

# Изменения лейкоцитарных индексов при термической травме у детей

А.К.Мартусевич, А.Г.Соловьева, Е.А.Галова,  
Г.Г.Храпункова, М.В.Преснякова  
Приволжский исследовательский  
медицинский университет Минздрава  
России, Нижний Новгород

Цель исследования – оценка сдвигов лейкоцитарных индексов крови у детей с ожоговой болезнью. Проведена оценка лейкоцитарного звена периферической крови у практически здоровых (группа сравнения, n=19) и имеющих термическую травму детей (основная группа, n=22). В основную группу были включены дети с термическим поражением 10–80% поверхности тела (ожог II–III степени). Критериями исключения явились: возраст детей менее 3 лет, наличие сопутствующей патологии, а также позднее поступление пациентов в стационар (более трех суток после получения ожога). Кровь для исследования получали сразу же при поступлении больных. Анализировали общее количество лейкоцитов, уровень СОЭ и изучали лейкоцитарную формулу. На основе данных показателей рассчитывали лейкоцитарные индексы. Выявлено, что у пострадавших с ожогами по всем производным индексам имеют место существенные сдвиги относительно практически здоровых детей, наиболее отчетливые для общего индекса, лейкоцитарного индекса интоксикации, индекса сдвига лейкоцитов и лимфоцитарно-гранулоцитарного индекса. Также регистрировали значительные смещения индексов соотношения «нейтрофилы/лимфоциты» и «лимфоциты/эозинофилы». Проведенные исследования позволили установить, что термическая травма приводит к существенной перестройке лейкоцитарной системы крови.

**Ключевые слова:** термическая травма, ожоговая болезнь, дети, кровь, лейкоцитарные индексы.

## Changes in White Blood Cell Indices in Pediatric Burn Injury

A.K.Martusevich, A.G.Soloveva, E.A.Galova,  
G.G.Khrapunokova, M.V.Presnyakova  
Privolzhsky Research Medical University,  
Nizhny Novgorod

The aim of this study is estimation of changes of leukocyte indices in children with burn injuries. Peripheral blood leukocyte was assessed in healthy (comparison group, n=19) and children with thermal injury (main group, n=22). The main group included children with thermal damage of 10–80% of the body surface (second and third-degree burns). The exclusion criteria were the age of the children (less than 3 years old), the presence of concomitant pathology, as well as the late admission of

patients to the hospital (more than three days after the burn). Blood for the study was obtained immediately upon the admission of patients. The total number of leukocytes and the level of ESR were analyzed, the leukocyte formula was studied. The leukocyte indices were calculated based on these indicators. It was found that in patients with burns all indices show significant changes compared to healthy children, the most pronounced being: the overall index, leukocyte intoxication index, leukocyte shift index, and lymphocytic-granulocytic index. Significant shifts in the relations of “neutrophils/lymphocytes” and “lymphocytes/eosinophils” indices were also registered. The studies show that thermal injury leads to a significant restructuring of leukocyte system.

**Keywords:** thermal injury, burns, children, leukocyte indices.

### Введение

Известно, что, независимо от возраста, в ответ на значимую термическую травму начинает развиваться специфический комплекс патологических синдромов, рассматриваемый как ожоговая болезнь [1–2]. Главными звеньями патогенеза данного состояния являются эндогенная интоксикация и инфекционно-воспалительный процесс [3–5]. Однозначно показано, что обеспечение системности этих реакций невозможно без вовлечения в ответ крови [6–9].

В предшествующих исследованиях сотрудников нашего учреждения и других ученых продемонстрировано, что ожоговая болезнь сопровождается выраженными сдвигами системы регуляции агрегатного состояния крови [9–14]. Характер данных трансформаций в первую очередь свидетельствует о развитии у тяжелообожженных гемокоагуляции, вплоть до формирования синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания [9, 11, 13–16].

