Детская рентгенология | Pediatric radiology

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-1492

Оценка информативности ультразвуковой диагностики для определения объема гемоперитонеума у детей

© **Пикало И.А.[1]*, Подкаменев В.В.[1], Карабинская О.А.[1], Марченко Д.В.[1], Акудович Н.В.[1], Михайлов Н.И.[2], Шарапов И.С.[2]**

[1] ФГБОУ ВО "Иркутский государственный медицинский университет" Минздрава России; 664003 Иркутск, ул. Красного Восстания, д. 1, Российская Федерация

[2] ОГАУЗ "Городская Ивано-Матренинская детская клиническая больница"; 664047 Иркутск, ул. Советская, д. 57, Российская Федерация

В области детской травмы вопрос оптимального подхода к диагностике объема гемоперитонеума и расчета кровопотери при повреждениях органов брюшной полости имеет важную клиническую значимость.

Цель исследования: разработать способ ультразвуковой диагностики для точного определения объема свободной жидкости в брюшной полости и изучить его информативность у детей с гемоперитонеумом.

Материал и методы. Для расчета объема свободной жидкости при эхосонографии проведен эксперимент на кадаверном материале (10 пострадавших). Для моделирования гидроперитонеума в эпигастральной области устанавливали дренаж, через который порционно вводился изотонический раствор. В дальнейшем проводились УЗИ и расчет поправочных коэффициентов. Оценка информативности метода ультразвуковой диагностики выполнена на основании результатов одномоментного анализа 47 историй болезни пациентов с разрывом селезенки и гемоперитонеумом, находившихся на лечении в период с января 1997 г. по сентябрь 2009 г.

Результаты. В эксперименте на кадаверном материале при сравнении между истинным объемом и полученным объемом по данным эхосонографии выявлена значимая (p = 0,008) разница 400 (100; 600) мл и 139 (21; 355) мл соответственно. Для оптимизации подсчета объема свободной жидкости по данным УЗИ были рассчитаны поправочные коэффициенты, которые составили 2,36 при малом гидроперитонеуме (до 11 мл/кг), 1,37 при умеренном (11–22 мл/кг) и 1,04 при большом (более 22 мл/кг). В клинической группе проведена оценка информативности эхосонографии с использованием полученных коэффициентов и площади поверхности тела. Выявлено, что полученная формула обладает высокими диагностическими тестами (чувствительность 93–100%; специфичность 88,2–97,7%) для истинного расчета объема гемоперитонеума у детей.

Заключение. У детей при выполнении абдоминальной эхосонографии с использованием поправочных коэффициентов можно с высокой точностью рассчитать истинный объем излившейся крови, что необходимо для оценки кровопотери. Полученные результаты позволяют внести вклад в оптимизацию диагностических процедур и улучшить наше понимание в оценке точного объема гемоперитонеума в контексте повреждений органов брюшной полости.

Ключевые слова: тупая травма живота; дети; гемоперитонеум; ультразвуковая диагностика

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Пикало И.А., Подкаменев В.В., Карабинская О.А., Марченко Д.В., Акудович Н.В., Михайлов Н.И., Шарапов И.С. Оценка информативности ультразвуковой диагностики для определения объема гемоперитонеума у детей. *Медицинская визуализация.* 2025; 29 (2): 108–115.
https://doi.org/10.24835/1607-0763-1492

Поступила в редакцию: 05.07.2024. **Принята к печати:** 11.10.2024. **Опубликована online:** 17.01.2025.

Assessment of the informativeness of ultrasonography for determination of the volume of hemoperitoneum in children

© Ilia A. Pikalo[1]*, Vladimir V. Podkamenev[1], Olga A. Karabinskaya[1], Dmitri V. Marchenko[1], Natalya V. Akudovich[1], Nikolai I. Mikhailov[2], Ivan S. Sharapov[2]

[1] Irkutsk State Medical University; 1, Krasnogo Vosstaniya str., Irkutsk 664003, Russian Federation

[2] Ivano-Matreninskaya City Children Clinical Hospital; 57, Sovetskaya str., Irkutsk 664047, Russian Federation

In the field of pediatric trauma, the question of the optimal approach to diagnosing the volume of hemoperitoneum and calculating blood loss in injuries to the abdominal organs is of important clinical significance.

Aim. To develop an ultrasound diagnostic method to accurately determine the volume of free fluid in the abdominal cavity and study its informative value in children with hemoperitoneum.

