

А.Л. ЛИПНИЦКИЙ<sup>1,2</sup>, А.В. МАРОЧКОВ<sup>1,2</sup>, И.Я. САВОСТЕНКО<sup>1</sup>,  
Е.В. ВЬЮХИНА<sup>1</sup>, Е.Л. СТАВЧИКОВ<sup>1,2</sup>, И.Г. ТИШКЕВИЧ<sup>1</sup>



## ОЦЕНКА ТРАВМАТИЧНОСТИ ХИРУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПО ДИНАМИКЕ УРОВНЯ СЫВОРОТОЧНОГО ЖЕЛЕЗА И С-РЕАКТИВНОГО БЕЛКА

Могилёвская областная клиническая больница<sup>1</sup>,  
Витебский государственный медицинский университет<sup>2</sup>, г. Могилёв,  
Республика Беларусь

**Цель.** Изучить возможность использования уровня С-реактивного белка и сывороточного железа у пациентов в периоперационном периоде как количественного критерия травматичности хирургических операций.

**Материал и методы.** Проведено ретроспективное нерандомизированное обсервационное исследование, которое было одобрено комитетом по этике. В исследование было включено 125 пациентов, которым выполнялись следующие оперативные вмешательства: тотальное эндопротезирование коленного сустава (n=44), радикальная флебэктомия (n=34), операции на ЛОР-органах (n=12), кардиохирургические операции на открытом сердце (n=33). Всем пациентам проводился забор крови для определения содержания СРБ и железа на следующих этапах: 1-й этап – до операции; 2-й этап – через 20-24 ч после операции; 3-й этап – через 48-72 ч после операции.

**Результаты.** На 1-й этапе исследования (до операции) содержание СРБ в сыворотке крови у всех пациентов было 1,73 (0,54; 4,09) мг/л, на 2-й этапе (через 20-24 ч после операции) наблюдалось существенное увеличение СРБ до 29,92 (14,02; 68,3) мг/л (p<0,05). На 3-й этапе (через 48-72 ч после операции) содержание СРБ также достоверно увеличилось по сравнению с 1-м этапом и 2-м этапом – 65,77 (29,03; 124) мг/л (p<0,05). Содержание железа в сыворотке крови на 1 этапе исследования у всех пациентов составило 18,41 (13,23; 23,05) ммоль/л. Через 20-24 часа после операции уровень железа статистически достоверно снизился до 5,36 (3,87; 8,48) ммоль/л (p<0,001). На 3 этапе уровень железа достоверно не изменился по сравнению с этапом 2 – 6,09 (4,05; 9,1) ммоль/л (p>0,05).

Проведенный корреляционный анализ показал наличие статистически достоверной отрицательной корреляции между уровнем С-реактивного белка и сывороточного железа в послеоперационном периоде: на 2-м этапе – R=-0,37, p=0,0017; на 3 этапе – R=-0,68, p<0,0001.

**Заключение.** Анализ динамики уровней С-реактивного белка и сывороточного железа может быть независимым критерием травматичности оперативных вмешательств и может применяться для количественного сравнения операций в различных анатомических областях.

**Ключевые слова:** С-реактивный белок, сывороточное железо, травматичность операции, критерии травматичности, операционная травма

**Objective.** The aim of the study was to examine the possibility of using C-reactive protein and serum iron levels in patients in the perioperative period as a quantitative criterion of surgical invasiveness.

**Methods.** A retrospective non-randomized observational study was conducted and was approved by the ethics committee. The study involved 125 patients who underwent the following surgical interventions: total knee replacement (n=44), radical phlebectomy (n=34), otolaryngological surgery (n=12), open heart cardiac surgery (n=33). All patients underwent blood sampling to determine the content of CRP and serum iron at the following stages: stage 1 – before surgery; stage 2 – 20-24 hours after surgery; stage 3 – 48-72 hours after surgery.

**Results.** At stage 1 of the study (before surgery), the content of CRP in the blood serum in all patients was 1.73 (0.54; 4.09) mg/l; at stage 2 (20-24 hours after surgery), a significant increase in CRP was observed to 29.92 (14.02; 68.3) mg/l (p<0.05). At stage 3 (48-72 hours after surgery), the content of CRP also significantly increased compared to stage 1 and stage 2 – 65.77 (29.03; 124) mg/l (p<0.05). The serum iron at stage 1 of the study in all patients was 18.41 (13.23; 23.05) mmol/l. 20-24 hours after surgery, the iron level decreased statistically significantly to 5.36 (3.87; 8.48) mmol/l (p<0.001). At stage 3, the iron level did not change significantly compared to stage 2 – 6.09 (4.05; 9.1) mmol/l (p>0.05).

The correlation analysis showed the presence of a statistically significant negative correlation between the level of C-reactive protein and serum iron in the postoperative period: at stage 2 – R=-0.37, p=0.0017; at stage 3 – R=-0.68, p<0.0001.

**Conclusion.** Analysis of the dynamics of the level of C-reactive protein and serum iron can be an independent criterion for surgical traumatism and can be used for quantitative comparison of operations in different anatomical areas.

