщают о повышенном риске развития НЭК у детей с врожденными пороками сердца и желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) [5, 6].

Микробный пейзаж при НЭК определяется составом эндогенной микрофлоры кишечника пациента и влиянием госпитальных штаммов микроорганизмов, характерных для конкретного лечебного учреждения [2]. В качестве биологического материала для выявления микробных агентов у новорожденных с НЭК используются кровь, фекалии и перитонеальная жидкость. При микробиологическом исследовании наиболее часто идентифицируются грамотрицательные бактерии (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*) или грамположительные кокки (*Staphylococcus aureus*, включая MRSA-штаммы, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus spp.*). Реже определяются анаэробные микроорганизмы (*Clostridium perfringens*) и грибы рода *Candida* [7]. На текущий момент не существует убедительных доказательств того, что НЭК может быть вызван вирусной инфекцией. Однако вирусы могут выступать ко-фактором в патогенезе НЭК, особенно у недоношенных новорожденных. В литературе описаны случаи ассоциации НЭК с цитомегаловирусной инфекцией, рота- и энтеровирусными инфекциями [8].

Алгоритм диагностики НЭК основывается на комплексной оценке клинических проявлений, лабораторных показателей и данных инструментальных методов обследования [1]. В настоящее время врачами и исследователями активно используется клиническая классификация НЭК, предложенная J.M. Bell в 1978 году, в модификации M.C. Walsh and R.M. Kliegman (1987) [9]. Современная модифицированная классификация выделяет три стадии заболевания. Для I стадии характерны неспецифические симптомы (апноэ, неустойчивая температура, скрытая кровь в стуле) при отсутствии выраженных рентгенологических изменений. II стадия проявляется парезом кишечника, пневматозом стенки кишки и системной воспалительной реакцией. III стадия сопровождается признаками перфорации, перитонита и полиорганной недостаточности (Таблица 1).

Таблица 1.

Классификация J.M. Bell в модификации M.C. Walsh & R.M. Kliegman (1987)

Стадия	Подстадия	Соматические проявления	Проявления со стороны ЖКТ
I	IA	Лабильность температуры тела, апноэ	Вздутие живота, скрытая кровь в стуле, кишечные петли слегка расширены, возможно появление единичных уровней жидкости на рентгенограмме
	IB	Те же	+ явная кровь в стуле
II	IIA	Те же	+ парез кишечника, множественные горизонтальными уровнями, пневматоз кишечной стенки на рентгенограмме
	IIB	+ симптомы системной интоксикации, ацидоз, тромбоцитопения	+ газ в портальной вене, асцит
III	IIIA	+ гипотония, коагуляционные нарушения	+ симптомы перитонита, симптом «статичной петли» на рентгенографии, некроз кишечной стенки без перфорации
	IIIB	+ сепсис, полиорганная недостаточность, ДВС-синдром	+ перфорация кишечной стенки, пневмоперитонеум

Наиболее достоверным диагностическим методом, отражающим стадийность течения НЭК, является рентгенография брюшной полости (Таблица 2). Наблюдение пациента с НЭК предполагает динамическое рентгенологическое обследование пациента в течение первых суток каждые 6-8 часов. Рентгенографическая картина на ранних стадиях НЭК может быть неспецифична и указывать лишь на минимальные проявления кишечной непроходимости. Однако большое значение приобретает проведение исследования в динамике: фиксированная,

расширенная кишечная петля, которая не меняет своего положения при повторных исследованиях, с высокой вероятностью указывает на НЭК. Диагностическими признаками прогрессирующего НЭК являются пневматоз кишечника и появление газа в портальной вене [3].

Таблица 2.

Рентгенологические признаки НЭК

Ранние (обратимые)	Поздние (необратимые)
<ul style="list-style-type: none"> • единичные или множественные уровни жидкости • повышение пневматизации, расширение кишечных петель • утолщение кишечной стенки • задержка эвакуации кишечного содержимого (без симптома «статичной петли») 	<ul style="list-style-type: none"> • фиксированный пневмоперитонеум («кружева смерти») • затемнение латеральных каналов брюшной полости • снижение прозрачности кишечных петель • распространенный пневматоз кишечной стенки • наличие газа в воротной вене • симптом «статичной петли»

В качестве вспомогательного диагностического инструмента выступает ультрасонография, которая позволяет обнаружить расширение петель кишечника, утолщение и расслоение кишечной стенки, а также наличие свободной жидкости и газа в брюшной полости, а ультразвуковое исследование в режиме доплерографии позволяет оценить кровоток в сосудах бассейна верхней брыжеечной артерии [10].

