

**СОСТОЯНИЕ ГОМЕОСТАЗА У КРЫС С ТЕРМИЧЕСКИМ ОЖОГОМ КОЖИ, ПОЛУЧЕННЫМ В СРЕДНЕМ ПЕРИОДЕ БЕРЕМЕННОСТИ**

**Т. В. Ковальчук-Болбатун, В. В. Зинчук, С. М. Смотрин, И. Э. Гуляй**  
Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

*Введение.* В современной медицине проблема лечения термических ожогов кожи у беременных остается актуальной в связи с недостаточным исследованием патологических процессов, происходящих в организме будущей матери с термическим поражением.

*Цель исследования.* Оценить состояние гомеостаза у крыс с термическим ожогом кожи в среднем периоде беременности.

*Материал и методы.* Экспериментальное исследование проводилось на 36 самках беспородных белых крыс массой 250-350 г, которым производился термический ожог кожи в среднем периоде беременности. Изучались процессы перекисного окисления липидов и суммарное содержание нитрат/нитритов, исследовались кислородтранспортная функция крови и основные биохимические показатели крови.

*Результаты.* Термический ожог кожи у крыс в среднем периоде беременности приводит к развитию гипоксии, судя по уменьшению значений  $pO_2$  и  $SO_2$ , а также к уменьшению сродства гемоглобина к кислороду. При этом развивается окислительный стресс, а также наблюдается увеличение содержания нитрат/нитритов, что отражает нарушения функционирования L-аргинин-NO системы, обуславливая изменения кислородсвязывающих свойств крови и формируя прооксидантно-антиоксидантный дисбаланс. Изменения основных биохимических показателей крови подтверждают наличие эндогенной интоксикации.

*Выводы.* Выявленные нарушения гомеостаза у беременных крыс с термическим ожогом кожи свидетельствуют о важной роли кислородзависимых процессов в патогенезе термической травмы, что необходимо учитывать при разработке соответствующих мероприятий, направленных на устранение нарушений данной патологии.

**Ключевые слова:** термическая травма, беременность, кожа, гомеостаз, крыса.

**Для цитирования:** Состояние гомеостаза у крыс с термическим ожогом кожи, полученным в среднем периоде беременности / Т. В. Ковальчук-Болбатун, В. В. Зинчук, С. М. Смотрин, И. Э. Гуляй // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2021. Т. 19, № 4. С. 418-423. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2021-19-4-418-423>.

### **Введение**

Проблема термических поражений продолжает занимать одно из важных мест в экспериментальной и клинической медицине. Несмотря на большое число работ, посвященных изучению влияния ожоговой травмы на организм, практически нет исследований по изучению влияния термических ожогов кожи на течение беременности. Термические повреждения, особенно обширные по площади и значительные по глубине, могут представлять серьезную угрозу как для жизни беременной женщины, так и для плода [1]. При таких ожогах возникают значительные сдвиги как в функции, так и в морфологии почти всех органов и систем. Тяжесть состояния зависит от выраженности гипоксии, развивающейся вследствие нарушения кислородного гомеостаза. Существенное уменьшение потребления кислорода на фоне повышенных потребностей в нем приводит к гипоксическому повреждению клеток и глубокому нарушению метаболизма [2]. В качестве одного из первостепенных факторов патогенеза полиорганной недостаточности при термических ожогах выделяют также чрезмерную активацию свободнорадикальных процессов, на фоне снижения антиоксидантной защиты (АОЗ), что ведет к развитию окислительного стресса [3].

Известно, что у крысы, по аналогии с беременными женщинами, гемохориальный тип плацентации и, идентично трем триместрам беременности, трехнедельная гестация. Это позволяет в экс-

перименте в динамике ультракороткого времени беременности более углубленно изучить нарушения, происходящие в организме беременной с термическим ожогом кожи [4]. Учитывая данные литературы о том, что термическая травма чаще наблюдается во втором триместре беременности, целесообразно исследование состояния гомеостаза у крыс с термическим ожогом кожи в среднем периоде беременности [5].