**Keywords:** C-reactive protein, serum iron, traumatism of surgical interventions, surgical traumatism criteria, surgical invasiveness



### Научная новизна статьи

Впервые был проведен комплексный анализ динамики сывороточного железа и С-реактивного белка как критерия травматичности хирургических операций на разных анатомических областях. Установлено, что уровень СРБ повышается через 48-72 часа, а уровень сывороточного железа снижается через 20-24 часа после выполнения оперативных вмешательств. Была выявлена достоверная отрицательная корреляция между уровнями сывороточного железа и С-реактивного белка, что свидетельствует об общем влиянии на изменение данных показателей операционной травмы и активирующейся в результате этого системной воспалительной реакции.

### What this paper adds

For the first time, a comprehensive analysis of the dynamics of serum iron and C-reactive protein was carried out as a criterion for the invasiveness of surgical operations in different anatomical areas. It has been established that the level of CRP increases after 48-72 hours, and the level of serum iron decreases 20-24 hours after surgical interventions. A significant negative correlation was revealed between the level of iron and C-reactive protein, which indicates a general influence on changes of these indicators of surgical trauma and the systemic inflammatory response activated as a result. A significant negative correlation was revealed between the level of serum iron and C-reactive protein, which indicates a general influence on changes of these indicators of surgical trauma and the systemic inflammatory response activated as a result.

### Введение

Оценка травматичности хирургических операций на данный момент проводится по косвенным признакам. В качестве критериев, которые применяют для оценки травматичности хирургического вмешательства, используют множество различных параметров: длительность операции, наличие и объем гемотрансфузии, выполнение операций в различных анатомических областях, длительность анестезии и продленной искусственной вентиляции легких, общая доза вводимых в периоперационном периоде наркотических и ненаркотических анальгетиков, а также длительность их применения. Среди самых частых лабораторных критериев травматичности отмечают следующие: уровень ИЛ-6, изменения лейкоцитарной формулы, С-реактивный белок (СРБ) и другие [1, 2]. Однако до настоящего времени биохимические маркеры травматичности хирургических вмешательств достоверно не определены [3, 4].

Известно, что после хирургических операций уровень СРБ повышается в раннем послеоперационном периоде, но при этом он начинает быстро снижаться при отсутствии хирургических и инфекционных осложнений. Стимулируя иммунные реакции, С-реактивный белок участвует во взаимодействии с В- и Т-лимфоцитами, активирует также систему комплимента [2, 5]. В настоящее время имеется небольшое число исследований, которые бы анализировали содержание СРБ в качестве критерия травматичности [6-8].

В отличие от СРБ, изменение уровня железа в сыворотке крови в периоперационном периоде практически не изучено. Основное

внимание в работах, изучающих уровень железа во время проведения операций, уделяется железодефицитной анемии у оперируемых пациентов [9, 10]. Только в нескольких исследованиях изучается динамика уровня железа после отдельных операций, но полученные в них результаты носят противоречивый характер [11]. В связи с этим комплексное изучение уровней С-реактивного белка и железа в сыворотке крови после различных оперативных вмешательств нам представляется очень актуальным.

**Целью** нашего исследования было изучить возможность использования уровней С-реактивного белка и железа в сыворотке крови пациентов в периоперационном периоде как количественного критерия травматичности хирургических операций.

### Материал и методы

В УЗ «Могилевская областная клиническая больница» было проведено ретроспективное нерандомизированное обсервационное исследование, которое было одобрено комитетом по этике. У каждого из пациентов, принявшего участие в настоящем исследовании, имелось информированное согласие на проведение операции, анестезии и контроля уровня С-реактивного белка и железа в периоперационном периоде.

В исследование было включено 125 пациентов. Средний возраст пациентов составил 60 (53; 67) лет, распределение по полу: мужчин – 60, женщин – 65. Средняя масса тела пациентов составила 85 (74; 98) кг, рост – 170 (166; 178) см, индекс массы тела – 29,4 (25,0; 32,4) кг/м<sup>2</sup>.

У всех пациентов были проведены успешные оперативные вмешательства: у 44 пациентов

(группа 1) — тотальное эндопротезирование коленного сустава; у 34 пациентов (группа 2) — радикальная флебэктомия на нижней конечности с удалением большой подкожной вены с варикозно-расширенными ветвями и субфасциальной перевязкой перфорантных вен; у 12 пациентов (группа 3) были проведены операции на ЛОР-органах (септопластика у 7 пациентов, двухсторонняя тонзилэктомия — у 5 пациентов); у 33 пациентов (группа 4) — кардиохирургические операции на открытом сердце в условиях искусственного кровообращения (аорто-коронарное шунтирование с/или без протезирования (пластики) клапанов сердца).

Средняя длительность операции была 85 (65; 110) мин. В группе 1 и 2 пациентам проводилась операция под спинальной анестезией, в группе 3 и 4 — под многокомпонентной сбалансированной эндотрахеальной анестезией.

Всем пациентам перед операцией выполняли лабораторные и инструментальные обследования согласно действующим протоколам. В послеоперационном периоде пациенты госпитализировались либо в отделение анестезиологии и реанимации (группа 1 и 4), либо в профильное хирургическое отделение, где им проводился послеоперационный мониторинг, обследование и лечение.

Сравнение указанных групп по основным характеристикам пациентов и длительности оперативного вмешательства представлено в таблице 1.

