

ОСОБЕННОСТИ ТРАВМАТИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ У ДЕТЕЙ И ФАКТОРЫ, ИХ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

© Ирина Викторовна Савченко¹, Татьяна Сергеевна Автомонова¹,
Максим Сергеевич Мартинен^{1,2}

¹ Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова. 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8

² Областная детская клиническая больница. 195009, Санкт-Петербург, ул. Комсомола, д. 6

Контактная информация: Ирина Викторовна Савченко — студентка 6 курса. E-mail: info@lspbmgmu.ru, cord_lert@outlook.com

Поступила: 12.04.2021

Одобрена: 11.05.2021

Принята к печати: 22.06.2021

РЕЗЮМЕ: Детский травматизм, как одна из главных причин гибели детей во всем мире, непосредственно связан с анатомическими и физиологическими особенностями строения тканей детского организма. Целью данной работы является рассмотрение основных факторов, влияющих на травматические повреждения различного характера у детей. В практической медицине результаты, полученные в ходе данного обзора литературы, помогут лучше понимать возможные осложнения у детей после травматического повреждения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: травма; повреждение у детей; ожог; перелом.

FEATURES OF TRAUMATIC INJURIES IN CHILDREN AND FACTORS DEFINING IT (LITERATURE REVIEW)

© Irina V. Savchenko¹, Tatiana S. Avtomonova¹, Maxim S. Martinen^{1,2}

¹ First Saint-Petersburg State Medical University named after academician I.P. Pavlov. 197022, Saint-Petersburg, str. Leo Tolstoy, 6–8

² Regional Children's Clinical Hospital. 195009, Saint-Petersburg, str. Komsomol, 6

Contact information: Irina V. Savchenko — 6th year student. E-mail: info@lspbmgmu.ru, cord_lert@outlook.com

Received: 12.04.2021

Revised: 11.05.2021

Accepted: 22.06.2021

ABSTRACT: Traumatic injury in children, as one of the principal reasons of child mortality, straightforwardly associated with anatomical and physiological tissue structure features. The main purpose of this literature review is investigation of different features of traumatic injuries in children. In medical practice this study may benefit understanding potential complications, following children traumatic injury.

KEY WORDS: trauma; injury in children; burn injury; fracture.

ВВЕДЕНИЕ

Всемирная организация здравоохранения объявила травматизм и насилие главными причинами гибели детей во всем мире [1, 2]. Вследствие малого числа коморбидных состояний у детей причинами летального исхода являются последствия воздействия на организм высокоэнергетического травматического поражения, значительно нарушающие компенса-

торные возможности детского организма [36, 48]. Помимо смертельного исхода последствия детских травм приводят к повышению числа детей-инвалидов и снижению трудоспособного населения страны, в том числе и за счет родителей, осуществляющих временный или постоянный уход за детьми, получившими травму [20].

В Санкт-Петербурге в последние годы отмечается рост детского травматизма¹. Результаты статистического учета представлены в таблице 1.

Рост исследуемой патологии отражается на структуре общей заболеваемости, представленной на рисунке 1.

Необходимо учитывать, что для детей, пострадавших от травматических повреждений, требуются большие ресурсы на реабилитацию, непосредственно обуславливающую их будущее здоровье, образование и социальную адаптацию [10].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Описать особенности детского травматизма и факторы, его определяющие.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В сравнении с организмом взрослого человека, детский организм имеет анатомические и физиологические особенности строения тканей [8, 13–17, 56]. Детям присущ огромный физиологический запас прочности и способность к быстрому восстановлению функций. Однако в случае, когда превышена пороговая величина их физиологических возможностей, может быстро наступить декомпенсация витальных функций. У детей в ответ на травму головы развивается патологический ответ, сопровождаемый неврологической симптоматикой, тяжесть которой коррелирует с тяжестью травмы [25, 38]. Смещение костных отломков при травмах черепа у детей наблюдается редко [30]. Головной мозг детей меньше страдает от травматического повреждения вследствие незрелости нервной ткани [45, 58].

Тонкая кожа, преобладание жировой ткани над мышечной, поверхностно лежащие крупные сосудисто-нервные пучки, а также склонность к вазоспазму при малом диаметре сосудов [30, 38, 50] предрасполагает у детей препубертатного периода к более быстрому развитию травматического повреждения и распространению его в подлежащие ткани по сравнению с взрослыми при той же силе повреждения [44, 57, 59]. Сравнительно небольшая кровопотеря для новорожденного и ребенка младшего возраста может привести к развитию геморрагического шока [4, 5, 9]. Особенности системы гемостаза у детей способствуют развитию диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови при политравме [3, 19].

¹ Здравоохранение, образование, культура в Санкт-Петербурге в 2019 году. Статистический сборник «Петроста», СПб., 2020, исх. № С4–250/1157.