Material and methods. To calculate the volume of free fluid during echosonography, an experiment was conducted on cadaver material (10 victims). To simulate hydroperitoneum, a drainage was installed in the epigastrium using a puncture method, through which an isotonic solution was injected into the peritoneal cavity in portions. Subsequently, ultrasound was performed and correction factors were calculated. The assessment of the informativeness of the ultrasound diagnostic method was carried out based on the results of a one-time analysis of 47 case histories of patients with splenic rupture and hemoperitoneum who were treated from January 1997 to September 2009.

Results. In an experiment on cadaver material, a comparison between the true volume and the obtained volume according to echosonography revealed a significant ($p = 0.008$) difference of 400 (100; 600) ml and 139 (21; 355) ml, respectively. To optimize the calculation of the volume of free fluid according to ultrasound data, correction factors were calculated, which were 2.36 for low hydroperitoneum (up to 11 ml/kg); 1.37 for moderate (11–22 ml/kg) and 1.04 for large (more than 22 ml/kg). In the clinical group, the information content of ultrasound was assessed using the obtained correction factors and body surface area. It was revealed that the resulting formula has high diagnostic tests (sensitivity 93–100%; specificity 88.2–97.7%) for the true calculation of hemoperitoneum volume in children.

Conclusion. In children, when performing abdominal echosonography using correction factors, it is possible to calculate with high accuracy the true volume of bloodshed, which is necessary for assessing blood loss. Our results allow us to contribute to the optimization of diagnostic procedures and improve our understanding in assessing the exact volume of hemoperitoneum in the context of abdominal injuries.

Keywords: blunt abdominal trauma; children; hemoperitoneum; ultrasound diagnostics

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Pikalo I.A., Podkamenev V.V., Karabinskaya O.A., Marchenko D.V., Akudovich N.V., Mikhailov N.I., Sharapov I.S. Assessment of the informativeness of ultrasonography for determination of the volume of hemoperitoneum in children. *Medical Visualization.* 2025; 29 (2): 108–115. https://doi.org/10.24835/1607-0763-1492

Received: 05.07.2024. **Accepted for publication:** 11.10.2024. **Published online:** 17.01.2025.

Введение

Травматические повреждения паренхиматозных органов брюшной полости у детей закономерно сопровождаются гемоперитонеумом (ГП) [1–3]. Компьютерная томография (КТ) с контрастированием является “золотым стандартом” для установки окончательного диагноза и подсчета объема ГП при тупой травме живота благодаря ее высокой точности [4, 5]. Современные методы лучевой диагностики позволяют рассчитать анатомические шкалы тяжести травмы, что способствует разработке оптимального плана лечения и минимизации рисков осложнений для пациента. При оценке кровопотери в динамике требуются неоднократные диагностические исследования изменения объема ГП. Однако при множественных облучениях у детей увеличивается риск онкологии в течение жизни [6]. Так, при проведении КТ-исследований из 10 000 детей ожидается, что у 1–2 из них в последующие 12 лет разовьются злокачественные гематологические новообразования, связанные с радиационным воздействием [7]. По данным научной литературы известно, что воздействие облучения может вызывать сложные хромосомные повреждения у детей, приводящие к риску дальнейших мутаций [8]. Учитывая недостатки ионизирующего излучения, необходимо более

осторожно назначать повторные КТ-исследования при травме у детей. В этом плане ультразвуковое исследование (УЗИ) представляет собой безопасную и эффективную альтернативу КТ для диагностики у детей [9–11]. При анализе последних публикаций выявлено, что для определения наличия или отсутствия свободной жидкости в полости брюшины эхосонография имеет высокую специфичность 94–99% и неопределенную чувствительность 33,3–95% [12–16]. Нами обнаружены единичные работы, посвященные подсчету объема ГП при УЗИ, однако в них не проводился анализ его диагностической информативности [17, 18].

Учитывая вышеперечисленное, актуальным является разработка способа для точного расчета объема ГП методом эхосонографии.

Цель исследования: разработать способ ультразвуковой диагностики (УЗД) для определения объема свободной жидкости в брюшной полости и изучить его информативность у детей с ГП.

Материал и методы

Доклиническое исследование. Для расчета объема свободной жидкости при эхосонографии создана экспериментальная модель гидроперитонеума на кадаверном материале. Критерии включения: 1-е сутки биологической смерти; отсутствие рубцов на передней брюшной стенке; отсутствие перед экспериментальным моделированием свободной жидкости по данным абдоминальной эхосонографии. Критериям включения соответствовало 10 пострадавших. Доклиническое исследование проведено на базе ГБУЗ “Иркутское областное бюро судебно-медицинской экспертизы”.

УЗИ осуществлялось аппаратом EDAN-U50 (Китай, 2018 г.), использовали конвексный датчик с частотой 3,5 МГц.