Лабораторный мониторинг включает обязательное проведение общего анализа крови с подсчетом тромбоцитов каждые 8-12 часов, регулярный контроль газового состава крови и лактата (каждые 6-8 часов) с целью своевременного выявления метаболического ацидоза, ежедневное определение СРБ и прокальцитонина [3]. Особое внимание уделяется динамике изменения уровня тромбоцитов и СРБ как ключевым прогностическим маркерам. В качестве перспективных прогностических критериев также может использоваться уровень интерлейкинов IL-6, IL-8 в крови, уровень белка I-FABP в моче, уровень кальпротектина в кале, однако в большинстве учреждений рутинное определение этих показателей недоступно [11].

Консервативное лечение НЭК эффективно в большинстве случаев на начальных стадиях заболевания. В хирургическом вмешательстве нуждается не более 30-35% детей с НЭК [4]. При выявлении у новорожденного НЭК на любой стадии необходимо немедленно отменить энтеральное питание, провести декомпрессию желудочно-кишечного тракта и начать интенсивную терапию. Некоторые пациенты с НЭК также нуждаются в респираторной и инотропной поддержке [1, 3].

Энтеральная пауза показана всем пациентам с НЭК. При этом с первых суток необходимо начать проводить полноценное парентеральное питание, с учетом потребности ребенка в калориях, белках и липидах. Возобновление энтерального питания возможно при сохранении стабильной гемодинамики, нормализации воспалительных маркеров, отсутствии признаков вздутия кишечных петель и восстановлении кишечной перистальтики [12].

Инфузионная терапия должна проводиться с учетом физиологической потребности в жидкости и компенсации патологических потерь. Особое внимание следует уделить коррекции электролитных нарушений. Мониторинг электролитного состава крови в остром периоде рекомендуется осуществлять не менее 2-3 раз в сутки [3, 12].

Антибактериальная терапия остается одним из основных компонентов лечения. Классические схемы эмпирической антибиотикотерапии НЭК включают комбинацию ампициллина с аминогликозидами (амикацином или гентамицином), при тяжелых формах рекомендуется дополнять указанную комбинацию метронидазолом [3, 13]. Некоторые зарубежные авторы описывают использование цефалоспоринов третьего поколения в сочетании с аминогликозидами, или комбинации имипенемов с метронидазолом [3]. Следует

отдавать предпочтение цефалоспорином в сравнении с аминогликозидами при лечении пациентов с почечной недостаточностью [13]. Показанием к назначению ванкомицина является выявление MRSA-штаммов. При назначении антибиотикотерапии важно учитывать опыт предыдущего назначения антибиотиков ребенку, микробиологический пейзаж отделения и индивидуальную чувствительность микробной флоры пациента.

Поиск новых направлений медикаментозной терапии НЭК продолжается до сих пор. Rammi et al. сообщают о достоверном снижении смертности в группе детей с НЭК и грамтрицательным сепсисом, пролеченных с применением пентоксифиллина, выступающего в качестве ингибитора фактора некроза опухоли (TNF) и модулятора перистальтики [14]. Гепарин-конъюгированный эпидермальный фактор роста оказался эффективен в терапии НЭК на ранних стадиях, за счет улучшения микроциркуляции в кишечной стенке и стимуляции пролиферации энтероцитов [15]. Ингибитор циклооксигеназы-2 целекоксиб может способствовать снижению оксидативного стресса и ингибировать апоптоз энтероцитов, что было подтверждено на экспериментальной модели НЭК у крыс [16]. Также перспективными являются исследования применения стволовых клеток и управляемой гипотермии в лечении НЭК [3, 15].