Состояние иммунной системы и модификация иммунокомпетентных клеток изучено в существенно меньшей степени и рассмотрено только у взрослых пациентов [1, 7, 12]. У детей особенности лейкоцитарной реакции на тяжелую термическую травму раскрыты недостаточно полно [11, 12]. В то же время оценка параметров лейкоцитарного звена крови активно используется для мониторинга выраженности эндогенной интоксикации у взрослых пациентов [17, 18]. Подобный подход может быть использован для индикации функционального состояния системы крови у детей в раннем периоде ожоговой болезни и в динамике лечения.

Целью исследования – оценка сдвигов лейкоцитарных индексов крови у детей с ожоговой болезнью.

### Материал и методы

Проведена оценка лейкоцитарного звена периферической крови у практически здоровых (группа сравнения, n=19) и имеющих термическую травму детей (основная группа, n=22). В основную группу были включены дети (3–7 лет; средний возраст 4,3±0,7 года) с термическим поражением 10–80% поверхности тела (ожог II–III степени). Критериями исключения явились возраст детей менее 3 лет, наличие сопутствующей патологии, а также позднее поступление пациентов в стационар (более трех суток после получения ожога). Информированное согласие на включение в исследование получали у родителей или иных законных представителей ребенка.

Кровь для исследования получали сразу же при поступлении больных. Анализировали общее количество лейкоцитов, уровень СОЭ и изучали лейкоцитарную формулу. На основе данных показателей

Основные показатели лейкоцитарной формулы у здоровых и имеющих термическую травму детей (M±m)		
Показатели	Здоровые дети	Дети с термической травмой
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	4,3±0,3	13,5±1,3*
Палочкоядерные лейкоциты, %	6,3±0,5	5,1±0,3*
Сегментоядерные лейкоциты, %	38,2±2,8	77,0±5,7*
Лимфоциты, %	37,1±2,9	11,0±2,3*
Моноциты, %	5,9±0,7	7,4±0,5*
Эозинофилы, %	1,3±0,3	3,8±0,5*
Базофилы, %	0,1±0,2	1,9±0,3*
СОЭ, мм/ч	2,4±0,0,4	11,4±0,7*

Примечание. \*Статистическая значимость различий –  $p < 0,05$ .

Рис. 1. Уровень общего индекса у здоровых и имеющих термическую травму детей

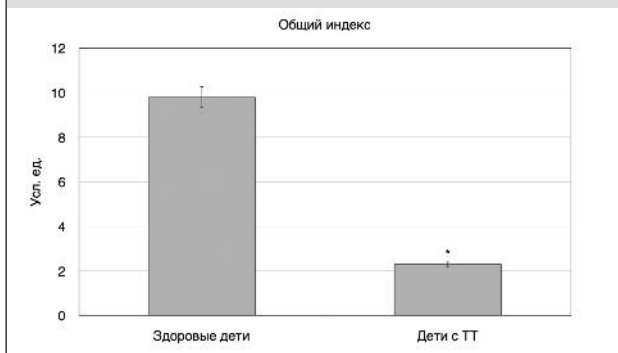


Рис. 2. Уровень лейкоцитарного индекса и лейкоцитарный индекс интоксикации

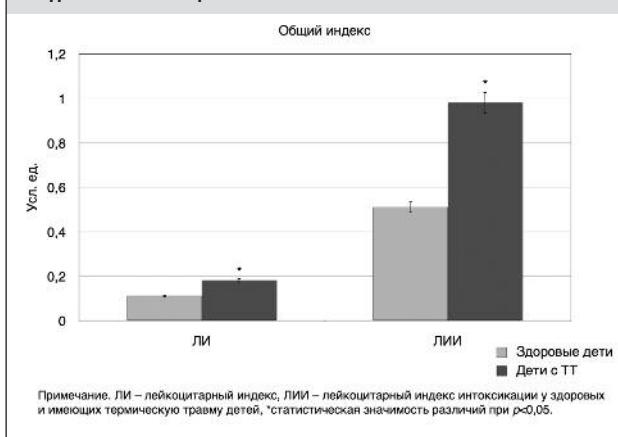
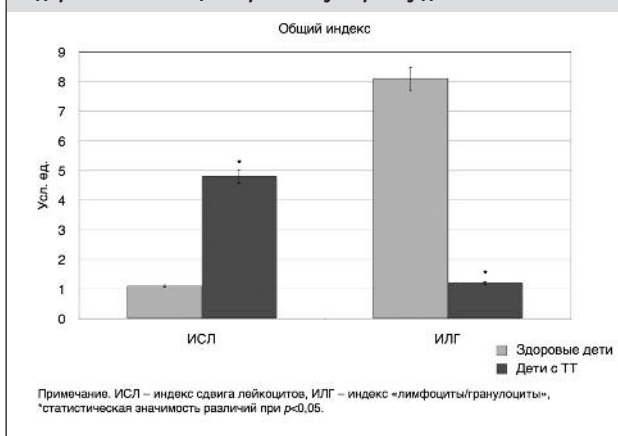