Таблица 1

Случаи травм детей 0–17 лет в Санкт-Петербурге (2017–2019 годы)

№ п/п	Показатели	Годы		
		2017	2018	2019
1	Общее количество отравлений и травм (тыс.)	109,6	113,5	118,3
2	На 100 000 детского населения	14 240	14 281	14 520

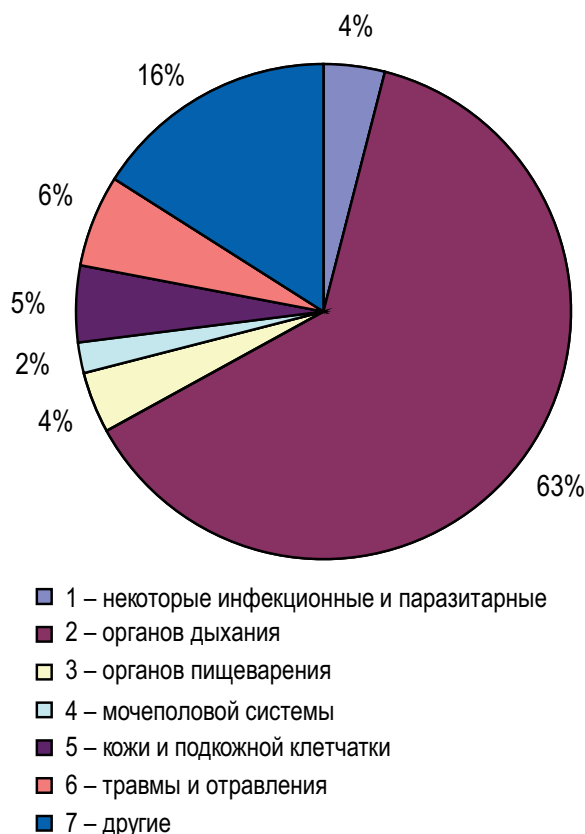


Рис. 1. Структура заболеваемости детей по основным классам болезней в 2019 году

Жизненно важные органы тесно прилежат к тонкой и податливой грудной клетке, что повышает риск повреждения трахеобронхиального дерева, сердца и крупных сосудов при тупой травме. Более горизонтальное расположение ребер у детей оставляет незащищенными печень, селезенку и почки, повреждаемые при тупой травме живота [27]. В 6% случаев при травме брюшной области наблюдается острое повреждение надпочечников, приводящее в сочетании с повреждениями других органов к летальному исходу [26]. Оперативное вмешательство на органах брюшной полости сопровождается у детей иммунными нарушениями [11].

Ожоговые повреждения характеризуются значительным повышением метаболизма и возможностью развития мышечной атрофии [53]. Оксидативный стресс, деградация цитоплазматических белков и митохондриальный стресс усиливают послеожоговую кахексию. Пролонгированию постожогового состояния способствует высокий уровень катехоламинов в крови, нарушающий термогенез и катаболизм белков [33, 60].

Для достаточной устойчивости на излом кость должна быть плотной, чтобы выдержать деформацию, и одновременно гибкой, способной гасить прилагаемую энергию [37]. Первично мембранозное строение костных структур и их пластичность у детей младшего возраста обуславливает повышенную резистентность к травмам и способность амортизировать высокоэнергетические повреждения без образования переломов. Смена микроструктуры костной ткани с увеличением ее плотности, а также богато васкуляризованная надкостница, не спаиваясь с диафизом и быстро образующая костную мозоль, обуславливают характерные для детского возраста поднадкостничные переломы с искривлением оси кости и поднадкостничные гематомы [58]. Большое содержание коллагена в тканях детей обеспечивает большую сопротивляемость связок на растяжение, в связи с чем растяжение связок и вывихи суставов в детском возрасте встречаются реже, но полностью не исключены [22, 52]. Моделирование губчатого вещества кости в детстве характеризуется повышением массы костной ткани за счет увеличения толщины трабекул в сочетании с уменьшением их общего числа [17, 55]. Различия в частоте травм по полу объясняются как социальными особенностями, так и строением костной ткани [1]. Устойчивость кости к травматическим повреждениям в большей степени зависит от окружающих (нежировых) тканей; у мальчиков в возрасте 6 лет бедренная кость, несмотря на меньшую длину, выдерживала большие аксиальные нагрузки [49]. Наибольшее число случаев переломов костей наблюдалось в возрасте 11–12 лет у девочек и в возрасте 13–14 лет у мальчиков [28, 40]. В среднем школьном возрасте высокий темп роста костей совмещен с разряжением плотности костной ткани под влиянием гормонов, что объясняет высокую частоту переломов костей в данной возрастной группе [47]. В пубертатном периоде микроструктурные различия в костной ткани обоих полов статистически незначимы [54]. При достижении пикового роста у девочек отмечаются меньшие, по сравнению

с мальчиками, минерализация костной ткани и масса мягких тканей [47, 51].

Гармоничное и полноценное развитие детей в любом возрасте зависит от образа жизни: питания и повседневной активности. Повышенная физическая активность детей позволяет предотвратить риск ненасильственных переломов. У детей с высоким уровнем физической активности минерализация и плотность костной ткани выше по сравнению с детьми с низким уровнем ежедневной физической активности [42, 43]. У детей с высоким индексом массы тела, находящихся в 7-м центильном коридоре, чаще встречаются сочетанные травмы, ассоциированные с риском посттравматических тромбоэмболических осложнений, пневмонии, нагноения послеоперационных ран [61]. Хронические заболевания органов пищеварения сочетаются с недостаточным поступлением в организм кальция и фосфора [23] и нарушением костного метаболизма [6, 12, 18, 39]. У таких детей отмечается снижение плотности костной ткани, усложняющее лечение переломов и последующую реабилитацию [29, 31]. Влияние витамина D на риск развития травм опорно-двигательного аппарата до сих пор мало изучено, однако он значительно ускоряет сроки консолидации переломов [24]. Восстановление костной ткани после операций у детей улучшается на фоне иммунокоррекции [7, 21].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование литературных источников и практического материала показало высокодоверительную связь элементов воспитания и заботы со стороны родителей и соответствующих служб по охране жизни детей и профилактике детского травматизма. Отсутствие этой остороженности является причиной необдуманных поступков детей старшего возраста или любопытства у маленьких.