Для моделирования гидроперитонеума в эпигастральной области устанавливали дренаж размером 12–14 FR. Порционно через дренаж по 50 мл в полость брюшины вводился изотонический раствор объемом до 2000 мл.

Для ультразвукового сканирования брюшной полости использовали FAST-протокол [19]. При подсчете объема измеряли свободную жидкость в выявленных анатомических областях. В поперечном сечении измеряли ширину (ш) и толщину (т), а в сагиттальном срезе длину (д) свободной жидкости. Рассчитывали объем по формуле для эллипсоида:

$$V = 4/3\pi R1R2R3 = 4/3\pi\ (ш \times т \times д)/2 \approx ш \times т \times д \times 0{,}523.$$

Клинический раздел исследования. Оценка информативности метода УЗД выполнена на основании результатов одномоментного анализа историй болезни пациентов с разрывом селезенки и ГП, находившихся на лечении в Городской Ивано-Матренинской детской клинической больнице г. Иркутска в период с января 1997 г. по сентябрь 2009 г. Критерий включения: травма селезенки с ГП; лапароскопический метод лечения. Критерию включения соответствовало 47 пациентов. Объем ГП, измеренный во время операции, использовали в качестве референтного стандарта. Данные об объеме ГП, полученные при эхосонографии, сопоставляли с данными, полученными во время хирургического лечения. УЗИ проводили непосредственно перед оперативным лечением. В 91,5% (n = 43) случаев дети были прооперированы в первые 12 ч от момента получения травмы, при этом интраоперационно не отмечалось наличия кровяных сгустков.

Мальчиков наблюдалось в 3,7 раза больше, чем девочек (78,7 и 21,3% соответственно). Возраст пострадавших составил 10 (7; 13) лет. Для расчета диагностических тестов пациенты были разделены на 3 группы:

1-я группа (n = 31) – объем ГП до 11 мл/кг массы тела, что соответствовало I степени кровопотери (менее 15% объема циркулирующей крови (ОЦК));

2-я группа (n = 12) – объем ГП от 11 до 22 мл/кг массы тела, что соответствовало II степени кровопотери (от 15 до 30% ОЦК);

3-я группа (n = 4) – объем ГП более 22 мл/кг массы тела, что соответствовало III–IV степени кровопотери (более 30% ОЦК).

Для определения площади поверхности тела (ППТ) использовали формулу, предложенную G.B. Haycock [20]:

$$ППТ, м^2 = 0{,}024265 \times массу\ тела\ (кг)\ 0{,}5378 \times \times рост\ (см)\ 0{,}3964.$$

Статистическую обработку данных проводили с помощью программ Statistica 10.1, MedCalc® statistical software. Выборки данных проверяли на соответствие закону нормального распределения. Результаты представляли медианой (Me) с указанием первого (25-го) и третьего (75-го) квартиля вариационного ряда. Статистическая значимость различий между изучаемыми группами оценивалась с помощью критерия Манна–Уитни. За доверительную значимость принята величина $p < 0{,}05$. Для оценки диагностических тестов использовали четырехпольные таблицы.

Исследование было одобрено 15 ноября 2019 г. локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО “Иркутский государственный медицинский университет” Минздрава России, протокол №3. Для

исследования на кадаверном материале руководствовались требованиями, изложенными в Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации – эксперимент был спланирован на основе углубленного изучения проблемы по данным литературы; экспериментальное моделирование ГП было тщательно обосновано и направлено на получение новых результатов, недостижимых другими методами.

Результаты исследования

В эксперименте на кадаверном материале при анализе введенного объема изотонической жидкости и данных, полученных при УЗД с использованием формулы для эллипсоида, выявлена значимая (p = 0,008) разница 400 (100; 600) мл и 139 (21; 355) мл соответственно (рис. 1).

Для получения детальных параметров гидроперитонеума при УЗИ данные введенной жидкости были разделены на малый (до 11 мл/кг), умеренный (11–22 мл/кг) и большой (более 22 мл/кг) объем. Для оптимизации подсчета объема свободной жидкости по данным УЗИ полученные показатели умножались на ППТ, м^2.

В табл. 1 представлен расчет коэффициентов между введенным объемом свободной жидкости и объемом, полученным при УЗД.

Как видно из табл. 1, чем больше объем гидроперитонеума, тем точнее он определяется по данным УЗИ с использованием формулы для эллипсоида, умноженной на ППТ.