Рис. 3. Уровень соотносительных гематологических индексов у здоровых и имеющих термическую травму детей



рассчитывали лейкоцитарные индексы (по М.А.Дудченко, Т.В.Скрышниковой, А.М.Дудченко, 2014), интерпретацию результатов вычисления которых осуществляли в соответствии с данными авторов указан-

ных показателей [18, 19]. В числе последних изучали общий индекс, указывающий на интенсивность интоксикации; лейкоцитарный индекс, отражающий взаимосвязь гуморального и клеточного иммунитета; лейкоцитарный индекс интоксикации, свидетельствующий об уровне эндогенной интоксикации и активности деструкции тканей; индекс сдвига лейкоцитов, рассматриваемый показатель активности воспаления и состояния иммунологической реактивности; индексы соотношений лимфоцитов и гранулоцитов, лейкоцитов и СОЭ, нейтрофилов и лимфоцитов, лимфоцитов и моноцитов, лимфоцитов и эозинофилов, демонстрирующие различные аспекты состояния реактивности организма в процессе развития ожоговой болезни.

Полученные данные были обработаны статистически в программном пакете Statistica 6.1 for Windows. Нормальность распределения значений параметров оценивали с использованием критерия Шапиро–Уилка. С учетом характера распределения признака для оценки статистической значимости различий применяли Н-критерий Краскала–Уоллеса.

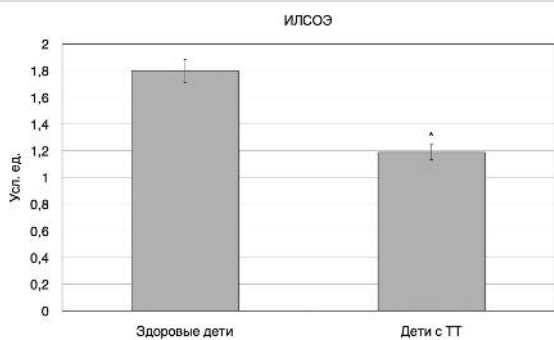
## Результаты

Установлено, что для детей основной группы характерны выраженный лейкоцитоз, нарастание относительного количества сегментоядерных нейтрофилов, моноцитов, эозинофилов и базофилов на фоне резкого уменьшения доли лимфоцитов и умеренного снижения содержания палочкоядерных нейтрофилов ( $p < 0,05$  для всех указанных показателей) (см. таблицу). У практически здоровых детей подобные явления отсутствовали. Кроме того, наблюдали значительное возрастание скорости оседания эритроцитов по сравнению с лицами группы сравнения ( $p < 0,05$ ). Также сопоставляли уровень производных гематологических индексов лейкоцитарного звена крови у детей основной группы и группы сравнения (рис. 1–5).

Выявлено, что у пострадавших с ожогами по всем производным индексам имеют место существенные сдвиги относительно практически здоровых детей. Так, по уровню общего индекса (см. рис. 1), характеризующего выраженность присутствующей у пациента эндогенной интоксикации, у обожженных зарегистрирована отчетливая тенденция к нарастанию (в 4,05 раза относительно уровня, выявленного для детей группы сравнения;  $p < 0,05$ ).