Абсолютным показанием к хирургическому лечению НЭК является появление признаков пневмоперитонеума по данным рентгенологического исследования (что соответствует III стадии заболевания по классификации J.M. Bell в модификации M.C. Walsh & R.M. Kliegman) [9]. Другие критерии включают симптомы нарастающего асцита, появление эритемы, цианоза и отека передней брюшной стенки, наличие пальпируемого образования брюшной полости. При II стадии НЭК оперативное лечение показано при отсутствии положительного ответа на консервативную терапию в течение 48-72 часов, прогрессировании тромбоцитопении ($<50 \times 10^9/\text{л}$) и развитии рефрактерного метаболического ацидоза ($\text{pH} < 7.2$) [4]. Отсутствие кровотока в кишечной стенке по данным ультразвукового доплеровского исследования и симптом «статичной петли» на рентгенографии могут свидетельствовать о некрозе участка кишки, что также должно расцениваться как показание к операции [17]. Некоторые авторы рекомендуют проведение превентивной лапароскопии при НЭК II стадии для визуальной оценки жизнеспособности кишки [4, 18].

Стандартный подход к хирургическому лечению НЭК длительное время заключался в выполнении лапаротомии, резекции некротизированных участков кишки на всем протяжении и выведении жизнеспособных концов кишки на переднюю брюшную стенку в виде стомы [1, 4]. Несмотря на то, что методика является надежной и хорошо зарекомендовала себя за многие годы применения, такой подход имеет свои ограничения. Из-за большого объема оперативного вмешательства, такая процедура может плохо переноситься глубоко недоношенными новорожденными. Наличие стомы связано с риском развития специфических осложнений, включая пролапс стомы, парастомальную грыжу, энтерокутаные свищи, а также местные гнойно-воспалительные процессы. Значительные потери кишечного содержимого через стому, особенно на уровне тощей кишки, приводят к обезвоживанию и выраженным метаболическим нарушениям [19]. Кроме того, процедура закрытия стом подразумевает резекцию участков кишки, находившихся за пределами брюшной полости, что сокращает общую длину сохранного кишечника и повышает риск развития синдрома короткой кишки (СКК) [17].

Частичному решению этих проблем может способствовать формирование магнитно-компрессионных межкишечных анастомозов (МКМА). Согласно методике, в просвет двустольной стомы устанавливаются магнитные плашки, одна со стороны отводящей петли, другая – со стороны приводящей. Притяжение плашек друг к другу создает условия для создания соустья с герметичными краями между петлями кишок [19, 20]. Продолжительность формирования анастомоза составляет в среднем 4-5 дней. Методика позволяет в короткие сроки восстановить пассаж кишечного содержимого, не прибегая к оперативному

вмешательству, а также упрощает процедуру окончательного закрытия стомы, поскольку подразумевает наложение швов только на переднюю губу анастомоза. Бисалиев Б.Н. с соавторами в исследовании 2020 года сообщают о сокращении сроков пребывания в реанимации и продолжительности стационарного лечения у пациентов с МКМА в сравнении с контрольной группой, при этом несостоятельности анастомоза в группе МКМА не наблюдалось [19].

Вариантом завершения операции после радикальной резекции некротизированных участков кишки является формирование открытого Т-образного анастомоза с проксимальной энтеростомией по Santulli или дистальной энтеростомией по Bishop. Наличие энтеростомы позволяет обеспечить декомпрессию ЖКТ, а наличие сообщения между приводящей и отводящей петлей позволяет сохранить непрерывность просвета кишки. При окончательной ликвидации стомы по Santulli или Bishop требуется только устранение отверстия в кишечной стенке на месте стомы, тогда как закрытие двустольной стомы требует резекции участков приводящей и отводящей части и формирования анастомоза по всей окружности [21].

Последнее время появляется все больше исследований, отражающих преимущества формирования первичного анастомоза конец-в-конец у пациентов с НЭК. Большинство опубликованных работ, демонстрирующих более низкую смертность и меньшее количество осложнений в группе первичного анастомоза носят ретроспективный характер, и могут не учитывать тяжесть состояния новорожденного на момент принятия решения о варианте завершения операции [22]. В 2024 году Eaton et al. опубликовали результаты первого многоцентрового рандомизированного исследования – авторы установили, что в группе первичного анастомоза достоверно снижалась продолжительность парентерального питания, наблюдалось меньше осложнений, однако разница в показателях смертности не была статистически значима. Однако несмотря на указанные преимущества, далеко не все пациенты с НЭК в остром периоде могут перенести такое продолжительное оперативное вмешательство [23].