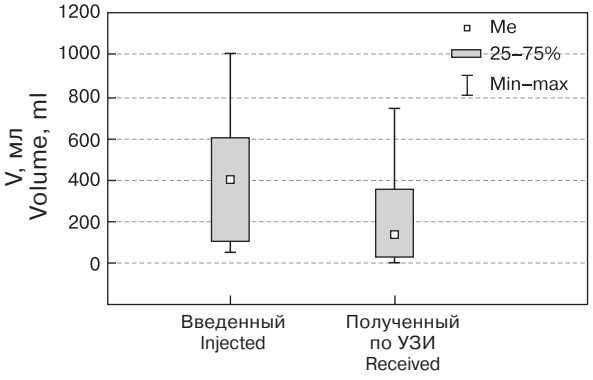

Рис. 1. Сравнительный анализ объема введенной и полученной жидкости.

Fig. 1. Comparative analysis of the volume of injected and received fluid.

При малых объемах (до 11 мл/кг) целесообразно использовать поправочный коэффициент 2,36; при средних объемах (11–22 мл/кг) – 1,37; при больших объемах (более 22 мл/кг) – 1,04. Авторами получен патент № 2830196 C1 РФ, МПК A61B 8/00 “Способ определения объема свободной жидкости в брюшной полости”: заявка № 2023135190 от 25.12.2023: опубликован 14.11.2024.

В группе клинического исследования у всех пациентов проведен перерасчет объема ГП при эхосонографии с использованием полученной формулы:

Таблица 1. Расчет поправочных коэффициентов для определения объема свободной жидкости в брюшной полости по данным УЗИ

Table 1. Calculation of correction factors for determining the volume of free fluid in the abdominal cavity according to ultrasound data

Параметры Parameters	Всего Overall	⩽11 мл/кг ⩽11 ml/kg	11–22 мл/кг 11–22 ml/kg	⩾22 мл/кг ⩾22 ml/kg
Объем введенной жидкости, мл Volume of injected liquid, ml	400 (100; 600)	150 (100; 300)	550 (400; 700)	800 (600; 1000)
Объем жидкости по данным УЗИ, (V УЗИ), мл Volume of fluid according to ultrasound data (V ultrasound), ml	139 (21; 355)	31 (6; 125)	209 (142.6; 490)	419 (359; 545)
ППТ, м^2 BSA, m^2	2.15 (1.6; 2.16)	2.15 (1.7; 2.16)	1.87 (1.37; 2.16)	1.87 (1.4; 2.15)
Объем (УЗИ) • ППТ Volume (ultrasound) • BSA	225 (29.12;618.8)	66.6 (10.2;212.5)	224.7 (143.8;362.9)	759.2 (624; 963.2)
Коэффициент* Coefficient*	1.65 (0.98;2.85)	2.36 (1.0; 9.8)	1.37 (0.66; 2.47)	1.04 (0.96;1.07)

* Коэффициент рассчитан по формуле: Объем (V) введенной жидкости / V (УЗИ) • ППТ.

* The coefficient is calculated using the formula: Volume of injected liquid / V ultrasound • BSA.

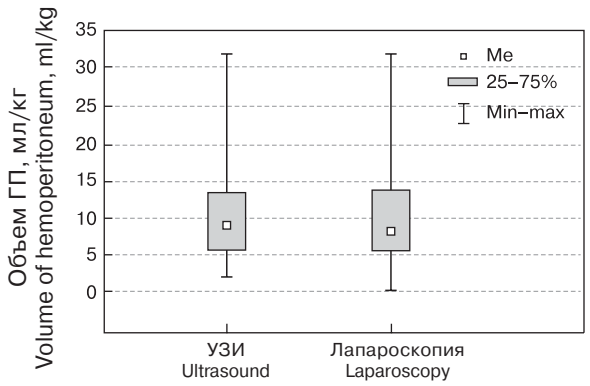

Рис. 2. Сравнительный анализ объема ГП по данным УЗИ и лапароскопии.

Fig. 2. Comparative analysis of the volume of hemoperitoneum according to ultrasound and laparoscopy.

$$V\ (мл) = V\ (УЗИ) \times ППТ \times K,$$

где V – объем ГП в мл; V (УЗИ) – объем свободной жидкости, полученный по формуле для эллипсоида; ППТ – площадь поверхности тела; K – коэффициент.

Объем крови в полости брюшины, полученный при эхосонографии, равнялся 280 (200; 400) мл и был сопоставим с объемом, полученным во время операции, 250 (200; 400) мл. При этом кровопотеря по данным лапароскопии в 91,5% соответствовала I–II степени тяжести и не превышала 22 мл/кг массы тела. У 3 (6,4%) детей кровопотеря от ОЦК составила в диапазоне 36–38%, или 25–27 мл/кг массы тела, что соответствовало III степени тяжести. У одного ребенка (2,1%) кровопотеря от ОЦК составила 42,5%, или 32 мл/кг массы тела, что соответствовало IV степени тяжести.