Пациенты указанных групп статистически достоверно отличались между собой по возрасту (более молодые пациенты были в группе операций на ЛОР-органах, пожилого возраста — при травматологических и кардиохирургических операциях); полу (при травматологических операциях было большее число пациентов жен-

ского пола, а при кардиохирургических и ЛОР-операциях — мужского); по массе тела и ИМТ (более низкие показатели были отмечены при ЛОР-операциях и флебэктомиях). Все группы пациентов достоверно отличались между собой по длительности оперативного вмешательства. Наибольшим время выполнения было при кардиохирургических операциях, наименьшим — при ЛОР-операциях.

Пациентам проводился забор крови для определения содержания СРБ и железа на следующих этапах: 1-й этап — до операции; 2-й этап — через 20-24 ч после операции; 3-й этап — через 48-72 ч после операции. Уровень СРБ в периоперационном периоде определяли во всех группах, а уровень сывороточного железа — в группах 1, 3 и 4.

С целью определения уровня содержания в сыворотке СРБ и железа использовали биохимический анализатор AU 680 (Bechman Coulter, США). Для определения уровня СРБ применялся метод иммунотурбидиметрического анализа, референтные значения его в сыворотке крови составляют 0-5 мг/л. Содержание сывороточного железа определяли колориметрическим методом с хромогеном ТПТЗ, референтные значения содержания железа составляли 9-34 ммоль/л.

## Статистика

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью программы Statistica 7.0 (StatSoft Inc., США). Проверку данных на нормальность распределения проводили с использованием теста Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk Test). При нормальном распределении данные представляли в виде среднего значения (M) и стандартного отклонения (SD).

Таблица 1

Сравнение основных параметров пациентов всех групп

	Группа 1 (n=44)	Группа 2 (n=34)	Группа 3 (n=12)	Группа 4 (n=33)	p, уровень достоверности
Возраст, лет	64 (59; 68,5)	52 (41; 57)	40 (28; 53)	66 (61; 72)	<0,00001* <0,0001**
Пол, м. (%)/ ж. (%)	9 (20,5)/ 35 (79,5)	16 (47,1)/ 18 (52,9)	8 (66,7)/ 4 (33,3)	27 (81,8)/ 6 (18,2)	0,04***
Масса тела, кг	89,8 (79,7; 98,5)	85,5 (75; 95)	71,5 (67,5; 85)	85 (71; 97)	0,09* 0,007**
Рост, см	169 (165; 175,5)	172,5 (164; 184)	175 (169,5; 178)	170 (167; 175)	0,3*
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	30,3 (27,3; 33,9)	28,4 (24,9; 31,9)	23,5 (23,3; 27,5)	30,1 (25,4; 32)	0,02* 0,03**
Длительность операции, мин	150 (120; 150)	92,5 (80; 120)	52,5 (45; 60)	250 (220; 295)	<0,00001*

Примечание: \* — для сравнения показателей между всеми группами использовали критерий Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis test); \*\* — отличия групп 1 и 4 vs групп 2 и 3, использовался критерий Манна-Уитни (Mann-Whitney U test); \*\*\* — отличия группы 1 vs группа 3 и 4, для анализа использовали  $\chi^2$ -квадрат по Пирсону (Pearson Chi-square).

В случае, если распределение в выборке отличалось от нормального, применяли методы описательной статистики: медиана (Me) и квартили (LQ; UQ). Для оценки значимости отличий двух зависимых выборок применяли критерий Вилкоксона парных сравнений (Wilcoxon Matched Pairs Test), трех и более зависимых выборок – ранговый дисперсионный анализ Фридмана с определением коэффициента конкордации Кендалла (Friedman ANOVA and Kendall Coeff. of Concordance). Для оценки значимости отличий двух независимых выборок применяли критерий Манна – Уитни (Mann – Whitney U test), трех и более независимых выборок – критерий Краскела – Уоллиса (Kruskal – Wallis test). Для оценки значимости отличий качественных признаков применяли критерий  $\chi^2$  (Pearson Chi-square test). Для оценки корреляции применяли непараметрический коэффициент корреляции Спирмена (Spearman rank, R). Различия считались достоверными при  $p < 0,05$ .

### Результаты

На 1-м этапе исследования (до операции) содержание СРБ в сыворотке крови у всех пациентов было 1,73 (0,54; 4,09) мг/л, на 2-м этапе (через 20-24 ч после операции) наблюдалось существенное увеличение СРБ до 29,92 (14,02; 68,3) мг/л ( $p < 0,05$ , Wilcoxon Matched Pairs Test). На 3-м этапе (через 48-72 ч после операции) содержание СРБ также достоверно увеличилось по сравнению с 1-м этапом и 2-м этапом – 65,77 (29,03; 124) мг/л ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, нами было обнаружено, что в послеоперационном периоде содержание СРБ в сыворотке крови у всех пациентов после оперативных вмешательств статистически значимо повысилось уже через 20-24 часа с дальнейшим увеличением через 48-72 часа.