Методика Clip and Drop-Back позволяет выполнить первичную операцию в минимальном объеме с последующей отсроченной реконструкцией кишечника. Первый этап подразумевает выполнение лапаротомии и резекции некротизированных участков кишки. Концы жизнеспособных участков при этом прошиваются или клипируются и погружаются в брюшную полость [24, 25]. После погружения кишок брюшная стенка ушивается. В некоторых случаях, например, при синдроме абдоминальной гипертензии или при планировании релапаротомии в ранние сроки целесообразно наложение лапаростомы. Повторная лапаротомия выполняется по стабилизации состояния новорожденного [24]. Такой подход позволяет сохранить участки кишки, жизнеспособность которых при первичном вмешательстве вызывает некоторые сомнения (при необходимости они могут быть удалены при повторной операции), а также дает возможность сократить объем первичного вмешательства и отсрочить реконструктивный этап, что чрезвычайно важно для пациентов с нестабильной гемодинамикой.

Вариантом малоинвазивного вмешательства при наличии перфорации кишечника на фоне НЭК является методика Patch, Drain and Wait. Первый этап, «Patch», включает в себя выполнение мини-лапаротомии для доступа к перфорации, поиск перфорации и ушивание перфоративного отверстия (как альтернатива наложению шва может быть использован фибриновый клей). Второй этап, «Drain», подразумевает установку силиконового дренажа для эвакуации патологического содержимого из брюшной полости. Третий этап «Wait» заключается в динамическом наблюдении за пациентом, проведении интенсивной терапии и решении вопроса о проведении радикального вмешательства [4, 26].

Не всегда состояние ребенка позволяет транспортировать его в операционную и провести хирургическое вмешательство в полном объеме. Для новорожденных с ОНМТ и ЭМНТ в критическом состоянии проводится операция лапароцентез и дренирование брюшной

полости в условиях палаты реанимации. В правой подвздошной области выполняется минимальный разрез, через который в брюшную полость проводится дренажная трубка. Некоторые авторы рекомендуют дополнять данное вмешательство проведением перитонеального лаважа. Дренирование брюшной полости позволяет снизить внутрибрюшное давление и удалить патологическое содержимое [4, 27].