Исходя из этого, следует обучать взрослых приемам и порядкам оказания доврачебной медицинской помощи, а в медицинских учреждениях независимо от профиля иметь средства для оказания медицинской помощи детям. Детские лечебные учреждения необходимо оснащать в соответствии с действующими приказами и порядками оказания травматологической помощи с целью ранней диагностики и комплексного лечения детей с травмами, а также проводить обучение медицинского персонала ведению детей с травмами. Данные меры позволят избежать лишней транспортировки и удлинения сроков ле-

чения [34, 35]. В совокупности с превентивными мерами данные мероприятия позволят снизить уровень инвалидности и смертности от травматических повреждений у детей [46] и избежать посттравматических психологических нарушений [32, 41].

ЛИТЕРАТУРА

1. Всемирная организация здравоохранения. Доклад о профилактике детского травматизма в Европе. 2009: 1–7. Доступен по: <https://www.euro.who.int/ru/health-topics/Life-stages/child-and-adolescent-health/publications/2008/european-report-on-child-injury-prevention>.
2. Всемирная организация здравоохранения. Всемирный доклад о профилактике детского травматизма. 2008: 1–10. Доступен по: https://www.who.int/violence_injury_prevention/child/injury/world_report/en/.
3. Васильев А.Г., Хайцев Н.В., Бабицев А.В. и др. Нарушения микроциркуляции, тромбоз, воспаление. Учебно-методическое пособие. Сер. Библиотека педиатрического университета, Санкт-Петербург. 2019; 28.
4. Васильев А.Г., Хайцев Н.В., Балашов А.Л. и др. Коррекция показателей системы крови, дыхательной и сердечно-сосудистой систем белых крыс при острой массивной кровопотере сукцинат-содержащими препаратами. Российские биомедицинские исследования. 2019; 4 (4): 17–28.
5. Васильев А.Г., Хайцев Н.В., Балашов А.Л. и др. О патогенезе синдрома острой кровопотери. Педиатр. 2019; 10(3): 93–100.
6. Гузеева О.В., Новикова В.П., Мельникова И.Ю. и др. Факторы риска низкой минеральной плотности костей у подростков с хроническим гастритом. Вопросы детской диетологии. 2017; 15(2): 47–48.
7. Гурина О.П., Комлкин И.А., Блинов А.Е. и др. Иммунокорректирующая терапия при этапных хирургических операциях у детей с ортопедической патологией. В сборнике: Илизаровские чтения. Научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 90-летию со дня рождения академика Г.А. Илизарова, 60-летию метода Илизарова, 40-летию РНЦ «ВТО». 2011; 80.
8. Гуркина Е.Ю., Леонова И.А., Алешина Е.И. Пропедевтика детских болезней. Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности «Педиатрия» по дисциплине «Пропедевтика детских болезней», ред. В.В. Юрьева, М.М. Хомича. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2012.
9. Иванов Д.О., Петренко Ю.В. Геморрагическая болезнь новорожденных. Учебно-методическое пособие. СПб.: СПбГПМУ; 2018.
10. Каган А.В., Плотнокова Е.В., Горелик Ю.В. и др. Методологические и практические принципы формирования многоуровневой системы реабилитации детей 0–4 лет. Профилактическая и клиническая медицина. 2020; 4(77): 60–7.
11. Красносельский К.Ю., Дорджиев В.Э., Александрович Ю.С. и др. Влияние предоперационной нутритивной поддержки на популяцию лимфоцитов при хирургическом вмешательстве на органах желудочно-кишечного тракта. В книге: Жизнеобеспечение при критических состояниях. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Тезисы докладов. Научный редактор В.Т. Долгих. 2020: 57–8.
12. Кузьмина Д.А., Воронцов П.В. Биохимические методы оценки костного метаболизма. Маркеры и их клиническое значение. Медицина: теория и практика. 2018; 3(S): 99–106.
13. Мышечная система у детей: особенности строения, функции, методика обследования, семиотика основных поражений. Учебно-методическое пособие для студентов 4 курса лечебного факультета по дисциплине «Педиатрия». СПб.: Сер. Библиотека педиатрического университета. 2019; 44.
14. Нестеренко З.В., Бойцова Е.В., Маталыгина О.А. и др. Анатомо-физиологические особенности, методы обследования, семиотика и синдромы поражения дыхательной системы у детей. Учебно-методические рекомендации для студентов 3 курса педиатрического факультета. СПб.: Сер. Библиотека педиатрического университета; 2019.
15. Нестеренко З.В., Бойцова Е.В., Маталыгина О.А. и др. Анатомо-физиологические особенности, методы обследования, семиотика и синдромы поражения кожи, подкожно-жировой клетчатки и лимфатической системы у детей. Учебно-методические рекомендации для студентов 3 курса педиатрического факультета. СПб.: Сер. Библиотека педиатрического университета; 2019.
16. Нестеренко З.В., Бойцова Е.В., Маталыгина О.А. и др. Анатомо-физиологические особенности и методика обследования сердечно-сосудистой системы у детей. Семиотика и синдромы поражения. Клинические и функциональные методы исследования: учебно-методические рекомендации для студентов 3 курса педиатрического факультета, по дисциплине «Педиатрия» для специальностей «Стоматология», «Биофизика», «Медико-профилактическое дело». СПб.: Сер. Библиотека педиатрического университета; 2019.
17. Нестеренко З.В., Бойцова Е.В., Маталыгина О.А. и др. Анатомо-физиологические особенности, методы обследования, семиотика и синдромы поражения костно-мышечной системы у детей. Учебно-методические рекомендации для студентов 3 курса педиатрического факультета. СПб.: Сер. Библиотека педиатрического университета; 2019.
18. Новикова В.П., Кузьмина Д.А., Гузеева О.Д. Хронический гастрит и патология костной ткани у детей. Врач-аспирант. 2011; 47(4.1): 248–54.