Медиана объема ГП на массу тела ребенка при эхосонографии составила 9,3 (6; 13,5) мл/кг, при этом не выявлено статистически значимых различий между объемом излившейся крови на массу тела пациента, полученной во время лапароскопии, – 8,3 (5,9; 14) мл/кг (p = 0,71) (рис. 2).

Результаты расчета информативности абдоминальной эхосонографии с использованием полученных коэффициентов и ППТ пациента в определении точных объемов ГП при разрывах селезенки у детей представлены в табл. 2.

УЗИ брюшной полости с использованием ППТ и поправочных коэффициентов обладает высокими диагностическими тестами (чувствительность 93–100%; специфичность 88,2–97,7%) для истинного расчета объема ГП.

Таким образом, у детей при выполнении абдоминальной эхосонографии с использованием поправочных коэффициентов можно с большой вероятностью рассчитать истинный объем ГП, оценить кровопотерю и в динамике выявить продолжающееся или отсроченное кровотечение.

Обсуждение

Впервые метод для количественной оценки ГП при эхосонографии был предложен M.M. Knudson и соавт. (1990), который до настоящего времени широко используется при абдоминальной травме. Метод основан на обнаружении крови в восьми различных внутрибрюшных областях [21]. Дальнейшие исследования российских ученых в определении объема ГП также в своей основе имели ори-

Таблица 2. Диагностические характеристики УЗД в оценке объемов ГП с использованием поправочных коэффициентов

Table 2. Diagnostic characteristics of ultrasound in assessing hemoperitoneum volumes using correction factors

Тестовые характеристики Test characteristics	Гемоперитонеум / Hemoperitoneum		
	⩽11 мл/кг ⩽11 ml/kg	11–22 мл/кг 11–22 ml/kg	⩾22 мл/кг ⩾22 ml/kg
Чувствительность Sensitivity	93.5% (78–99)	93% (66.1–99)	100% (40–100)
Специфичность Specificity	88.2% (64–98.5)	96.9% (84–100)	97.7% (88–100)
Прогностическая ценность положительного результата Positive predictive values	93.5% (78–98.1)	92.9% (65.2–98.9)	80% (36.6–96.5)
Прогностическая ценность отрицательного результата Negative predictive values	88.2% (66–96.7)	96.9% (83–99.5)	100% (92–100)
Точность Accuracy	91.5% (79.6–97.6)	95.7% (85.5–99.5)	97.9% (88.7–99.9)

ентир на скоплении крови в различных полостях брюшины [22–24]. Однако ГП имеет тенденцию к перемещению из одного анатомического пространства в другое в зависимости от ряда факторов:

– скопление крови зависит от положения человека. При вертикальном положении кровь визуализируется в дугласовом пространстве, при горизонтальном положении – в латеральных пространствах и кармане Моррисона;

– на перемещение ГП влияет наполнение внутренних органов. При полном мочевом пузыре кровь перемещается из малого таза в межпетлевое пространство и латеральные карманы. При наполнении полых органов на фоне пареза (патогенетически связан с раздражением брыжейки при ГП) кровь смещается из межпетлевого пространства и области передней брюшной стенки.

Указанные особенности перемещения ГП не позволяют точно оценить его объем в динамике при использовании анатомических ориентиров. Так, объем может переходить из большого ГП в умеренный и наоборот, при этом фактически он меняться не будет.

В экспериментальном исследовании на трупах P. Baque и соавт. (2005) выявили высокий коэффициент корреляции (r = 0,95) при обнаружении свободной жидкости в печеночно-почечном пространстве. При этом положение пациента горизонтальное. Однако минимально обнаруживаемый объем жидкости в брюшной полости составил 470 мл (95% ДИ 327–614 мл). При статистическом анализе установлено линейное уравнение для расчета объема свободной жидкости:

$$V\ (мл) = 33X + 470,$$

где X (мм) – толщина полоски свободной жидкости по данным эхосонографии в печеночно-почечном пространстве [25].

Предложенное уравнение точно для определения большого объема гидроперитонеума (более 470 мл), также эта формула рассчитана для взрослых пациентов (масса тела 62–80 кг, рост 166–180 см) и не может использоваться в полной мере у детей.

Для подсчета объема ГП используется формула для эллипсоида, которая установлена в ультразвуковых аппаратах. Формула основана на математическом моделировании жидкости как эллипсоида. При малом и умеренном объеме свободная жидкость не принимает форму эллипсоида, и использование этой формулы приводит к большой погрешности при измерении. Предложенные нами поправочные коэффициенты позволяют в значительной степени приблизить полученные объемы ГП по данным УЗИ к истинным.