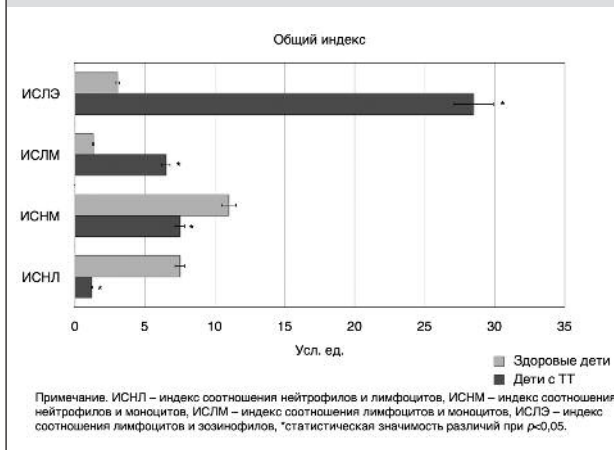
Аналогичные по направленности сдвиги были зафиксированы по лейкоцитарному индексу интоксикации, являющемуся одним из наиболее известных лабораторных маркеров данного синдрома. По данному параметру отмечали повышенный уровень (в 1,92 раза;  $p < 0,05$ ) у детей с термической травмой по сравнению с практически здоровыми сверстниками (рис. 2). Похожая тенденция имела место и в отношении лейкоцитарного индекса, характеризующего взаимосвязь гуморального и клеточного иммунитета

**Рис. 4. Уровень индекса соотношения лейкоцитов и скорости оседания эритроцитов (ИЛСОЭ) у здоровых и имеющих термическую травму детей**



Примечание. \*Статистическая значимость различий при  $p < 0,05$ .

**Рис. 5. Уровень соотносительных гематологических индексов у здоровых и имеющих термическую травму детей**



Примечание. ИСНЛ – индекс соотношения нейтрофилов и лимфоцитов, ИСНМ – индекс соотношения нейтрофилов и моноцитов, ИСЛМ – индекс соотношения лимфоцитов и моноцитов, ИСЛЭ – индекс соотношения лимфоцитов и эозинофилов, \*статистическая значимость различий при  $p < 0,05$ .

и возрастающего у детей основной группы на 36% относительно группы сравнения ( $p < 0,05$ ). Все это свидетельствует о формирующейся уже в раннем послеожоговом периоде эндогенной интоксикации.

Некоторые особенности модификации состояния иммунной системы у детей с термической травмой были установлены на основании анализа соотносительных индексов (см. рис. 3–5). В частности, по индексу сдвига лейкоцитов у пациентов основной группы выявлено нарастание в 4,47 раза по сравнению с практически здоровыми детьми ( $p < 0,05$ ), а по лимфоцитарно-гранулоцитарному индексу – уменьшение в 6,45 раза ( $p < 0,05$ ) (см. рис. 3).

Уровень коэффициента «лейкоциты/скорость оседания эритроцитов» умеренно снижается (на 49%), что может быть обусловлено двумя разнонаправленными процессами – гиперлейкоцитемией и ускорением СОЭ, которые сопряжены с развитием воспалительного ответа и эндогенной интоксикации (см. рис. 4).

Перестройка компонентов иммунной системы в динамике формирования ожоговой болезни отражается и на значениях всех рассчитанных соотносительных коэффициентов (см. рис. 5), в том числе индексов соотношения «нейтрофилы/лимфоциты» (снижение в 6,22 раза;  $p < 0,05$ ) и «лимфоциты/эозинофилы» (увеличение в 9,86 раза;  $p < 0,05$ ).

Также фиксировали выраженное повышение коэффициента, отражающего соотношение лимфоцитов и моноцитов ( $p < 0,05$ ), и умеренное снижение индекса «нейтрофилы/моноциты» ( $p < 0,05$ ). Все это в совокупности свидетельствует о специфичности ответа иммунной системы на термическую травму.

## Заключение

Проведенные исследования позволили установить, что термическая травма приводит к формированию метаболического ответа, проявляющегося в перестройке лейкоцитарной системы крови. Выявлено, что у пострадавших с ожогами по всем производным индексам имеют место существенные сдвиги относительно практически здоровых детей, наиболее отчетливые для общего индекса, лейкоцитарного индекса интоксикации, индекса сдвига лейкоцитов и лимфоцитарно-гранулоцитарного индекса. Также регистрировали значительные смещения индексов соотношения «нейтрофилы/лимфоциты» и «лимфоциты/эозинофилы».