Нами был проведен анализ динамики С-реактивного белка в периоперационном периоде при проведении различных хирургических вмешательств. Уровень СРБ до начала хирургического вмешательства: в группе 1 (травматологические операции) – 3,44 (0,9; 6,5) мг/л, в группе 2 (ангиохирургические операции) – 0,5 (0,2; 2,2) мг/л, в группе 3 (ЛОП-операции) – 1,72 (1,05; 2,61) мг/л, в группе 4 (кардиохирургические операции) – 2,14 (1,05; 3,5) мг/л ( $p < 0,01$ , Kruskal-Wallis test). Уровень СРБ до начала оперативного вмешательства был достоверно ниже в группе пациентов, у которых проводили флебэктомии (в сравнении с группами 1, 3 и 4 ( $p < 0,05$ , Mann-Whitney U Test)). В остальных группах уровень С-реактивного белка не отличался между собой.

Содержание С-реактивного белка через 20-24 часа после операции было равно 39,58 (18,67; 75,83) мг/л в группе 1, 13,74 (7,42; 19,27) мг/л в группе 2, 11,98 (2,5; 21,39) мг/л в группе 3 и 70,25 (45,7; 95) мг/л в группе 4 ( $p < 0,01$ , Kruskal-Wallis test). Наибольшее увеличение уровня СРБ было отмечено после кардиохирургических операций ( $p < 0,001$  в сравнении с группами 1, 2 и 3), наименьшее – при ЛОР и ангиохирургических операциях ( $p < 0,001$  в сравнении с группами 1 и 4).

На 3-м этапе исследования уровень СРБ был равен 69,83 (43,5; 113,38) мг/л в группе 1, 25,67 (13,93; 44,35) мг/л в группе 2, 22,05 (3,48; 51,43) мг/л в группе 3 и 187,65 (113,04; 238) мг/л в группе 4 ( $p < 0,05$ , Kruskal-Wallis test). Уровень С-реактивного белка также был достоверно выше через 48-72 часа в группе кардиохирургических операций, наименьшим – в группах 2 и 3 ( $p < 0,05$ ). Уровень СРБ после травматологических операций достоверно отличался как от группы 4 ( $p < 0,0001$ ), так и от групп 2 и 3 ( $p < 0,001$ ).

Содержание железа в сыворотке крови на 1 этапе исследования у всех пациентов составило 18,41 (13,23; 23,05) ммоль/л. Через 20-24 часа после операции уровень железа статистически достоверно снизился до 5,36 (3,87; 8,48) ммоль/л ( $p < 0,001$ ). На 3-й этапе уровень железа достоверно не изменился по сравнению с этапом 2 – 6,09 (4,05; 9,1) ммоль/л ( $p > 0,05$ ;  $p < 0,05$  в сравнении с этапом 1).

Нами также был проведен анализ динамики уровня железа в сыворотке в периоперационном периоде. Уровень железа до начала хирургического вмешательства: в группе 1 (травматологические операции) – 15,71 (11,39; 19,39) ммоль/л, в группе 3 (ЛОП-операции) – 22,4 (14; 25,1) ммоль/л, в группе 4 (кардиохирургические операции) – 20,93 (17,6; 23,9) ммоль/л ( $p < 0,01$ , Kruskal-Wallis test). Уровень железа до начала оперативного вмешательства был достоверно ниже у травматологических пациентов в сравнении с пациентами в группах 3 и 4 ( $p < 0,05$ , Mann-Whitney U Test). Содержание железа через 20-24 часа после операции было равно 5,24 (3,83; 7,62) ммоль/л в группе 1, 9,54 (6,93; 13,94) ммоль/л в группе 3 и 4,43 (3,95; 6,48) ммоль/л в группе 4 ( $p = 0,01$ , Kruskal-Wallis test). Наименьшее снижение уровня железа было отмечено после ЛОР-операций ( $p < 0,001$  в сравнении с группами 1 и 4).

На 3-м этапе исследования уровень железа был равен 6,61 (5,03; 8,93) ммоль/л в группе 1, 13,23 (8,96; 25,09) ммоль/л в группе 3, 3,97 (3,09; 6,09) ммоль/л в группе 4 ( $p < 0,001$ , Kruskal-Wallis test). Наибольшее снижение уровня железа через

48-72 ч было после кардиохирургических вмешательств ( $p=0,001$  в сравнении с группами 1 и 3).

При оценке влияния на уровень СРБ и железа основных характеристик пациентов была выявлена умеренная корреляция между значениями СРБ и возрастом пациентов (на 2-м этапе —  $R=0,47$ ,  $p<0,0001$ ; на 3-м этапе —  $R=0,49$ ,  $p<0,0001$  (Spearman rank,  $R$ )) и умеренная отрицательная корреляция между уровнем железа и возрастом (на 3-м этапе —  $R=-0,48$ ,  $p<0,0001$ ).

Длительность проводимого оперативного вмешательства также имела сильную положительную корреляцию с уровнем С-реактивного белка (на 2-м этапе —  $R=0,63$ ,  $p<0,0001$ ; на 3-м этапе —  $R=0,67$ ,  $p<0,0001$ ) и умеренную отрицательную корреляцию с уровнем железа (на 3 этапе —  $R=0,43$ ,  $p<0,0001$ ).

Проведенный корреляционный анализ показал наличие статистически достоверной отрицательной корреляции между уровнями С-реактивного белка и железа в послеоперационном периоде: на 2-м этапе —  $R=-0,37$ ,  $p=0,0017$ ; на 3-м этапе —  $R=-0,68$ ,  $p<0,0001$ .

### Обсуждение

Таким образом, в нашем исследовании было показано, что уровень сывороточного железа и С-реактивного белка в послеоперационном периоде изменяется в зависимости от травматичности хирургического вмешательства.