ВЫВОДЫ

Новорожденные с НЭК требуют комплексного подхода, сочетающего современные методы диагностики и дифференцированную тактику лечения, включающую интенсивную терапию в ранние сроки, направленную на предотвращение развития некроза кишечника и перфорации, и своевременное принятие решение об экстренном оперативном вмешательстве на необратимых стадиях НЭК. Современные хирургические методики позволяют сохранить максимально возможную длину кишечника новорожденного даже при быстро прогрессирующих формах НЭК, профилируя развитие синдрома короткой кишки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Детская хирургия: национальное руководство / под редакцией А.Ю. Разумовского. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 1280 с.
2. Scheese D.J. New insights into the pathogenesis of necrotizing enterocolitis and the dawn of potential therapeutics / D.J. Scheese, C.P. Sodhi, D.J. Hackam // *Seminars in pediatric surgery*. – 2023. – Vol. 32, № 3. – P. 151309.
3. Диагностика и лечение некротического энтероколита недоношенных / Ю.И. Кучеров, Ю.В. Жиркова, Т.Н. Шишкина [и др.] // *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. – 2014. – Т. 59, № 6. – С. 18-24.
4. Новые хирургические стратегии лечения некротизирующего энтероколита у новорожденных / Ю.А. Козлов, В.А. Новожилов, К.А. Ковальков // *Анналы хирургии*. – 2015. – № 5. – С. 24-30.
5. Risk factors for necrotizing enterocolitis in neonates: a systematic review of prognostic studies / N. Samuels, R.A. van de Graaf, R.C.J. de Jonge [et al.] // *BMC pediatrics*. – 2017. – Vol. 17. – P. 1-9.
6. Lamireau N. Risk factors associated with necrotizing enterocolitis in preterm infants: A case-control study / N. Lamireau, E. Greiner, J.M. Hascoët // *Archives de Pédiatrie*. – 2023. – Vol. 30, № 7. – P. 477-482.
7. Neu J. Pathogenesis of NEC: impact of an altered intestinal microbiome / J. Neu, M. Pammi // *Seminars in perinatology*. – 2017. – Vol. 41, № 1. – P. 29-35.
8. Cytomegalovirus and other common enteric viruses are not commonly associated with NEC / T. Skeath, C. Stewart, S. Waugh [et al.] // *Acta Paediatrica*. – 2016. – Vol. 105, № 1. – P. 50-52.
9. Walsh M.C. Necrotizing enterocolitis: treatment based on staging criteria / M.C. Walsh, R.M. Kliegman // *Pediatric Clinics of North America*. – 1986. – Vol. 33, № 1. – P. 179-201.
10. Abdominal ultrasound should become part of standard care for early diagnosis and management of necrotising enterocolitis: a narrative review / J. van Druten, M. Khashu, S.S. Chan [et al.] // *Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition*. – 2019. – Vol. 104, № 5. – P. F551-F559.
11. Garg B.D. Biomarkers of necrotizing enterocolitis: a review of literature / B.D. Garg, D. Sharma, A. Bansal // *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. – 2018. – Vol. 31, № 22. – P. 3051-3064.
12. Nutritional management of the critically ill neonate: a position paper of the ESPGHAN committee on nutrition / S.J. Moltu, J. Bronsky, N. Embleton [et al.] // *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*. – 2021. – Vol. 73, № 2. – P. 274-289.
13. Antibiotics in the medical and surgical treatment of necrotizing enterocolitis. A systematic review / E.M. Gill, K. Jung, N. Qvist, M.B. Ellebæk // *BMC pediatrics*. – 2022. – Vol. 22, № 1. – P. 66.
14. Pammi M. Pentoxifylline for treatment of sepsis and necrotising enterocolitis in neonates / M. Pammi, K.N. Haque // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2023. – № 6.
15. Heparin-binding EGF-like growth factor (HB-EGF) therapy for intestinal injury: application and future prospects / J. Yang, Y. Su, Y. Zhou, G.E. Besner // *Pathophysiology*. – 2014. – Vol. 21, № 1. – P. 95-104.
16. Sun L. Low-dose cyclooxygenase-2 (COX-2) inhibitor celecoxib plays a protective role in the rat model of neonatal necrotizing enterocolitis / L. Sun // *Bioengineered*. – 2021. – Vol. 12, № 1. – P. 7223-7234.
17. Scheese D.J. New insights into the pathogenesis of necrotizing enterocolitis and the dawn of potential therapeutics / D.J. Scheese, C.P. Sodhi, D.J. Hackam // *Seminars in pediatric surgery*. – 2023. – Vol. 32, № 3. – P. 151309.
18. Laparoscopy to assist surgical decisions related to necrotizing enterocolitis in preterm neonates / K.B.K. Knudsen, J. Thorup, T. Thumann [et al.] // *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*. – 2020. – Vol. 30, № 1. – P. 64-69.
19. Применение магнитно-компрессионного межкишечного анастомоза в лечении детей с энтеростомиями / Б.Н. Бисалиев, Н.А. Цап, А.Б. Тусупкалиев [и др.] // *Новости хирургии*. – 2020. – Т. 28, № 1. – С. 46-52.
20. Magnetic compression anastomosis for rectal atresia following necrotizing enterocolitis: A case report / S.Q. Liu, Q.F. Li, Y. Lv [et al.] // *Medicine*. – 2020. – Vol. 99, № 50. – P. e23613.
21. Аксельров М.А. Некротизирующий энтероколит: эскалация хирургических решений / М.А. Аксельров, Л.Д. Белоцерковцева, И.Н. Присуха // *Медицинский альманах*. – 2019. – № 5-6 (61). – С. 30-35.
22. Haricharan R.N. Primary anastomosis or ostomy in necrotizing enterocolitis? / R.N. Haricharan, J.P. Gallimore, A. Nasr // *Pediatric surgery international*. – 2017. – Vol. 33. – P. 1139-1145.
23. STAT trial: stoma or intestinal anastomosis for necrotizing enterocolitis: a multicentre randomized controlled trial / S. Eaton, N. Ganji, M. Thyoka [et al.] // *Pediatric Surgery International*. – 2024. – Vol. 40, № 1. – P. 279.
24. The clip and drop back technique in the management of multifocal necrotizing enterocolitis: a single centre experience / K.K.Y. Pang, N.S.Y. Chao, B.P.Y. Wong [et al.] // *European Journal of Pediatric Surgery*. – 2012. – Vol. 22, № 1. – P. 085-090.

25. Bawazir O.A. A Modified Clip-and-drop Technique Using LigaSure Device in the Management of Multifocal Necrotizing Enterocolitis / O.A. Bawazir, O.M. Baajlan //Journal of Clinical Neonatology. – 2025. – Vol. 14, № 1. – P. 15-19.
26. Surgical Options in Necrotizing Enterocolitis / M. Duci, G. Verlato, L. Moschino [et al.] // EC Paediatrics. – 2021. – Vol. 10. – P. 105-111.
27. Efficacy of peritoneal drainage in very-low-birth-weight neonates with Bell's stage II necrotizing enterocolitis: A single-center retrospective study / Y. Shen, Y. Lin, Y.F. Fang [et al.] // World Journal of Gastrointestinal Surgery. – 2023. – Vol. 15, № 7. – P. 1416.

Сведения об авторах

А.Н. Криворучко – студент

А.Е. Слукина* – студент

Н.А. Цап – доктор медицинских наук, профессор

Information about the authors

A.N. Krivoruchko – Student

A.E. Slukina – Student

N.A. Tsap – Doctor of Sciences (Medicine), Professor

***Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):**

anast.slukina@gmail.com

УДК: 617-089.844

ПРИНЦИПЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ

Мазитов Дамир Маратович, Арбеков Петр Владимирович

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации

Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

Введение. Лечение огнестрельных переломов длинных костей является серьезной проблемой для военной и гражданской хирургии, связанное с высокоэнергетическими повреждениями костей и мягких тканей, что требует комплексного подхода к лечению. Такие травмы сопровождаются высоким риском инфекционных осложнений, нарушением консолидации и длительным периодом реабилитации. **Цель исследования** – обобщить современные принципы хирургического лечения огнестрельных переломов, включая первичную хирургическую обработку, методы фиксации, антибактериальную терапию и применение современных технологий, таких как Negative Pressure Wound Therapy (NPWT). **Материал и методы.** Обзор научных публикаций, посвященных принципам хирургического лечения огнестрельных переломов длинных костей конечностей. **Результаты.** Результаты показали, что успешное лечение огнестрельных переломов требует мультидисциплинарного подхода, включающего раннюю диагностику, адекватную первичную хирургическую обработку, жесткую фиксацию и своевременную антибактериальную терапию. Применение NPWT значительно улучшает заживление ран и снижает риск инфекционных осложнений. **Выводы.** Хирургическое лечение огнестрельных переломов длинных костей остается одной из наиболее сложных задач в травматологии и ортопедии. Это связано с высокой энергией повреждения, которая приводит не только к перелому кости, но и к обширному повреждению мягких тканей, сосудов и нервов. Современные подходы к лечению таких повреждений требуют комплексного и поэтапного подхода, начиная с первоначальной оценки тяжести ранения и заканчивая реабилитацией пациента.

Ключевые слова: огнестрельные переломы, первичная хирургическая обработка, инфекционные осложнения, NPWT.

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR PROCESSING AND ANALYSIS OF SURGICAL VIDEOS

Mazitov Damir Maratovich, Arbekov Petr Vladimirovich

Military Medical Academy named after S.M. Kirov

Saint Petersburg, Russia

Abstract

Introduction. The treatment of gunshot fractures of long bones is a significant challenge for both military and civilian surgery due to the high-energy damage to bones and soft tissues, which requires a comprehensive approach. Such injuries are associated with a high risk of infectious complications, impaired bone healing, and prolonged rehabilitation. **The aim of this study** is to summarize modern principles of surgical treatment of gunshot fractures, including primary surgical debridement, fixation methods, antibiotic therapy, and the use of advanced technologies such as Negative Pressure Wound Therapy (NPWT). **Material and methods.** A review of scientific publications focusing on the principles of surgical treatment of gunshot fractures of long bones was conducted. **Results.** The results demonstrated that successful treatment