19. Пивоварова Л.П., Нилова Л.Г., Гурина О.П. Диссеминированное внутрисосудистое свертывание крови при политравме и роль функциональной активности лейкоцитов крови в его патогенезе. В сборнике: Травматический шок (клинические аспекты проблемы). Республиканский сборник научных трудов. Отв. редактор М.П. Гвоздев. Ленинград; 1982: 27–9.
20. Симаходский А.С., Севостьянова Л.Д., Горелик Ю.В., Лукашова Ю.В. Медико-социальные аспекты формирования инвалидности детей младшей возрастной группы в Санкт-Петербурге за 2008–2017 годы. Профилактическая и клиническая медицина. 2019; 3(72): 27–32.
21. Ульрих Э.В., Подосинников И.С., Гайдук А.А. и др. Иммунореабилитация в практике хирургии позвоночника у детей. Медицинская иммунология. 2003; 5(3–4): 408–9.
22. Фомичева Т.А., Балашов А.Л. Дисплазия соединительной ткани. University Therapeutic Journal. 2020; 2(3): 30–41.
23. Alshamrani H.A., Alloub H., Burke D., Offiah A.C. Vitamin D intake, calcium intake and physical activity among children with wrist and ankle injuries and the association with fracture risk. Nitriton and Health. 2019; 25(2): 113–8.
24. Anderson L.N., Sze Wing Heong Yang Chen, Thorpe K.E. et al. Vitamin D and Fracture Risk in Early Childhood: A Case-Control Study. American Journal of Epidemiology. 2017; 185(12): 1255–62.
25. Araki T., Yokota H., Morita A. Pediatric Traumatic Brain Injury: Characteristic Features, Diagnosis, and Management. Neurol Med Chir (Tokyo). 2017; 57(2): 82–93.
26. Aydogdu B., Okur M.H., Arslan S. et al. The Adrenal Gland: An Organ Neglected in Pediatric Trauma Cases. Urology Journal. 2016; 13 (6): 2916–9.
27. Ayse B., Seda O. Evaluation of intra-abdominal solid organ injuries in children. Acta Biomedica. 2018; 89 (4): 505–12.
28. Bandzar S., Funsch D.G., Hermansen R. et al. Pediatric Hoverboard and Skateboard Injuries. Pediatrics. 2018; 141 (4).
29. Bachrach L.K., Gordon C.M. Bone Densitometry in Children and Adolescents. Pediatrics. 2016; 138 (4).
30. Braun T.L., Xue A.S., Maricevich R.S. Differences in the Management of Pediatric Facial Trauma. Semin Plast Surg. 2017; 31 (2): 118–22.
31. Boyce A.M., Gafni R.I. Approach to the Child with Fractures. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2011; 96 (11): 1943–52.
32. Caffo E., Forresi B., Strik Lievers L. Impact, psychological sequelae and management of trauma affecting children and adolescents. Current Opinion in Psychiatry. 2005; 18 (4): 422–8.
33. Chao Tony, Herndon D.N., Porter C. et al. Skeletal muscle protein breakdown remains elevated in pediatric burn survivors up to one year post injury. Shock. 2015; 44 (5): 397–401.
34. Choi P.M., Yu J., Keller M.S. Missed injuries and unplanned readmissions in pediatric trauma patients. Journal of Pediatric Surgery. 2016; 52 (3): 382–5.
35. Committee on pediatric emergency medicine, council on injury; violence, and poison prevention, section on critical care, section on orthopaedics, section on surgery, section on transport medicine, pediatric trauma society, and society of trauma nurses pediatric committee. Management of Pediatric Trauma. Pediatrics. 2016; 138 (2).
36. Coran A.G., Adzick N.S., Krummel T.M. et al. Pediatric Surgery. 7th ed. Elsevier Health Science; 2012; 1: 255–385.
37. Currey J.D. Bone strength: what are we trying to measure? Calcif Tissue Int. 2001; 68 (4): 205–10.
38. Goldsmith W., Plunkett J. A biomechanical analysis of the causes of traumatic brain injury in infants and children. The American Journal of Forensic Medicine and Pathology. 2004; 25: 89–100
39. Guzeeva O.V., Melnikova I.Yu., Larionova V.I. et al. Level of 25(OH)-vitamin D and vitamin D receptor (vdr) gene polymorphisms in adolescents with chronic gastroenteritis. Archives of Disease in Childhood. 2019; 104(S3): 88.
40. Hedström Erik M., Svensson O., Bergström U., Michno P. Epidemiology of fractures in children and adolescents. Acta Orthopaedica. 2010; 81(1): 148–53.
41. Herring R.J. Trauma, PTSD and the Developing Brain. Current Opinion in Psychiatry. 2017; 19 (10): 69.
42. Janz K.F., Gilmore J.M., Burns T.L. et al. Physical activity augments bone mineral accrual in young children: The Iowa Bone Development Study. The Journal of Pediatrics. 2006; 148(6): 793–9.
43. Janz K.F., Letuchy E.M., Eichenberger Gilmore J.M. et al. Early Physical Activity Provides Sustained Bone Health Benefits Later in Childhood. Med Sci Sports Exerc., 2010; 42 (6): 1072–8.
44. Levy A., Kopplin K., Gefen A. Adjustability and Adaptability Are Critical Characteristics of Pediatric Support Surfaces. Adv. Wound Care. 2015; 4: 615–22.
45. Lewis P.M., Czosnyka M., Carter B.G. et al. Cerebrovascular pressure reactivity in children with traumatic brain injury. Pediatr Crit Care Med. 2016.
46. Madar R., Adini B., Greenberg D. et al. Perspectives of health professionals on the best care settings for pediatric trauma casualties: a qualitative study. Israel Journal of Health Policy Research. 2018; 7.
47. McCormack Sh.E., Cousminer D.L., Chesi A. et al. Association Between Linear Growth and Bone Accrual in a Diverse Cohort of Children and Adolescents. JAMA Pediatrics. 2017; 171(9).
48. McLaughlin C., Zagory J.A., Fenlon M. et al. Timing of Mortality in Pediatric Trauma Patients: A National Trauma Databank Analysis. Journal of Pediatric Surgery. 2018; 53 (2): 344–51.
49. Medina-Gomez C., Heppel D., Yin J.L., Trajanoska K. et al. Bone Mass and Strength in School-Age Children