В настоящее время имеется сравнительно небольшое число исследований по изучению уровня С-реактивного белка при отдельных хирургических вмешательствах (преимущественно высокотравматичных — тотальные эндопротезирования крупных суставов и кардиохирургические операции на открытом сердце), однако комплексное изучение СРБ при различных по травматичности операциях не проводилось [6, 8, 11]. При этом в некоторых зарубежных исследованиях уровень СРБ используется как ранний маркер развития у пациентов хирургических или инфекционных осложнений в послеоперационном периоде [12, 13].

Полученные нами данные продемонстрировали, что максимальное повышение содержания СРБ у пациентов после всех указанных хирургических вмешательств произошло через 48-72 часа после операции. Данный временной интервал был выявлен и в ряде других исследований. Так, в работе Park K. et al. изучался уровень С-реактивного белка ( $n=320$ ) у пациентов с тотальным эндопротезированием коленного сустава. Полученные данные показали, что уровень СРБ максимально увеличивался через 48

часов после операции. При этом к нормальным значениям он снижался до 40 дней [14].

Динамика уровня СРБ изучалась и при различных кардиохирургических вмешательствах. В исследовании Петровой О.В. с соавт. изучалась динамика уровня СРБ у пациентов ( $n=90$ ) после кардиохирургических операций [15]. Было выявлено увеличение СРБ также через 72 часа после проводимых хирургических операций. В другом систематическом обзоре (21 исследование,  $n=1655$ ) было установлено повышение уровня СРБ в среднем через 48 часов после проведенных кардиохирургических операций [16].

При отдельных ЛОР-операциях было установлено достоверное увеличение уровня СРБ на 1-е сутки после операции (до  $15,6 \pm 34,6$  мг/л). Однако в данном исследовании в последующие сутки анализ СРБ не выполнялся [17]. Других исследований, где изучалась бы динамика уровня СРБ при ангиохирургических и ЛОР-операциях, нами обнаружено не было.

Обсуждается, что показатели, связанные с метаболизмом железа (ферритин, сывороточное железо), изменяются в результате воздействия хирургической травмы [18]. Так, в данном исследовании было установлено снижение уровня сывороточного железа у пациентов на 1 сутки после проведения холецистэктомии. Снижение уровня железа после хирургической травмы связывают с увеличением вследствие активации воспалительных цитокинов уровня ферритина, который связывает железо, препятствуя тем самым росту бактерий. Возможно, на уровень железа влияет и пептидный гормон гепсидин, который снижает транспорт железа из клеток и является одним из белков острой фазы воспаления [18].

В нашем исследовании также было установлено значительное снижение уровня сывороточного железа после всех оперативных вмешательств. Нами была выявлена достоверная отрицательная корреляция между уровнем сывороточного железа и С-реактивного белка на 2-м и 3-м этапах исследования, что свидетельствует об общем влиянии на изменение данных показателей операционной травмы и активирующейся в результате этого системной воспалительной реакции. В том числе нами было установлено, что уровень нарастания СРБ и снижения сывороточного железа достоверно коррелировал как с возрастом пациента, так и с длительностью проводимого оперативного вмешательства.

Известно, что уровень СРБ и сывороточного железа может значительно изменяться у пациентов при присоединении инфекции и активации системной воспалительной реакции. В нашем исследовании мы отдельно не ана-

лизировали уровни СРБ и железа у пациентов после плановых хирургических вмешательств с развившимися инфекционными осложнениями в раннем послеоперационном периоде ввиду их низкой частоты возникновения. При этом необходимы дальнейшие исследования по совместному изучению уровней СРБ и сывороточного железа в периоперационном периоде, в том числе у пациентов с наличием ранних хирургических и инфекционных осложнений. Полученные данные могут помочь в раннем распознавании у прооперированных пациентов данных грозных осложнений.

Комплексный анализ динамики сывороточного железа и СРБ, по нашему мнению, можно использовать для количественной оценки травматичности хирургических операций на разных анатомических областях, а также, возможно, для быстрого распознавания ранних послеоперационных осложнений.

### Выводы

Максимальное повышение содержания С-реактивного белка у пациентов произошло через 48-72 часа после операции и составило 69,83 (43,5; 113,38) мг/л после травматологических операций, 187,65 (113,04; 238) мг/л после кардиохирургических операций, 25,67 (13,93; 44,35) мг/л после ангиохирургических операций и 22,05 (3,48; 51,43) мг/л после ЛОР-операций.

Содержание сывороточного железа снижается через 20-24 часа после выполнения оперативных вмешательств: в 4,7 раза для кардиохирургических операций, в 3 раза для травматологических операций и в 2,4 раза для ЛОР-операций.

Анализ динамики уровней С-реактивного белка и сывороточного железа может быть независимым критерием травматичности оперативных вмешательств и может применяться для количественного сравнения операций в различных анатомических областях.

### Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получали.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что конфликт интересов отсутствует.

### Этические аспекты. Одобрение комитета по этике

Исследование одобрено этическим комитетом УЗ «Могилевская областная клиническая больница».

### ЛИТЕРАТУРА

1. Gabay C, Kushner I. Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation. *N Engl J Med.* 1999 Feb 11;340(6):448-54. doi: 10.1056/NEJM199902113400607
2. Tachyla SA, Marochkov AV, Lipnitski AL, Nikiforova YG. The prognostic value of procalcitonin, C-reactive protein and cholesterol in patients with an infection and multiple organ dysfunction. *Korean J Anesthesiol.* 2017 Jun;70(3):305-10. doi: 10.4097/kjae.2017.70.3.305
3. Verma S, Szmítko PE, Yeh ET. C-reactive protein: structure affects function. *Circulation.* 2004 Apr 27;109(16):1914-17. doi: 10.1161/01.CIR.0000127085.32999.64
4. Du Clos TW. Function of C-reactive protein. *Ann Med.* 2000 May;32(4):274-78. doi: 10.3109/07853890009011772
5. Kingsley A, Jones V. Diagnosing wound infection: the use of C-reactive protein. *Wounds UK.* 2008;4(4):32-46.
6. Дудко ВА, Субботина ЕА, Политов ИВ, Липницкий АЛ, Кулик АС, Марочков АВ. Динамика содержания С-реактивного белка в сыворотке крови при анестезиологическом обеспечении хирургических вмешательств. *Вестн ВГМУ.* 2020;19(1):59-65. doi: 10.22263/2312-4156.2020.1.59
7. Абелевич АИ, Марочков АВ, Абелевич ОМ, Добрянская НИ. Метод ранней реабилитации и динамика содержания С-реактивного белка в сыворотке крови у пациентов после эндопротезирования коленного сустава. *Журн ГрГМУ.* 2019;17(4):420-25. doi: 10.25298/2221-8785-2019-17-4-420-425
8. Ставчиков ЕЛ, Зиновкин ИВ, Марочков АВ, Махнач АЕ, Росинская МН. Динамика содержания С-реактивного белка у пациентов при выполнении радикальной флебэктомии на нижней конечности. *Журн ГрГМУ.* 2021;18(4):436-40. doi: <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2020-18-4-436-440>
9. Bitkover CY, Hansson LO, Valen G, Vaage J. Effects of cardiac surgery on some clinically used inflammation markers and procalcitonin. *Scand Cardiovasc J.* 2000 Jun;34(3):307-14. doi: 10.1080/713783128
10. Hoppe M, Lönnerdal B, Hossain B, Olsson S, Nilsson F, Lundberg PA, Rödger S, Hulthén L. Hepcidin, interleukin-6 and hematological iron markers in males before and after heart surgery. *J Nutr Biochem.* 2009 Jan;20(1):11-16. doi: 10.1016/j.jnutbio.2007.11.008
11. Тишкевич ИГ, Марочков АВ, Ливинская ВА, Марочков АА, Курашов МС. Динамика содержания С-реактивного белка и железа сыворотки крови у пациентов при кардиохирургических операциях. *Вестн ВГМУ.* 2023;22(3):63-70. doi: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2023.3.63>
12. Perrella A, Giuliani A, De Palma M, Castriconi M, Molino C, Vennarecci G, Antropoli C, Esposito C, Calise F, Frangiosa A; Infection in Surgery Study Group AORN A. Cardarelli. C-reactive protein but not procalcitonin may predict antibiotic response and outcome in infections following major abdominal

surgery. *Updates Surg.* 2022 Apr;74(2):765-71. doi: 10.1007/s13304-021-01172-7

13. Yeung DE, Peterknecht E, Hajibandeh S, Hajibandeh S, Torrance AW. C-reactive protein can predict anastomotic leak in colorectal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Colorectal Dis.* 2021 Jun;36(6):1147-62. doi: 10.1007/s00384-021-03854-5

14. Park KK, Kim TK, Chang CB, Yoon SW, Park KU. Normative Temporal Values of CRP and ESR in Unilateral and Staged Bilateral TKA. *Clin Orthop Relat Res.* 2008 Jan;466(1):179-88. doi: 10.1007/s11999-007-0001-x

15. Петрова ОВ, Гордеева ОБ, Шашин СА, Тарасов ДГ. Значение С-реактивного белка у кардиохирургических больных. *Астрах Мед Журн.* 2015;10(2):63-71. <https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-s-reaktivnogo-belka-u-kardiohirurgicheskikh-bolnyh>

16. Farias JS, Villarreal EG, Dhargalkar J, Kleinhaus A, Flores S, Loomba RS. C-reactive protein and procalcitonin after congenital heart surgery utilizing cardiopulmonary bypass: When should we be worried? *J Card Surg.* 2021 Nov;36(11):4301-307. doi: 10.1111/jocs.15952

17. Geißler K, Brock R, Meißner W, Kiehntopf M, Guntinas-Lichius O. Association between preoperative serum C-reactive protein level and leukocyte count and postoperative pain after otolaryngological surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2023 Aug;280(8):3877-84. doi: 10.1007/s00405-023-07980-4

18. Vila Zárate C, Martín González C, González Álvarez RJ, Soto Darias I, Díaz Pérez B, Abreu González P, Medina Arana V, Martínez Riera A. Ferritin, Serum Iron and Hemoglobin as Acute Phase Reactants in Laparoscopic and Open Surgery of Cholecystectomy: An Observational Prospective Study. *Pathophysiology.* 2022 Oct 11;29(4):583-594. doi: 10.3390/pathophysiology29040045

## REFERENCES

1. Gabay C, Kushner I. Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation. *N Engl J Med.* 1999 Feb 11;340(6):448-54. doi: 10.1056/NEJM199902113400607

2. Tachyla SA, Marochkov AV, Lipnitski AL, Nikiforova YG. The prognostic value of procalcitonin, C-reactive protein and cholesterol in patients with an infection and multiple organ dysfunction. *Korean J Anesthesiol.* 2017 Jun;70(3):305-10. doi: 10.4097/kjae.2017.70.3.305

3. Verma S, Szmitko PE, Yeh ET. C-reactive protein: structure affects function. *Circulation.* 2004 Apr 27;109(16):1914-17. doi: 10.1161/01.CIR.0000127085.32999.64

4. Du Clos TW. Function of C-reactive protein. *Ann Med.* 2000 May;32(4):274-8. doi: 10.3109/07853890009011772

5. Kingsley A, Jones V. Diagnosing wound infection: the use of C-reactive protein. *Wounds UK.* 2008;4(4):32-46.

6. Dudko VA, Subotsina KA, Politov IV, Lipnitski AL, Kulik AS, Marochkov AV. The dynamics of the content of C-reactive protein in blood serum during anesthetic management of surgical interventions. *Vestnik VGMU.* 2020;19(1):59-65. doi: 10.22263/2312-4156.2020.1.59 (In Russ.)

7. Abialevich AI, Marochkov AV, Abialevich OM,

Dobryanskaya NI. The method of early rehabilitation and the dynamics of the content of C-reactive protein in the serum of patients after total knee arthroplasty. *Journal of GrSMU.* 2019;17(4):420-425. <http://dx.doi.org/10.25298/2221-8785-2019-17-4-420-425>. (In Russ.)

8. Stavchikov EL, Zinovkin IV, Marochkov AV, Makhnach AE, Rosinskaya MN. Dynamics of C-reactive protein content in patients undergoing radical phlebectomy on the lower limb. *Journal of GrSMU.* 2021;18(4):436-40. doi: <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2020-18-4-436-440> (In Russ.)

9. Bitkover CY, Hansson LO, Valen G, Vaage J. Effects of cardiac surgery on some clinically used inflammation markers and procalcitonin. *Scand Cardiovasc J.* 2000 Jun;34(3):307-14. doi: 10.1080/713783128

10. Hoppe M, Lönnerdal B, Hossain B, Olsson S, Nilsson F, Lundberg PA, Rödger S, Hulthén L. Hepcidin, interleukin-6 and hematological iron markers in males before and after heart surgery. *J Nutr Biochem.* 2009 Jan;20(1):11-16. doi: 10.1016/j.jnutbio.2007.11.008

11. Tishkevich IG, Marochkov AV, Livinskaya VA, Marochkov AA, Kurashov MS. The dynamics of serum C-reactive protein and iron concentration in patients during cardiac surgical operations. *Vest VGMU.* 2023;22(3):63-70. doi: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2023.3.63> (In Russ.)

12. Perrella A, Giuliani A, De Palma M, Castriconi M, Molino C, Vennarecci G, Antropoli C, Esposito C, Calise F, Frangiosa A; Infection in Surgery Study Group AORN A. Cardarelli. C-reactive protein but not procalcitonin may predict antibiotic response and outcome in infections following major abdominal surgery. *Updates Surg.* 2022 Apr;74(2):765-71. doi: 10.1007/s13304-021-01172-7

13. Yeung DE, Peterknecht E, Hajibandeh S, Hajibandeh S, Torrance AW. C-reactive protein can predict anastomotic leak in colorectal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Colorectal Dis.* 2021 Jun;36(6):1147-62. doi: 10.1007/s00384-021-03854-5

14. Park KK, Kim TK, Chang CB, Yoon SW, Park KU. Normative Temporal Values of CRP and ESR in Unilateral and Staged Bilateral TKA. *Clin Orthop Relat Res.* 2008 Jan;466(1):179-88. doi: 10.1007/s11999-007-0001-x

15. Петрова ОВ, Гордеева ОБ, Шашин СА, Тарасов ДГ. Значение S-реактивного белка у кардиохирургических больных. The role of C-reactive protein in cardiac surgery patients. *Астрах Мед Журн.* 2015;10(2):63-71. <https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-s-reaktivnogo-belka-u-kardiohirurgicheskikh-bolnyh> (In Russ.)

16. Farias JS, Villarreal EG, Dhargalkar J, Kleinhaus A, Flores S, Loomba RS. C-reactive protein and procalcitonin after congenital heart surgery utilizing cardiopulmonary bypass: When should we be worried? *J Card Surg.* 2021 Nov;36(11):4301-307. doi: 10.1111/jocs.15952

17. Geißler K, Brock R, Meißner W, Kiehntopf M, Guntinas-Lichius O. Association between preoperative serum C-reactive protein level and leukocyte count and postoperative pain after otolaryngological surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2023 Aug;280(8):3877-84. doi: 10.1007/s00405-023-07980-4

18. Vila Zárate C, Martín González C, González Álvarez RJ, Soto Darias I, Díaz Pérez B, Abreu

González P, Medina Arana V, Martínez Riera A. Ferritin, Serum Iron and Hemoglobin as Acute Phase Reactants in Laparoscopic and Open Surgery of

Cholecystectomy: An Observational Prospective Study. *Pathophysiology*. 2022 Oct 11;29(4):583-594. doi: 10.3390/pathophysiology29040045

**Адрес для корреспонденции**

**Address for correspondence**

212016, Республика Беларусь,  
г. Могилёв, ул. Бельницкого-Бирули, 12,  
Могилёвская областная клиническая больница,  
отделение по координации забора органов  
и тканей для трансплантации,  
тел.: +375 222 62-75-95,  
e-mail: Lipnitski.al@gmail.com,  
Липницкий Артур Леонидович

212016, Republic of Belarus,  
Mogilev, Belynitsky-Biruli st. 12,  
Mogilev Regional Clinical Hospital,  
Department for Coordinating the Collection  
of Organs and Tissues for Transplantation,  
tel.: +375 222 62-75-95,  
e-mail: Lipnitski.al@gmail.com,  
Lipnitsky Artur L.

**Сведения об авторах**

**Information about the authors**

Липницкий Артур Леонидович, к.м.н., врач – анестезиолог-реаниматолог, заведующий отделением по координации забора органов и тканей для трансплантации, Могилёвская областная клиническая больница, доцент филиала кафедр анестезиологии и реаниматологии с курсом ФПК и ПК и госпитальной хирургии с курсом ФПК и ПК УО «Витебский государственный медицинский университет», г. Могилев, Республика Беларусь.

Lipnitsky Artur Leonidovich, PhD, Anesthesiologist-Resuscitator, Head of the Department for Coordinating the Collection of Organs and Tissues for Transplantation, Mogilev Regional Clinical Hospital, Associate Professor of the Branch of the Departments of Anesthesiology and Resuscitation with a Course of FPK and PC and Hospital Surgery with a Course of FPK and PC EE «Vitebsk State Medical University», Mogilev, Republic of Belarus.

<https://orcid.org/0000-0002-2556-4801>

<https://orcid.org/0000-0002-2556-4801>

Марочков Алексей Викторович, д.м.н., профессор, врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации, Могилёвская областная клиническая больница, профессор филиала кафедр анестезиологии и реаниматологии с курсом ФПК и ПК и госпитальной хирургии с курсом ФПК и ПК УО «Витебский государственный медицинский университет», г. Могилев, Республика Беларусь.

Marochkov Alexey Viktorovich, MD, professor, Anesthesiologist-Resuscitator of the Department of Anesthesiology and Resuscitation, Mogilev Regional Clinical Hospital, Professor of the Branch of the Departments of Anesthesiology and Resuscitation with a Course of FPK and PK and Hospital Surgery with a Course of FPK and PK. Vitebsk Institution State Medical University», Mogilev, Republic of Belarus.

<https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>

<https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>

Савостенко Игорь Яковлевич, врач-хирург отделения хирургии УЗ «Могилевская областная клиническая больница», г. Могилев, Республика Беларусь.

Savostenko Igor Yakovlevich, Surgeon, Department Of Surgery, Mogilev Regional Clinical Hospital, Mogilev, Republic of Belarus.

<https://orcid.org/0009-0004-4751-5551>

<https://orcid.org/0009-0004-4751-5551>

Вьюхина Елена Владимировна, врач-оториноларинголог (заведующий) отделения оториноларингологии УЗ «Могилевская областная клиническая больница», г. Могилев, Республика Беларусь.

Vyukhina Elena Vladimirovna, Otorhinolaryngologist, Head of the Otorhinolaryngology Department of the Mogilev Regional Clinical Hospital, Mogilev, Republic of Belarus.

<https://orcid.org/0009-0004-9029-9962>

<https://orcid.org/0009-0004-9029-9962>

Ставчиков Евгений Леонидович, врач-хирург отделения гнойной хирургии УЗ «Могилевская областная клиническая больница», старший преподаватель филиала кафедр анестезиологии и реаниматологии с курсом ФПК и ПК и госпитальной хирургии с курсом ФПК и ПК УО «Витебский государственный медицинский университет», г. Могилев, Республика Беларусь.

Stavchikov Evgeny Leonidovich, Surgeon of the Department of Purulent Surgery of the Mogilev Regional Clinical Hospital, Senior Lecturer of the Branch of the Departments of Anesthesiology and Resuscitation with a Course of FPK and PC and Hospital Surgery with a Course of FPK and PC of the Vitebsk State Medical University, Mogilev, Republic of Belarus.

<https://orcid.org/0000-0001-5147-5274>

<https://orcid.org/0000-0001-5147-5274>

Тишкевич Игорь Геннадьевич, врач-кардиохирург отделения кардиохирургии, УЗ «Могилевская областная клиническая больница», г. Могилев, Республика Беларусь.

Tishkevich Igor Gennadievich, Cardiac Surgeon, Department of Cardiac Surgery, Mogilev Regional Clinical Hospital, Mogilev, Republic of Belarus.

<https://orcid.org/0000-0003-3616-1933>

<https://orcid.org/0000-0003-3616-1933>

**Информация о статье**

**Article history**

Поступила 1 апреля 2024 г.  
Принята в печать 26 апреля 2024 г.  
Доступна на сайте 25 августа 2024 г.

Arrived: 1 April 2024  
Accepted for publication: 26 April 2024  
Available online: 25 August 2024