Важное значение имеет время выполнения УЗИ при ГП. В связи с формированием в поздние сроки после травмы кровяных сгустков, трудно визуализируемых при эхосонографии, имеется высокая вероятность ложноотрицательных результатов, что значительно снижает чувствительность метода.

Заключение

На основании полученных результатов проведенного исследования можно сделать вывод, что ультразвуковая диагностика, как метод в определении объема ГП у детей, обладает хорошей информативностью. Разработанные поправочные коэффициенты позволяют улучшить точность расчета объема ГП, что делает данный способ более надежным и практичным в клинической практике. Точность и надежность предложенной формулы были подтверждены высокими диагностическими тестами, что подчеркивает значение данного подхода для диагностики объема ГП у детей.

Полученные результаты открывают новые перспективы для применения ультразвуковой диагностики в педиатрии и могут способствовать улучшению результатов лечения детей с абдоминальной травмой.

Участие авторов

Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Личный вклад каждого автора:

Пикало И.А. – обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, организация эксперимента, составление научной базы данных и ее анализ, написание текста статьи.

Подкаменев В.В. – разработка гипотезы и дизайна исследования, редактирование статьи.

Карабинская О.А., Марченко Д.В., Акудович Н.В. – сбор и анализ литературных источников, составление научной базы данных и ее анализ.

Михайлов Н.И., Шарапов И.С. – участие в эксперименте, диагностика объема гемоперитонеума.

Authors' participation

All authors made significant contributions to the conception, conduct of the study and preparation of the article, and read and approved the final version before publication. Personal contribution of each author:

Pikalo I.A. – review of the literature, collection and analysis of literary sources, organization of the experiment, compilation of a scientific database and its analysis, writing the text of the article.

Podkamenev V.V. – development of hypothesis and research design, editing of the article.

Karabinskaya O.A., Marchenko D.V., Akudovich N.V. – collection and analysis of literary sources, compilation of a scientific database and its analysis.

Mikhailov N.I., Sharapov I.S. – participation in the experiment, diagnostics of the volume of hemoperitoneum.

Список литературы [References]