- Exhibit Sexual Dimorphism Related to Differences in Lean Mass: The Generation R Study. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2015; 31 (5).
50. Morão S., Ferreira R.S., Camacho N. et al. Vascular Trauma in Children—Review from a Major Paediatric Center. *Annals of Vascular Surgery*. 2018; 49: 229–33.
 51. Neu C.M., Manz F., Rauch F. et al. Bone densities and bone size at the distal radius in healthy children and adolescents: a study using peripheral quantitative computed tomography. *Bone*. 2001; 28 (2): 227–32.
 52. Ogden J.A. *Skeletal Injury in the Child*. 3rd ed. Springer Science & Business Media; 2006.
 53. Ogunbileje J.O., Porter C., Herndon D.N. et al. Hypermetabolism and hypercatabolism of skeletal muscle accompany mitochondrial stress following severe burn trauma. *American Journal of physiology. Endocrinology and Metabolism*. 2016; 311 (2): 436–48.
 54. Parfitt A.M., Travers R., Rauch F., Glorieux F.H. Structural and cellular changes during bone growth in healthy children. *Bone*. 2000; 27 (4): 487–94.
 55. Percival C.J., Richtsmeier J.T. *Building Bones: Bone Formation and Development in Anthropology*. Cambridge University Press; 2017; 26–60, 128–48.
 56. Roney L., Bautista-Durand M. *Pediatric Trauma*. *Journal of Trauma Nursing*. 2019; 26 (2): 66.
 57. Rothe K., Tsokos M., Handrick W. *Animal and Human Bite Wounds*. *Dtsch Arztebl Int*. 2015; 112 (25): 433–43.
 58. Stiles J., Sabbadini L., Capirci O., Volterra V. Drawing Abilities in Williams Syndrome: A Case Study. *Developmental Neuropsychology*. 2000; 18 (2): 237–72.
 59. Wesson D., Cooper A., Tres Scherer L.R. et al. *Pediatric Trauma: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment*. NY, London: Taylor & Francis; 2006.
 60. Williams F.N., Herndon D.N., Jeschke M.G. The Hypermetabolic Response to Burn Injury and Interventions to Modify This Response. *Clin Plast Surgery*. 2009; 36 (4): 583–96.
 61. Witt C.E., Arbabi S., Nathens A.B. et al. Obesity in Pediatric Trauma. *Journal of Pediatric Surgery*. 2017; 52 (4): 628–32.
- tricheskogo universiteta, Sankt-Peterburg. 2019; 28. (in Russian)
4. Vasil'ev A.G., Khajtsev N.V., Balashov A.L. i dr. Korrektsiya pokazatelej sistemy krovi, dykhatel'noj i serdechno-sosudistoj sistem belykh krysh pri ostroj massivnoj krvopotere suksinat-soderzhashchimi preparatami. [Correction of indicators of the blood system, respiratory and cardiovascular systems of white rats in acute massive blood loss with succinate-containing preparations]. *Rossijskie biomeditsinskie issledovaniya*. 2019; 4(4): 17–28. (in Russian)
 5. Vasil'ev A.G., Khajtsev N.V., Balashov A.L. i dr. O patogeneze sindroma ostroj krvopoteri. [On the pathogenesis of acute blood loss syndrome]. *Pediatr*. 2019; 10(3): 93–100 (in Russian)
 6. Guzeeva O.V., Novikova V.P., Mel'nikova I.Yu. i dr. Faktory riska nizkoj mineral'noj plotnosti kostej u podrostkov s khronicheskim gastritom. [Risk factors for low bone mineral density in adolescents with chronic gastritis]. *Voprosy detskoj dietologii*. 2017; 15(2): 47–8. (in Russian)
 7. Gurina O.P., Komlkin I.A., Blinov A.E. i dr. Immunokorrigiruyushhaya terapiya pri ehtapnykh khirurgicheskikh operatsiyakh u detej s ortopedicheskoy patologiej. [Immunocorrective therapy for staged surgical operations in children with orthopedic pathology]. V sbornike: *Ilizarovskie chteniya. Nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashhennaya 90-letiyu so dnya rozhdeniya akademika G.A. Ilizarova, 60-letiyu metoda Ilizarova, 40-letiyu RNTS "VTO"*. 2011; 80. (in Russian)
 8. Gurkina E.Yu., Leonova I.A., Aleshina E.I. *Propedevtika detskikh boleznej*. [Propedeutics of Childhood Diseases]. *Uchebnik dlya studentov uchrezhdenij vysshego professional'nogo obrazovaniya, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti «Pediatriya» po distsipline «Propedevtika detskikh boleznej»*, red. V.V. Yur'eva, M.M. Khomicha. Moskva: GEHOTAR-Media Publ.; 2012. (in Russian)
 9. Ivanov D.O., Petrenko Yu.V. *Gemorragicheskaya bolezny' novorozhdennykh* [Hemorrhagic disease of newborns]. *Uchebno-metodicheskoe posobie*. Sankt-Peterburg: SPbGPMU; 2018. (in Russian)
 10. Kagan A.V., Plotnikova E.V., Gorelik Yu.V. et al. *Metodologicheskie i prakticheskie printsipy formirovaniya mnogourovnevnoj sistemy reabilitatsii detej 0–4 let*. [Methodological and practical principles of the formation of a multilevel rehabilitation system for children 0–4 years old]. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2020; 4(77): 60–7. (in Russian)
 11. Krasnosel'skij K.U., Dordzhiev V.Eh., Aleksandrovich Yu.S. et al. *Vliyanie predoperatsionnoj nutritivnoj podderzhki na populyatsiyu limfotsitov pri khirurgicheskom vmeshatel'stve na organakh zheludочно-kishechnogo trakta*. [The effect of preoperative nutritional support on the lymphocyte population during surgical intervention on the organs of the gastrointestinal tract]. V knige: *Zhizneobespechenie pri kriticheskikh sostoyaniyakh*. Materialy Vserossijskoj konferentsii

REFERENCES

1. Vsemirnaya organizatsiya zdavookhraneniya. *Doklad o profilaktike detskogo travmatizma v Evrope*. 2009; 1–7. Dostupen po: <https://www.euro.who.int/ru/health-topics/Life-stages/child-and-adolescent-health/publications/2008/european-report-on-child-injury-prevention> (in Russian)
2. Vsemirnaya organizatsiya zdavookhraneniya. *Vsemirnyj doklad o profilaktike detskogo travmatizma*. 2008; 1–10. Dostupen po: https://www.who.int/violence_injury_prevention/child/injury/world_report/en/ (in Russian)
3. Vasil'ev A.G., Khajtsev N.V., Babichev A.V. i dr. *Narusheniya mikrotsirkulyatsii, tromboz, vospalenie*. [Microcirculation disorders, thrombosis, inflammation]. *Uchebno-metodicheskoe posobie*. Ser. Biblioteka pedia-

- s mezhhdunarodnym uchastiem. Tezisy dokladov. Nauchnyy redaktor V.T. Dolgikh. 2020; 57–8. (in Russian)
12. Kuz'mina D.A., Vorontsov P.V. Biokhimicheskie metody otsenki kostnogo metabolizma. Markery i ikh klinicheskoe znachenie. [Biochemical methods for assessing bone metabolism. Markers and their clinical significance]. Meditsina: teoriya i praktika. 2018; 3(S): 99–106. (in Russian)
 13. Myshechnaya sistema u detej: osobennosti stroeniya, funktsii, metodika obsledovaniya, semiotika osnovnykh porazhenij. [The muscular system in children: structural features, functions, examination technique, semiotics of the main lesions]. Uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov 4 kursa lechebnogo fakul'teta po distsipline «Pediatriya». Sankt-Peterburg: Ser. Biblioteka pediatricheskogo universiteta; 2019; 44. (in Russian)
 14. Nesterenko Z.V., Bojtsova E.V., Matalygina O.A. et al. Anatomico-fiziologicheskie osobennosti, metody obsledovaniya, semiotika i sindromy porazheniya dykhatel'noj sistemy u detej. [Anatomical and physiological features, examination methods, semiotics and syndromes of respiratory system damage in children]. Uchebno-metodicheskie rekomendatsii dlya studentov 3 kursa pediatricheskogo fakul'teta. Sankt-Peterburg: Ser. Biblioteka pediatricheskogo universiteta; 2019; 28. (in Russian)
 15. Nesterenko Z.V., Bojtsova E.V., Matalygina O.A. et al. Anatomico-fiziologicheskie osobennosti, metody obsledovaniya, semiotika i sindromy porazheniya kozhi, podkozhno-zhirovoy kletchatki i limfaticeskoy sistemy u detej. [Anatomical and physiological features, examination methods, semiotics and syndromes of skin lesions, subcutaneous fat and lymphatic system in children]. Uchebno-metodicheskie rekomendatsii dlya studentov 3 kursa pediatricheskogo fakul'teta. Sankt-Peterburg: Ser. Biblioteka pediatricheskogo universiteta; 2019; 20. (in Russian)
 16. Nesterenko Z.V., Bojtsova E.V., Matalygina O.A. et al. Anatomico-fiziologicheskie osobennosti i metodika obsledovaniya serdechno-sosudistoj sistemy u detej. Semiotika i sindromy porazheniya. [Anatomical and physiological features and methods of examination of the cardiovascular system in children. Semiotics and lesion syndromes]. Klinicheskie i funktsional'nye metody issledovaniya: uchebno-metodicheskie rekomendatsii dlya studentov 3 kursa pediatricheskogo fakul'teta, po distsipline «Pediatriya» dlya spetsial'nostej «Stomatologiya», «Biofizika», «Mediko-profilakticheskoe delo». Sankt-Peterburg: Ser. Biblioteka pediatricheskogo universiteta; 2019; 52. (in Russian)
 17. Nesterenko Z.V., Bojtsova E.V., Matalygina O.A. et al. Anatomico-fiziologicheskie osobennosti, metody obsledovaniya, semiotika i sindromy porazheniya kostno-myshechnoj sistemy u detej. [Anatomical and physiological features, examination methods, semiotics and syndromes of musculoskeletal system lesions in children]. Uchebno-metodicheskie rekomendatsii dlya studentov 3 kursa pediatricheskogo fakul'teta. Sankt-Peterburg: Ser. Biblioteka pediatricheskogo universiteta; 2019; 24. (in Russian)
 18. Novikova V.P., Kuz'mina D.A., Guzeva O.D. Khronicheskiy gastrit i patologiya kostnoj tkani u detej. [Chronic gastritis and bone pathology in children]. Vrach-aspirant. 2011; 47(4.1): 248–54. (in Russian)
 19. Pivovarova L.P., Nilova L.G., Gurina O.P. Disseminirovannoe vnutrisosudistoe svertyvanie krovi pri politravme i rol' funktsional'noj aktivnosti lejkotsitov krovi v ego patogeneze. [Disseminated intravascular coagulation in polytrauma and the role of the functional activity of blood leukocytes in its pathogenesis]. V sbornike: Travmaticheskij shok (klinicheskie aspekty problemy). Respublikanskij sbornik nauchnykh trudov. Otv. redaktor M.P. Gvozdev. Leningrad, 1982; 27–9. (in Russian)
 20. Simakhodskij A.S., Sevost'yanova L.D., Gorelik Y.V., Lukashova Yu.V. Mediko-sotsial'nye aspekty formirovaniya invalidnosti detej mladšej vozrastnoj gruppy v Sankt-Peterburge za 2008–2017 gody. [Medical and social aspects of the formation of disability in children of the younger age group in St. Petersburg for 2008–2017]. Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina. 2019; 3(72): 27–32. (in Russian)
 21. Ul'rikh E.V., Podosinnikov I.S., Gajduk A.A. i dr. Immunoreabilitatsiya v praktike khirurgii pozvonochnika u detej. [Immunorehabilitation in the practice of spinal surgery in children]. Meditsinskaya immunologiya. 2003; 5(3–4): 408–9. (in Russian)
 22. Fomicheva T.A., Balashov A.L. Displaziya soedinitel'noj tkani. [Connective tissue dysplasia]. University Therapeutic Journal. 2020; 2(3): 30–41. (in Russian)
 23. Alshamrani H.A., Alloub H., Burke D., Offiah A.C. Vitamin D intake, calcium intake and physical activity among children with wrist and ankle injuries and the association with fracture risk. Nitriton and Health. 2019; 25(2): 113–8.
 24. Anderson L.N., Sze Wing Heong Yang Chen, Thorpe K.E. et al. Vitamin D and Fracture Risk in Early Childhood: A Case-Control Study. American Journal of Epidemiology. 2017; 185(12): 1255–62.
 25. Araki T., Yokota H., Morita A. Pediatric Traumatic Brain Injury: Characteristic Features, Diagnosis, and Management. Neurol Med Chir (Tokyo). 2017; 57(2): 82–93.
 26. Aydogdu B., Okur M.H., Arslan S. et al. The Adrenal Gland: An Organ Neglected in Pediatric Trauma Cases. Urology Journal. 2016; 13 (6): 2916–9.
 27. Ayse B., Seda O. Evaluation of intra-abdominal solid organ injuries in children. Acta Biomedica. 2018; 89 (4): 505–12.
 28. Bandzar S., Funsch D.G., Hermansen R. et al. Pediatric Hoverboard and Skateboard Injuries. Pediatrics. 2018; 141 (4).
 29. Bachrach L.K., Gordon C.M. Bone Densitometry in Children and Adolescents. Pediatrics. 2016; 138 (4).
 30. Braun T.L., Xue A.S., Maricevich R.S. Differences in the Management of Pediatric Facial Trauma. Semin Plast Surg. 2017; 31 (2): 118–22.
 31. Boyce A.M., Gafni R.I. Approach to the Child with Fractures. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2011; 96 (11): 1943–52.

32. Caffo E., Forresi B., Strik Lievers L. Impact, psychological sequelae and management of trauma affecting children and adolescents. *Current Opinion in Psychiatry*. 2005; 18 (4): 422–8.
33. Chao Tony, Herndon D.N., Porter C. et al. Skeletal muscle protein breakdown remains elevated in pediatric burn survivors up to one year post injury. *Shock*. 2015; 44 (5): 397–401.
34. Choi P.M., Yu J., Keller M.S. Missed injuries and unplanned readmissions in pediatric trauma patients. *Journal of Pediatric Surgery*. 2016; 52 (3): 382–5.
35. Committee on pediatric emergency medicine, council on injury; violence, and poison prevention, section on critical care, section on orthopaedics, section on surgery, section on transport medicine, pediatric trauma society, and society of trauma nurses pediatric committee. Management of Pediatric Trauma. *Pediatrics*. 2016; 138 (2).
36. Coran A.G., Adzick N.S., Krummel T.M. et al. *Pediatric Surgery*. 7th ed. Elsevier Health Science; 2012; 1: 255–385.
37. Currey J.D. Bone strength: what are we trying to measure? *Calcif Tissue Int*. 2001; 68 (4): 205–10.
38. Goldsmith W., Plunkett J. A biomechanical analysis of the causes of traumatic brain injury in infants and children. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. 2004; 25: 89–100
39. Guzeeva O.V., Melnikova I.Yu., Larionova V.I. et al. Level of 25(OH)-vitamin D and vitamin D receptor (vdr) gene polymorphisms in adolescents with chronic gastroduodenitis. *Archives of Disease in Childhood*. 2019; 104(S3): 88.
40. Hedström Erik M., Svensson O., Bergström U., Michno P. Epidemiology of fractures in children and adolescents. *Acta Orthopaedica*. 2010; 81(1): 148–53.
41. Herring R.J. Trauma, PTSD and the Developing Brain. *Current Opinion in Psychiatry*. 2017; 19 (10): 69.
42. Janz K.F., Gilmore J.M., Burns T.L. et al. Physical activity augments bone mineral accrual in young children: The Iowa Bone Development Study. *The Journal of Pediatrics*. 2006; 148(6): 793–9.
43. Janz K.F., Letuchy E.M., Eichenberger Gilmore J.M. et al. Early Physical Activity Provides Sustained Bone Health Benefits Later in Childhood. *Med Sci Sports Exerc.*, 2010; 42 (6): 1072–8.
44. Levy A., Kopplin K., Gefen A. Adjustability and Adaptability Are Critical Characteristics of Pediatric Support Surfaces. *Adv. Wound Care*. 2015; 4: 615–22.
45. Lewis P.M., Czosnyka M., Carter B.G. et al. Cerebrovascular pressure reactivity in children with traumatic brain injury. *Pediatr Crit Care Med*. 2016.
46. Madar R., Adini B., Greenberg D. et al. Perspectives of health professionals on the best care settings for pediatric trauma casualties: a qualitative study. *Israel Journal of Health Policy Research*. 2018; 7.
47. McCormack Sh.E., Cousminer D.L., Chesi A. et al. Association Between Linear Growth and Bone Accrual in a Diverse Cohort of Children and Adolescents. *JAMA Pediatrics*. 2017; 171(9).
48. McLaughlin C., Zagory J.A., Fenlon M. et al. Timing of Mortality in Pediatric Trauma Patients: A National Trauma Databank Analysis. *Journal of Pediatric Surgery*. 2018; 53 (2): 344–51.
49. Medina-Gomez C., Heppe D., Yin J.L., Trajanoska K. et al. Bone Mass and Strength in School-Age Children Exhibit Sexual Dimorphism Related to Differences in Lean Mass: The Generation R Study. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2015; 31 (5).
50. Morão S., Ferreira R.S., Camacho N. et al. Vascular Trauma in Children—Review from a Major Paediatric Center. *Annals of Vascular Surgery*. 2018; 49: 229–33.
51. Neu C.M., Manz F., Rauch F. et al. Bone densities and bone size at the distal radius in healthy children and adolescents: a study using peripheral quantitative computed tomography. *Bone*. 2001; 28 (2): 227–32.
52. Ogden J.A. *Skeletal Injury in the Child*. 3rd ed. Springer Science & Business Media; 2006.
53. Ogunbileje J.O., Porter C., Herndon D.N. et al. Hypermetabolism and hypercatabolism of skeletal muscle accompany mitochondrial stress following severe burn trauma. *American Journal of physiology. Endocrinology and Metabolism*. 2016; 311 (2): 436–48.
54. Parfitt A.M., Travers R., Rauch F, Glorieux F.H. Structural and cellular changes during bone growth in healthy children. *Bone*. 2000; 27 (4): 487–94.
55. Percival C.J., Richtsmeier J.T. *Building Bones: Bone Formation and Development in Anthropology*. Cambridge University Press; 2017; 26–60, 128–48.
56. Roney L., Bautista-Durand M. Pediatric Trauma. *Journal of Trauma Nursing*. 2019; 26 (2): 66.
57. Rothe K., Tsokos M., Handrick W. Animal and Human Bite Wounds. *Dtsch Arztebl Int*. 2015; 112 (25): 433–43.
58. Stiles J., Sabbadini L., Capirci O., Volterra V. Drawing Abilities in Williams Syndrome: A Case Study. *Developmental Neuropsychology*. 2000; 18 (2): 237–72.
59. Wesson D., Cooper A., Tres Scherer L.R. et al. *Pediatric Trauma: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment*. NY, London: Taylor & Francis; 2006.
60. Williams F.N., Herndon D.N., Jeschke M.G. The Hypermetabolic Response to Burn Injury and Interventions to Modify This Response. *Clin Plast Surgery*. 2009; 36 (4): 583–96.
61. Witt C.E., Arbabi S., Nathens A.B. et al. Obesity in Pediatric Trauma. *Journal of Pediatric Surgery*. 2017; 52 (4): 628–32.