**Цель исследования** – оценить состояние гомеостаза у крыс с термическим ожогом кожи в среднем периоде беременности.

### **Материал и методы**

Экспериментальное исследование проводилось на 36 беременных самках беспородных белых крыс массой 300-350 г, которые были разделены на две контрольные и две опытные группы в зависимости от срока выведения животных из эксперимента (по 9 крыс в каждой группе). Все животные содержались в стандартных условиях вивария при свободном доступе к воде и пище, на одинаковом пищевом рационе в соответствии с нормами содержания лабораторных животных, 12/12-часовом режиме освещения и темноты. С разрешения этического комитета УО «Гродненский государственный медицинский университет» и согласно Европейской конвенции о гуманном обращении с лабораторными животными ожог наносили после введения тиопентала натрия (внутрибрюшинно, в дозе 50 мг/кг). Методика выполнения экспериментальной травмы предусматривала ожог III степени освобожден-

ной от шерсти кожи спины. Ожог наносили на десятые сутки беременности (первым днем беременности считался день обнаружения сперматозоидов во влагалищных мазках) горячей жидкостью (вода) 99-100°C в течение 15 секунд специально разработанным устройством [6]. В результате воздействия термического агента создавались стандартные по площади (около 12 см<sup>2</sup>) ожоговые раны. После нанесения термического ожога на рану крепили предохранительную камеру [7]. Под адекватным наркозом (50-60 мг/кг тиопентала натрия интраперитонеально) на третьи и десятые сутки от момента нанесения ожога животные выводились из эксперимента, производился забор смешанной венозной крови путем интракардиальной пункции.

В крови на газоанализаторе Stat Profile рНОх plus L при 37°C определяли показатели КТФ: парциальное давление кислорода (рО<sub>2</sub>), степень оксигенации (SO<sub>2</sub>). Сродство гемоглобина к кислороду (СГК) оценивали по показателю р50<sub>реал.</sub> (рО<sub>2</sub> крови при 50% насыщении ее кислородом). По формулам Severinghaus [8] рассчитывали значение р50<sub>станд.</sub>

Активность свободнорадикальных процессов оценивали по содержанию первичных – диеновые конъюгаты (ДК), и промежуточных – малоновый диальдегид (МДА) продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ). Уровень ДК в плазме определяли по интенсивности поглощения липидным экстрактом монохроматического светового потока в области спектра 232-234 нм, характерного для конъюгированных диеновых структур гидроперекисей липидов [9]. Оптическую плотность измеряли на спектрофлуориметре SM 2203 «СОЛАР» (Беларусь) при длине волны 233 нм по отношению к контролю. Концентрацию ДК выражали в ΔD<sub>233</sub>/мл. Содержание МДА оценивали по взаимодействию с 2'-тиобарбитуровой кислотой, которая при нагревании в кислой среде приводит к образованию триметинового комплекса розового цвета [9]. Интенсивность окраски измеряли спектрофотометрически на спектрофотометре PV1251С «СОЛАР» (Беларусь) при длине волны 535 нм по отношению к контролю. Концентрацию МДА выражали в мкмоль/л. Для определения активности каталазы в плазме использовали метод М. Корольюк [10], основанный на спектрофотометрической регистрации количества окрашенного продукта реакции Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub> с молибденовокислым аммонием, имеющим максимальное светопоглощение при длине волны 410 нм. Активность каталазы выражали в нмольН<sub>2</sub>О<sub>2</sub>/мин/мг белка. За единицу активности принимали количество фермента, катализирующее образование 1 ммоль продукта за 1 минуту в условиях испытания. Для определения содержания церулоплазмينا в плазме крови использовали модифицированный метод Равина [9], принцип метода которого основан на окислении р-фенилендамина при участии церулоплазмينا. Концентрацию α-токоферола и ретинола определяли по методу S. L. Taylor [11], основанному на определении интенсивности флуоресценции гексанового экстракта при

длине волны возбуждения 286 нм, испускания – 350 нм (для α-токоферола); при длине волны возбуждения 325 нм, испускания – 470 нм (для ретинола) на спектрофлуориметре SM 2203 «СОЛАР» (Беларусь). В контрольную пробу вместо исследуемого материала вносили аликвоту бидистиллированной воды, в стандартную – рабочего раствора, приготовленного из стандартов α-токоферола и ретинола («Sigma»). Измерение уровня нитрат/нитритов в плазме проводили спектрофотометрическим методом при длине волны 540 нм с реактивом Грисса [12]. Биохимический анализ крови (общий белок, альбумин, креатинин, мочевины, АСТ, АЛТ, щелочная фосфатаза) выполняли на автоматическом биохимическом анализаторе Mindray BS-300 (Китай).