1. Stottlemyre R.L., Notrica D.M., Cohen A.S. et al. Hemodilution in pediatric trauma: Defining the expected hemoglobin changes in patients with liver and/or spleen injury: An ATOMAC+ secondary analysis. *J. Pediatr. Surg*. 2023; 58 (2): 325–329. http://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2022.10.044
2. Stefanopol I.A., Danila D.M., Voda-Chelmu C. et al. Non-operative Management – The First Option in the Treatment of Blunt Liver and Spleen Trauma in Pediatric Patients. *Chirurgia (Bucur.)*. 2024; 119 (1): 65–75. http://doi.org/10.21614/chirurgia.2024.v.119.i.1.p.65
3. Basnet S., Pradhan A., Bade S. et al. Hemoperitoneum among Pediatric Abdominal Trauma Patients Visiting in Emergency Department of a Tertiary Care Centre: A Descriptive Cross-sectional study. *J. Nepal Med. Assoc*. 2023; 61 (257): 59–63. http://doi.org/10.31729/jnma.7520
4. Hassankhani A., Amoukhteh M., Jannatdoust P. et al. A systematic review and meta-analysis of incidental findings in computed tomography scans for pediatric trauma patients. *Clin. Imaging*. 2023; 103: 109981. http://doi.org/10.1016/j.clinimag.2023.109981
5. Cioffi S.P., Cimbanassi S., Chiara O. Blunt abdominal trauma: watch and wait. *Curr. Opin. Crit. Care*. 2023; 29 (6): 674–681. http://doi.org/10.1097/MCC.0000000000001095.
6. Hauptmann M., Byrnes G., Cardis E. et al. Brain cancer after radiation exposure from CT examinations of children and young adults: results from the EPI-CT cohort study. *Lancet Oncol*. 2023; 24 (1): 45–53. http://doi.org/10.1016/S1470-2045(22)00655-6
7. Bosch de Basea Gomez M., Thierry-Chef I., Harbron R. et al. Risk of hematological malignancies from CT radiation exposure in children, adolescents and young adults. *Nat. Med*. 2023; 29 (12): 3111–3119. http://doi.org/10.1038/s41591-023-02620-0
8. Ploussi A., Brountzos E., Rammos S. et al. Radiation Exposure in Pediatric Interventional Procedures. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2021; 44 (6): 857–865. http://doi.org/10.1007/s00270-020-02752-7.
9. Fornari M.J., Lawson S.L. Pediatric Blunt Abdominal Trauma and Point-of-Care Ultrasound. *Pediatr. Emerg. Care.* 2021; 37 (12): 624–629. http://doi.org/10.1097/PEC.0000000000002573
10. Breunig M., Chelf C., Kashiwagi D. Point-of-Care Ultrasound Psychomotor Learning Curves: A Systematic Review of the Literature. *J. Ultrasound Med*. 2024; Online ahead of print. http://doi.org/10.1002/jum.16477
11. Nti B.K., Benzoni N., Starr R. et al. Serial Trauma Abdominal Ultrasound in Children (STAUNCH): A Pilot Study. *Pediatr. Emerg. Care*. 2024; Epub ahead of print. http://doi.org/10.1097/PEC.0000000000003208
12. Kim T.A., Kwon J., Kang B.H. Accuracy of Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST) in Blunt Abdominal Trauma. *Emerg. Med. Int*. 2022; 2022: 8290339. http://doi.org/10.1155/2022/8290339
13. Bouzid D., Tran-Dinh A., Lortat-Jacob B. et al.; Bichat stab wounds injury study group. Ultrasonography in thoracic and abdominal stab wound injury: results from the FETTHA study. *Emerg. Med. J*. 2023; 40 (12): 821–825. http://doi.org/10.1136/emermed-2023-213078
14. Leo M.M., Potter I.Y., Zahiri M. et al. Using Deep Learning to Detect the Presence and Location of Hemoperitoneum on the Focused Assessment with Sonography in Trauma (FAST) Examination in Adults. *J. Digit. Imaging*. 2023; 36 (5): 2035–2050. http://doi.org/10.1007/s10278-023-00845-6
15. Jensen L.R., Possfelt-Møller E., Nielsen A.E. et al. Accuracy of FAST in detecting intraabdominal bleeding in major trauma with pelvic and/or acetabular fractures: a retrospective cohort study. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 2024; 34 (3): 1479–1486. http://doi.org/10.1007/s00590-023-03813-6
16. Lin K.T., Lin Z.Y., Huang C.C. et al. Prehospital ultrasound scanning for abdominal free fluid detection in trauma patients: a systematic review and meta-analysis. *BMC Emerg. Med*. 2024; 24 (1): 7. http://doi.org/10.1186/s12873-023-00919-2
17. Анастасов А.Г., Щербинин А.В., Зубрилова Е.Г. Внутрибрюшное кровотечение/шок и особенности гомеостаза у детей с изолированной тупой травмой живота, разрывом селезенки. *Военная и тактическая медицина, медицина неотложных состояний*. 2022; 1 (3): 35–38. http://doi.org/10.55359/u0344-4105-0080-k
Anastasov A.G., Shcherbinin A.V., Zubrilova E.G. Intra-abdominal bleeding/shock and features of homeostasis in children with isolated blunt abdominal trauma and splenic rupture. *Military and Tactical Medicine, Emergency Medicine*. 2022; 1 (3): 35–38. http://doi.org/10.55359/u0344-4105-0080-k (In Russian)
18. Katsura M., Fukuma S., Kuriyama A. et al. Association between contrast extravasation on computed tomography scans and pseudoaneurysm formation in pediatric blunt splenic and hepatic injury: A multi-institutional observational study. *J. Pediatr. Surg*. 2020; 55 (4): 681–687. http://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2019.07.005
19. Savoia P., Jayanthi S.K., Chammas M.C. Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST). *J. Med. Ultrasound*. 2023; 31 (2): 101–106. http://doi.org/10.4103/jmu.jmu_12_23
20. Alvear-Vasquez F., Vidal-Espinoza R., Gomez-Campos R. et al. Body surface area is a predictor of maturity status in school children and adolescents. *BMC Pediatr.* 2023; 23 (1): 410. http://doi.org/10.1186/s12887-023-04222-8
21. Knudson M.M., Lim Jr R.C., Oakes D.D., Jeffrey Jr R.B. Nonoperative management of blunt liver injuries in adults: the need for continued surveillance. *J. Trauma*. 1990; 30 (12): 1494–1500. http://doi.org/10.1097/00005373-199012000-00009
22. Цап Н.А., Комарова С.Ю., Огарков И.П., Чукреев В.И. Диагностическое и тактическое значение экстренной и динамической ультрасонографии при абдоминальной травме у детей. *Вестник Уральской медицинской академической науки*. 2010; 31 (3): 55–59.
Tsap N.A., Komarova S.U., Ogarkov I.P., Chukreev V.I. The diagnostic and tactical significance of emergency and dinamic ultrasonography in case of the abdominal trauma in children. *Journal of Ural Medical Academic Science*. 2010; 31 (3): 55–59 (In Russian)
23. Апарцин К.А., Беляева О.А., Григорьев Е.Г., Ольхова Е.Б., Пикало И.А., Подкаменев В.В., Розинов В.М. Травма селезенки. В кн.: Абдоминальные

травмы у детей / Под ред. В.В. Подкаменева, В.М. Розинова, Е.Г. Григорьева, Ю.А. Козлова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019: 72–120.
Apartsin K.A., Belyaeva O.A., Grigoriev E.G. et al. Spleen injury. In: Abdominal injuries in children / Podkamenev V.V., Rozinov V.M., Grigoriev E.G., Kozlov Yu.A. (eds). M.: GEOTAR-Media; 2019: 72–120 (In Russian)
24. Горелик А.Л., Карасева О.В. Тактика хирурга при травме селезенки у детей. *Opinion Leader.* 2019; 20 (2): 52–57.
Gorelik A.L., Karaseva O.V. Surgeon's tactics for splenic injury in children. *Opinion Leader*. 2019; 20 (2): 52–57 (In Russian)
25. Baqué P., Iannelli A., Dausse F. et al. A new method to approach exact hemoperitoneum volume in a splenic trauma model using ultrasonography. *Surg. Radiol. Anat.* 2005; 27 (3): 249–253. http://doi.org/10.1007/s00276-004-0307-2

Для корреспонденции*: Пикало Илья Андреевич – e-mail: pikalodoc@mail.ru

Пикало Илья Андреевич – канд. мед. наук, заведующий кафедрой симуляционных технологий и экстренной медицинской помощи ФГБОУ ВО "Иркутский государственный медицинский университет" Минздрава России, Иркутск. https://orcid.org/0000-0002-2494-2735

Подкаменев Владимир Владимирович – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры симуляционных технологий и экстренной медицинской помощи ФГБОУ ВО "Иркутский государственный медицинский университет" Минздрава России, Иркутск. https://orcid.org/0000-0003-0885-0563

Карабинская Ольга Арнольдовна – канд. мед. наук, ассистент кафедры симуляционных технологий и экстренной медицинской помощи ФГБОУ ВО "Иркутский государственный медицинский университет" Минздрава России, Иркутск. https://orcid.org/0000-0002-0080-1292

Марченко Дмитрий Владимирович – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры симуляционных технологий и экстренной медицинской помощи ФГБОУ ВО "Иркутский государственный медицинский университет" Минздрава России, Иркутск. https://orcid.org/0009-0008-9950-9208

Акудович Наталья Витальевна – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры симуляционных технологий и экстренной медицинской помощи ФГБОУ ВО "Иркутский государственный медицинский университет" Минздрава России, Иркутск. https://orcid.org/0000-0003-2790-6681

Михайлов Николай Иванович – канд. мед. наук, заведующий отделением эндоскопии и ультразвуковой диагностики ОГАУЗ "Городская Ивано-Матренинская детская клиническая больница", Иркутск. https://orcid.org/0000-0002-7428-3520

Шарапов Иван Сергеевич – врач ультразвуковой диагностики отделения эндоскопии и ультразвуковой диагностики ОГАУЗ "Городская Ивано-Матренинская детская клиническая больница", Иркутск. https://orcid.org/0009-0003-7516-7753

Contact*: Ilia A. Pikalo – e-mail: pikalodoc@mail.ru

Ilia A. Pikalo – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Simulation Technologies and Emergency Medical Care Irkutsk State Medical University, Irkutsk. https://orcid.org/0000-0002-2494-2735.

Vladimir V. Podkamenev – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Simulation Technologies and Emergency Medical Care Irkutsk State Medical University, Irkutsk. https://orcid.org/0000-0003-0885-0563

Ol'ga A. Karabinskaya – Cand. of Sci. (Med.), Assistant of the Department of Simulation Technologies and Emergency Medical Care Irkutsk State Medical University, Irkutsk. https://orcid.org/0000-0002-0080-1292

Dmitri V. Marchenko – Cand. of Sci. (Med.), Assistant professor of the Department of Simulation Technologies and Emergency Medical Care Irkutsk State Medical University, Irkutsk. https://orcid.org/0009-0008-9950-9208

Natalya V. Akudovich – Cand. of Sci. (Med.), Assistant professor of the Department of Simulation Technologies and Emergency Medical Care Irkutsk State Medical University, Irkutsk. https://orcid.org/0000-0003-2790-6681

Nikolai I. Mikhailov – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Endoscopy and Ultrasound Diagnostics, Ivano-Matreninsky City Children Clinical Hospital, Irkutsk. https://orcid.org/0000-0002-7428-3520.

Ivan S. Sharapov – ultrasound diagnosis doctor of the Department of Endoscopy and Ultrasound Diagnostics Ivano-Matreninsky City Children Clinical Hospital, Irkutsk. https://orcid.org/0009-0003-7516-7753