Обнаруженные модификации лейкоцитарного звена крови патогенетически связаны с другими механизмами прогрессирования ожоговой болезни, в том числе, с выраженностью эндогенной интоксика-

ции. С этих позиций, верификация этой патогенетической связи может обосновать возможность применения данных лейкоцитарных индексов в оценке состояния пострадавших с ожогами и мониторинге эффективности их лечения. Кроме того, уточнение наличия и выраженности сдвигов лейкоцитарного компонента крови детей является значимым для назначения протокола медикаментозной поддержки, а также определения продолжительности стационарного лечения данного контингента пациентов.

## Литература

1. Михин И.В., Кухтенко Ю.В. Ожоги и отморожения. Волгоград: Изд-во ВолГМУ, 2012. – 87 с. / Mihin I.V., Kuhtenko Yu.V. Ozhogi i otmorozheniya. Volgograd: Izd-vo VolGMU. 2012; 87. [in Russian]
2. Парамонов Б.А., Порембский Я.О., Яблонский В.Г. Ожоги: руководство для врачей. СПб.: СпецЛит, 2000. – 488 с. / Paramonov B.A., Porembskij Ya.O., Yablonskij V.G. Ozhogi: rukovodstvo dlya vrachej. SPb.: SpecLit. 2000; 488. [in Russian]
3. Мартусевич А.К., Перетягин С.П., Погодин И.Е. Метаболические аспекты ожогового эндотоксикоза. Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2009. – № 1. – С. 30–32. / Martusevich A.K., Peretyagin S.P., Pogodin I.E. Metabolicheskie aspekty ozhogovogo endotoksikoza. Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya. 2009; 1: 30–32 [in Russian]
4. Назаренко Г.И., Кишкун А.А. Лабораторные методы диагностики неотложных состояний. М.: Медицина. 2002. – 566 с. / Nazarenko G.I., Kishkun A.A. Laboratornye metody diagnostiki neotlozhnyh sostoyanij. M.: Medicina. 2002; 566. [in Russian]
5. Перетягин С. П., Стручков А. А., Мартусевич А. К. и др. Применение озона как средства детоксикации в раннем периоде ожоговой болезни. Скорая медицинская помощь. – 2011. – Т. 12/ – № 3. – С. 39–43. / Peretyagin S. P., Struchkov A. A., Martusevich A. K. i dr. Primenenie ozona kak sredstva detoksikacii v rannem periode ozhogovoj bolezni. Skoraya medicinskaya pomoshch'. 2011; 12 (3): 39–43. [in Russian]
6. Мартусевич А.К., Соловьева А.Г., Мартусевич А.А., Перетягин П.В. Особенности функционально-метаболической адаптации организма в условиях травматического стресса. Медицинский альманах. – 2012. – № 5. – С. 175–178. / Martusevich A.K., Solov'eva A.G., Martusevich A.A., Peretyagin P.V. Osobennosti funktsional'no-metabolicheskoy adaptacii organizma v usloviyah travmaticheskogo stressa. Medicinskij al'manah. 2012; 5: 175–178. [in Russian]
7. Ушакова Т.А. Адаптивные реакции у тяжелообожженных в условиях интенсивной терапии. Автореф. дисс. ... д. м. н. М.: 2008. – 56 с. / Ushakova T.A. Adaptivnye reakcii u tyazheleobozhzhennykh v usloviyah intensivnoj terapii. Thesis of Dissertation. M.: 2008; 56. [in Russian]
8. Lu R.P., Lin F.C., Ortiz-Pujols S.M., Adams S.D., Whinna H.C., Cairns B.A., Key N.S. Blood utilization in patients with burn injury and as-