Расчеты выполнялись при помощи функций базового пакета «base» расширения языка программирования «R» [13], специализированного на статистическом анализе. Сравнение показателей между двумя группами выполняли с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни.

### Результаты и обсуждение

У беременных крыс с термическим ожогом кожи в среднем периоде беременности наблюдалось снижение величины рО<sub>2</sub> на третьи сутки от момента травмы на 32,5% (p<0,05) и на 17,0% (p<0,05) – на десятые сутки, а также снижение величины SO<sub>2</sub> на третьи сутки от момента травмы на 27,0% (p<0,05) и на 24,0% (p<0,05) – на 10-е сутки, что свидетельствует об ухудшении кислородного обеспечения организма беременной крысы и развитии гипоксии, в связи с чем представлялось важным оценить характер изменения кислородсвязывающих свойств гемоглобина. На третьи сутки после ожога р50<sub>реал.</sub> увеличилось на 2,8 мм рт. ст. (p<0,05), р50<sub>станд.</sub> – на 2,4 мм рт. ст. (p<0,05), на десятые сутки р50<sub>реал.</sub> оставалось увеличенным на 1,5 мм рт. ст. (p<0,05), р50<sub>станд.</sub> – также на 1,5 мм рт. ст. (p<0,05), что говорит о сдвиге кривой диссоциации оксигемоглобина вправо и уменьшении аффинитета гемоглобина к кислороду (табл. 1).

Состояние прооксидантно-антиоксидантного баланса при моделировании термического ожога кожи у беременных крыс через трое суток характеризовалось значительным подъемом концентрации ДК в плазме крови 2,5 (1,4; 2,7), p<0,05, ΔD<sub>233</sub>/мл в сравнении с контролем 1,2 (1,1; 1,5) ΔD<sub>233</sub>/мл. Уровень данного первичного продукта ПОЛ оставался увеличенным на 100% (p<0,05) и на десятые сутки от момента нанесения ожога. Содержание МДА на третьи сутки было повышено на 52% (p<0,05), на десятые сутки – на 33% (p<0,05). На фоне возросшей активности процессов ПОЛ отмечалось значительное угнетение механизмов АОЗ, проявляющееся уменьшением активности каталазы и уровней α-токоферола и ретинола (табл. 2).

Через трое суток после создания термической травмы наблюдался значительный подъем концентрации церулоплазмينا – 317 (271; 371), p<0,05 в сравнении с контролем – 238 (202;

**Таблица 1.** – Показатели кислородтранспортной функции крови у крыс с термическим ожогом кожи в среднем периоде беременности, Ме (25; 75%)

**Table 1.** – Indicators of oxygen transport function of blood in rats with thermal skin burns in the middle period of pregnancy, Me (25; 75%)

Показатель	Третьи сутки от момента ожога		Десятые сутки от момента ожога	
	контроль	опыт	контроль	опыт
pO <sub>2</sub> (мм рт. ст.)	20,6 (20; 23,7)	13,9 (12,3; 16,4)**	17,4 (16,5; 20,3)	14,4 (13,8; 16)*
SO <sub>2</sub> (%)	30,3 (29,4; 31,6)	22,2 (21,4; 27,1)*	28 (27,1; 28,4)	21,3 (20,5; 24,7)*
p50реал. (мм рт. ст.)	26,7 (26,5; 26,9)	29,5 (28,8; 30,4)*	27,1 (26,7; 27,6)	28,6 (28,1; 29,3)*
p50станд. (мм рт. ст.)	26,3 (26,2; 26,5)	28,7 (28,1; 29,3)*	26,6 (26,4; 26,8)	28,1 (27,1; 28,3)*

Примечание: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$

**Таблица 2.** – Изменения показателей прооксидантно-антиоксидантного баланса у беременных крыс после термического ожога кожи, Ме (25; 75%)

**Table 2.** – Changes in prooxidant-antioxidant balance parameters in pregnant rats after thermal skin burn, Me (25; 75%)

Показатель	Третьи сутки от момента ожога		Десятые сутки от момента ожога	
	контроль	опыт	контроль	опыт
ДК ( $\Delta D_{233}/мл$ )	1,2 (1,1; 1,5)	2,5 (1,4; 2,7)*	1,2 (1,1; 1,4)	2,4 (2,3; 3,5)*
МДА (мкмоль/л)	2,7 (2; 2,3)	4,1 (3,4; 4,8)*	3 (2,5; 3,3)	4 (3,7; 4,4)*
Каталаза (нмоль H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /мин/мг белка)	0,61 (0,46; 0,74)	0,45 (0,42; 0,55)*	0,64 (0,54; 0,75)	0,54 (0,4; 0,63)*
$\alpha$ -токоферол (мкмоль/л)	15,6 (11,4; 23,1)	9,1 (8,4; 10,1)*	14,9 (12,3; 15,6)	9,7 (7,5; 10,7)*
Ретинол (мкмоль/л)	1 (0,71; 1)	0,7 (0,6; 0,86)*	1 (0,9; 1,2)	0,83 (0,79; 0,97)
Церулоплазмин (мг/л)	238 (202; 246)	317 (271; 371)*	222 (160; 314)	334 (262; 420)*

Примечание: \* –  $p < 0,05$

246) мг/л. На десятые сутки высокий уровень церулоплазмينا сохранялся – 334 (262; 420),  $p < 0,05$ , контроль – 222 (160; 314) мг/л. Кроме того что церулоплазмин – это антиоксидант, он относится к позитивным белкам острой фазы, главная задача которых – организация репаративных процессов в зоне повреждения.

В данном исследовании проведена также оценка содержания продуктов утилизации NO (нитрат/нитритов) (табл. 3).

**Таблица 3.** – Изменения концентрации нитрат/нитритов в плазме крови у крыс с термическим ожогом кожи в среднем периоде беременности, Ме (25; 75%)

**Table 3.** – Changes in the concentration of nitrate / nitrite in blood plasma in rats with thermal skin burns in the middle period of pregnancy, Me (25; 75%)

Показатель	Третьи сутки от момента ожога		Десятые сутки от момента ожога	
	контроль	опыт	контроль	опыт
Нитрат/ нитриты (мкмоль/л)	14,2 (13; 14,9)	26,7 (23,5; 44,1)**	16,8 (14,6; 21,9)	23,8 (22,9; 25)*

Наиболее выраженный рост концентрации стабильных метаболитов оксида азота отмечался на третьи сутки после термической травмы (на 88%,  $p < 0,01$ ) и сохранялся на десятые сутки (на 41,7%,  $p < 0,05$ ), что свидетельствует о росте активности L-аргинин-NO системы. Известно, что NO и свободные радикалы кислорода – важный фактор неспецифического иммунитета, участвующий в антимикробной защите, но избыточная продукция свободных радикалов, не компенсируемая антирадикальной защитой, приводит к активации процессов ПОЛ, развитию оксидативного стресса и усугублению тяжести патологического процесса, оказывая биодеструктивное действие [14].

В таблице 4 приведены изменения основных биохимических показателей крови крыс с термическим ожогом кожи в среднем периоде беременности. На третьи сутки после травмы отмечается значительное снижение показателей общего белка и альбумина, которое сохранялось и на десятые сутки, что может быть связано с тем, что альбумины служат резервным источником аминокислот в организме, используются как строительный материал при термических повреждениях. В опытной группе отмечалось так-

**Таблица 4.** – Основные биохимические показатели крови крыс с термическим ожогом кожи в среднем периоде беременности, Ме (25; 75%)

**Table 4.** – The main biochemical parameters of the blood of rats with thermal skin burns in the middle period of pregnancy, Me (25; 75%)

Показатель	Третьи сутки от момента ожога		Десятые сутки от момента ожога	
	контроль	опыт	контроль	опыт
Общий белок (г/л)	62 (60; 65)	50 (48; 51)**	61 (59; 63)	53 (50; 55)**
Альбумин (г/л)	29 (26; 32)	24 (23; 26)**	28 (26; 31)	23 (21; 25)**
Мочевина (ммоль/л)	5,7 (5,1; 5,9)	6,7 (5,7; 8,3)*	5,1 (4,3; 5,6)	6,4 (5,8; 7,1)**
Креатинин (мкмоль/л)	21 (17; 24)	84 (43; 86)**	24 (22; 30)	68 (65; 76)**
АСТ (ед/л)	22 (20; 37)	44 (38; 59)**	28 (14; 31)	47 (36; 54)**
АЛТ (ед/л)	14 (12; 22)	40 (24; 46)**	24 (18; 27)	42 (29; 50)**
Щелочная фосфатаза (ед/л)	72 (61; 106)	77 (68; 100)	55(52; 68)	64 (52; 89)

Примечание: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$

же повышение концентрации мочевины и креатинина. Учитывая, что мочевина – конечный продукт распада белков и маркер эндогенной интоксикации, высокий уровень этого показателя может указывать на повышенную скорость катаболических реакций в ожоговой ране [15]. Наблюдалось умеренное увеличение уровней ферментов АСТ и АЛТ в опытной группе. Значения щелочной фосфатазы достоверно не отличались от контрольных цифр.

### Выводы

1. Термические ожоги кожи у крыс в среднем периоде беременности сопровождаются ухудшением кислородтранспортной функции кро-

ви (снижение значений  $PO_2$  и  $SO_2$ , уменьшение сродства гемоглобина к кислороду).

2. Данное состояние приводит к активации свободнорадикальных процессов, которые проявляются увеличением содержания нитрат/нитритов, ДК и МДА в плазме крови, а также истощением АОЗ (уменьшение активности каталазы и уровней  $\alpha$ -токоферола и ретинола), вследствие чего возникает проокислительно-антиокислительный дисбаланс и развивается окислительный стресс.

3. Выявленные изменения биохимических показателей крови раскрывают картину выраженной эндогенной интоксикации, происходящей в результате термического повреждения.

### Литература

- Шифман, Е. М. Травма во время беременности / Е. М. Шифман, А. В. Пырегов // Медицинский алфавит. – 2010. – Т. 1-2, № 8. – С. 36-38.
- Глуткин, А. В. Кислородтранспортная функция крови и свободнорадикальные процессы при экспериментальном моделировании термического ожога / А. В. Глуткин // Новости хирургии. – 2013. – Т. 21, № 4. – С. 16-24. – doi: 10.18484/2305-0047.2013.4.16.
- Диагностика и лечение ожогового шока : клинические рекомендации [Электронный ресурс] / А. А. Алексеев [и др.]. – Москва, 2014. – 17 с. – Режим доступа: <http://xn--9sdbdebjx7bdduahou3a5d.xn--p1ai/upload/Diagnostika-i-lechenie-ozhogovogo-shoka2.pdf>. – Дата доступа: 10.04.2021.
- Применение природного препарата «Траумель С» для лечения плацентарной недостаточности в эксперименте / Е. Н. Гужвина [и др.] // Астраханский медицинский журнал. – 2011. – Т. 6, № 3. – С. 72-76.
- Acute burn during pregnancy: A retrospective study / E. Rezaei [et al.] // J. Midwifery Reprod. Health. – 2016. – Vol. 4, iss. 1. – P. 540-543. – doi: 10.22038/jmrh.2016.6123.
- Устройство для моделирования ожоговой раны у лабораторного животного : патент 7927 Республики Беларусь : МПК G 09 В 23/00 ; А 61 В 17/00 / А. В. Глуткин, Т. В. Ковальчук, В. И. Ковальчук ; заявитель и патентообладатель Гродненский государственный медицинский университет. – № u 20110577 ; заявлено 15.07.11 ; опубликовано 28.02.12, Официальный бюллетень. № 1. – 3 с.
- Предохранительная камера для экспериментального исследования ожоговой раны у лабораторного животного : патент 7927 Республики Беларусь : МПК G 09 В 23/00 ; А 61 В 17/00 / А. В. Глуткин, Т. В. Ковальчук, В. И. Ковальчук ; заявитель и патентообладатель Гродненский государственный медицинский университет. – № u 20110577 ; заявлено 15.07.11 ; опубликовано 28.02.12, Официальный бюллетень. № 1. – 2 с.
- Saveringhaus, J. W. Blood gas calculator / J. W. Saveringhaus // J. Appl. Physiol. – 1966. – Vol. 21. – P. 1108-1116. – doi: 10.1152/jappl.1966.21.3.1108.
- Камышников, В. С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике / В. С. Камышников. – Минск, 2003. – Т. 2. – 463 с.
- Метод определения активности каталазы / М. А. Королюк [и др.] // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16-19.
- Taylor, S. L. Sensitive fluorometric method for tissue tocopherol analysis / S. L. Taylor, M. P. Lamden, A. L. Tappel // Lipids. – 1976. – Vol. 11 (7). – P. 530-538. – doi: 10.1007/bf02532898.
- Determination of nitrite/nitrate in human biological material by the simple Griess reaction / I. Guevara [et al.] // Clin. Chim. Acta. – 1998. – Vol. 274, № 2. – P. 177-188. – doi: 10.1016/s0009-8981(98)00060-6.
- What is R? [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.r-project.org/about.html>. – Date of access: 10.04.2021.

14. Новикова, И. А. Состояние процессов свободно-радикального окисления и системы антиоксидантной защиты у больных с локальными глубокими ожогами на различных этапах оперативного лечения / И. А. Новикова, Ю. И. Ярец, Л. Н. Рубанов // Проблемы здоровья и экологии. – 2007. – № 4 (14). – С. 48-53.
  15. Биохимические показатели сыворотки крови крыс при лечении ожоговой раны в условиях влажной среды / В. Л. Кузнецова [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24, № 3. – С. 104-108. – doi: 10.12737/article\_59c4a5664962b7.12610607.
- References**
1. Shifman EM, Pyregov AV. Travma vo vremja beremennosti. *Medicinskij alfavit* [Medical alphabet]. 2010;1-2(8):36-38. (Russian).
  2. Hlutkin AV. Kislородtransportnaja funkcija krovi i svobodnoradikalnye processy pri jeksperimentalnom modelirovanii termicheskogo ozhoga [Oxygen-transport function of blood and free radical processes at experimental modeling of the thermal burn]. *Novosti Khirurgii* [Surgery News]. 2013;21(4):16-24. (Russian). doi: 10.18484/2305-0047.2013.4.16.
  3. Alekseev AA, Krutikov MG, Shlyk IV, Levin GJa, Ushakova TA, Tjurnikov JuI, Bogdanov SB, Bobrovnikov AJe. *Diagnostika i lechenie ozhogovogo shoka: klinicheskie rekomendacii* [Internet]. Moscow; 2014. 17 p. Available from: <http://xn----9sdbbejx7bdduahu3a5d.xn-p1ai/upload/Diagnostika-i-lechenie-ozhogovogo-shoka2.pdf> (Russian).
  4. Guzvina EN, Ilenko LI, Tumanova EL, Trizno NN, Bahmutova LA. Primenenie prirodnoho preparata "Traumel S" dlja lechenija placentarnoj nedostatochnosti v jeksperimente [The usage of natural preparation "Traumel C" for the correction of placental insufficiency in experiment]. *Astrahanskij medicinskij zhurnal* [Astrakhan Medical Journal]. 2011;6(3):72-76. (Russian).
  5. Rezaei E, Beiragi-Toosi A, Aliakbarian H, Reza Alijani H, Shariat-Gonabadi G. Acute burn during pregnancy: A retrospective study. *J. Midwifery Reprod. Health*. 2016;4(1):540-543. doi: 10.22038/jmrh.2016.6123.
  6. Hlutkin AV, Kovalchuk TV, Kovalchuk VI, inventors; Grodno State Medical University, assignee. *Ustrojstvo dlja modelirovanija ozhogovoj rany u laboratornogo zhivotnogo*. BY patent 7927. 2012 Fev 28. (Russian).
  7. Hlutkin AV, Kovalchuk TV, Kovalchuk VI, inventors; Grodno State Medical University, assignee. *Predohranitel'naja kamera dlja jeksperimentalnogo issledovanija ozhogovoj rany u laboratornogo zhivotnogo*. BY patent 7926. 2012 Fev 28. (Russian).
  8. Saveringhaus JW. Blood gas calculator. *J. Appl. Physiol*. 1966;21:1108-1116. doi: 10.1152/jappl.1966.21.3.1108.
  9. Kamyshnikov VS. *Spravochnik po kliniko-biohimicheskoj laboratornoj diagnostike* [Reference book on clinical biochemical laboratory diagnosis]. Vol. 2. Minsk; 2003. 463 p. (Russian).
  10. Korolyuk MA, Ivanova II, Maiorova IG, Tokarev VE. Metod opredelenija aktivnosti katalazy [A method for measuring catalase activity]. *Laboratornoe delo*. 1988;1:16-19. (Russian).
  11. Taylor SL, Lamden MP, Tappel AL. Sensitive fluorometric method for tissue tocopherol analysis. *Lipids*. 1976;11(7):530-538. doi: 10.1007/bf02532898.
  12. Guevara I, Iwanejko J, Dembińska-Kieć A, Pankiewicz J, Wanat A, Anna P, Gołąbek I, Bartuś S, Malczewska-Malec M, Szczudlik A. Determination of nitrite/nitrate in human biological material by the simple Griess reaction. *Clin. Chim. Acta*. 1998;274(2):177-188. doi: 10.1016/s0009-8981(98)00060-6.
  13. What is R? [Internet]. Available from: <https://www.r-project.org/about.html>
  14. Novicova IA, Yarets JI, Rubanov LN. Sostojanie processov svobodnoradikalnogo okislenija i sistemy antioksidantnoj zashhity u bol'nyh s lokalnymi glubokimi ozhogami na razlichnyh jetapah operativnogo lechenija [Free-radicals oxidathion and antioxidative system condition at patients with local deep burns on different stages of operative treatment]. *Problemy zdorovja i jekologii* [Health and Ecology Issues]. 2007;4(14):48-53. (Russian).
  15. Kuznetsova VL, Soloveva AG, Peretyagin SP, Kostina OV, Presnyakova MV, Peretyagin PV, Luzan AS. Biohimicheskie pokazateli syvorotki krovi krysa pri lechenii ozhogovoj rany v uslovijah vlazhnoj sredy [Biochemical parameters of blood serum in rats during therapy of thermal injury in the water environment]. *Vestnik novyh medicinskih tehnologij* [Journal of new medical technologies]. 2017;24(3):104-108. doi: 10.12737/article\_59c4a5664962b7.12610607. (Russian).

## STATE OF HOMEOSTASIS IN RATS WITH THERMAL SKIN BURNS OBTAINED IN THE MIDDLE PERIOD OF PREGNANCY

**T. V. Kovalchuk-Bolbatun, V. V. Zinchuk, S. M. Smotryn, I. E. Gulyai**

*Grodno State Medical University, Grodno, Belarus*

*Background. In modern medicine, the problem of treating thermal skin burns in pregnant women remains relevant due to insufficient research of pathological processes occurring in the body of a future mother suffering from thermal injury.*

*The aim of the research. To assess the state of homeostasis in rats with thermal skin burns in the middle period of pregnancy.*

*Material and methods. An experimental study was carried out on 36 female outbred white rats weighing 250-350 g, which underwent thermal skin burns in the middle period of pregnancy. The processes of lipid peroxidation and the total content of nitrate / nitrites were studied, the oxygen transport function of the blood and the main biochemical parameters of the blood were assessed.*

*Results. Thermal skin burn in rats in the middle period of pregnancy leads to the development of hypoxia, as judged by the decrease in  $pO_2$  and  $SO_2$  values, as well as a decrease in the affinity of hemoglobin for oxygen. At the same time, oxidative stress develops, and an increase in the content of nitrate / nitrites is also observed, which reflects the dysfunction of the L-arginine-NO system, causing changes in the oxygen-binding properties of the blood and forming*

*a prooxidant-antioxidant imbalance. Changes in the main biochemical parameters of blood confirm the presence of endogenous intoxication.*

*Conclusions. The revealed violations of homeostasis in pregnant rats with thermal skin burns indicate the important role of oxygen-dependent processes in the pathogenesis of thermal injury, which must be taken into account when developing appropriate measures aimed at eliminating violations in this pathology.*

**Keywords:** thermal injury, pregnancy, skin, homeostasis, rat

**For citation:** Kovalchuk-Bolbatun TV, Zinchuk VV, Smotryn SM, Gulyai IE. State of homeostasis in rats with thermal skin burns obtained in the middle period of pregnancy. *Journal of the Grodno State Medical University. 2021;19(4):418-423. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2021-19-4-418-423>.*

---

---

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.  
**Financing.** The study was performed without external funding.

**Соответствие принципам этики.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом.  
**Conformity with the principles of ethics.** The study was approved by the local ethics committee.

**Об авторах / About the authors**

\*Ковальчук-Болбатун Татьяна Викторовна / Kovalchuk-Bolbatun Tatsiana, e-mail: 7881632@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4315-7046

Зинчук Виктор Владимирович / Zinchuk Victor, e-mail: zinchuk@grsmu.by, ORCID: 0000-0002-3077-0474

Смотрин Сергей Михайлович / Smotryn Siarhei, e-mail: s.smotrin@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3944-1124

Гуляй Ирина Эдвардовна / Gulyai Iryna, e-mail: irinagulyai@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6070-6230

\* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

---

---

Поступила / Received: 18.05.2021

Принята к публикации / Accepted for publication: 02.07.2021