- sociation with clinical outcomes (CME). *Transfusion*. 2013; 53 (10): 2212–2221.
9. Wang H.L. Prethrombotic state in burn patients. *Zhonghua Zheng Xing Shao Shang Wai Ke Za Zhi*. 1993; 9 (6): 441–446, 479.
  10. Шнякина Т.Н., Безина Н.М., Щербakov П.Л. Гематологические и клинические исследования при лечении экспериментальной ожоговой раны у собак. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – №4. – С. 127–131. / Shnyakina T.N., Bezina N.M., Shherbakov P.L. Gematologicheskie i klinicheskie issledovaniya pri lechenii ehksperimental'noj ozhogovoy rany' u sobak. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017; 4: 127–131. [in Russian]
  11. Сидоркина А.Н., Сидоркин В.Г., Преснякова М.В. Биохимические основы системы гемостаза и диссеминированное внутрисосудистое свертывание крови. Н. Новгород: НИИТО Росмедтехнологий, 2008. – 154 с. / Sidorkina A.N., Sidorkin V.G., Presnyakova M.V. Biohimicheskie osnovy' sistemy' gemostaza i disseminirovannoe vnutrisosudistoe sverty'vanie krovi. N. Novgorod: NNIITO Rosmedtehnologij, 2008; 154. [in Russian]
  12. D'Alesandro M.M., Gruber D.F. Quantitative and functional alterations of peripheral blood neutrophils after 10% and 30% thermal injury. *J. Burn Care Rehabil*. 1990; 11 (4): 295–300.
  13. Foster K.N., Kim H., Potter K., Matthews M.R., Pressman M., Caruso D.M. Acquired factor V deficiency associated with exposure to bovine thrombin in a burn patient. *J. Burn Care Res*. 2010; 31 (2): 353–360.
  14. García-Avello A., Lorente J.A., Cesar-Perez J., García-Frade L.J., Alvarado R., Arévalo J.M., Navarro J.L., Esteban A. Degree of hypercoagulability and hyperfibrinolysis is related to organ failure and prognosis after burn trauma. *Thromb Res*. 1998; 89 (2): 59–64.
  15. Topley E., Lawrence J.C. Haematology reports of routine blood films in patients with burns. *Burns*. 1994; 20 (5): 409–415.
  16. Kakkar N., Garg G. Spuriously elevated automated platelet count in severe burns – a report of two cases. *Indian J. Pathol. Microbiol*. 2004; 47 (3): 408–410.
  17. Сидельникова В.И., Черницкий А.Е., Рецкий М.И. Эндогенная интоксикация и воспаление: последовательность реакций и информативность маркеров (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. – 2015. – Т. 50. – №2. – С. 152–161. / Sidel'nikova V.I., Chernickij A.E., Reckij M.I. E'ndogennaya intoksikaciya i vospalenie: posledovatel'nost' reakcij i informativnost' markerov (obzor). *Sel'skochozjajstvennaya biologiya*. 2015; 50 (2): 152–161. [in Russian]
  18. Дудченко М.А., Скрыпникова Т.В., Дудченко А.М. Лечение больных хроническим язвенным стоматитом в сочетании с дуоденальной язвой. *Стоматология*. – 2014. – № 3. – С. 4–7. / Dudchenko M.A., Skry'pnikova T.V., Dudchenko A.M. Lechenie bol'nyx' khronicheskim yazvenny'm stomatitom v sochetanii s duodenal'noj yazvoj. *Stomatologiya*. 2014; 3: 4–7. [in Russian]
  19. Орехова Н.С., Цепова Е.Л. Интегральные гематологические индексы при гингивите у беременных. *Пародонтология*. – 2007. – № 2. – С. 9–11 / Orexova N.S., Sepova E.L. Integral'ny'e gematologicheskie indeksy' pri gingivite u beremenny'x. *Parodontologiya*. 2007; 2: 9–11. [in Russian]

**Сведения об авторах:**

**Мартусевич Андрей Кимович** – д.б.н., руководитель лаборатории медицинской биофизики Университетской клиники ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород

**Соловьева Анна Геннадьевна** – к.б.н., руководитель лаборатории экспериментальной медицины Университетской клиники ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород

**Галова Елена Анатольевна** – к.м.н., заместитель директора по науке Университетской клиники ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород

**Храпункова Галина Георгиевна** – к.м.н., врач-педиатр Университетской клиники ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород

**Перснякова Марина Владимировна** – к.б.н., с.н.с. лаборатории биохимии и неотложной диагностики Университетской клиники ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород