

Г. Цяо<sup>1</sup>, С.А. Лепехова<sup>1, 2, 3, 4</sup>, Л.В. Зарицкая<sup>1, 2</sup>, Л.В. Родионова<sup>1, 2</sup>, Н.В. Тишков<sup>1, 2</sup>,  
И.С. Курганский<sup>1</sup>, О.А. Гольдберг<sup>1</sup>, Ю.И. Пивоваров<sup>1</sup>

## ВЛИЯНИЕ НАРУШЕННЫХ УСЛОВИЙ РЕПАРАТИВНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ НА ДИНАМИКУ ГОРМОНОВ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

<sup>1</sup> ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Иркутск, Россия  
<sup>2</sup> ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования»  
Минздрава России, Иркутск, Россия  
<sup>3</sup> ФГБУН Иркутский научный центр СО РАН, Иркутск, Россия  
<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, Иркутск, Россия

*Управление посттравматической регенерацией костной ткани – одна из ключевых проблем в травматологии и ортопедии. Положительное влияние на гомеостаз и репаративную регенерацию костной ткани имеют гормоны щитовидной железы. Целью нашего исследования стало изучение влияния нарушенной репаративной регенерации на содержание тиреоидных гормонов крови в динамике исследования. В эксперименте выявлено, что наиболее выраженным проявлением реакции щитовидной железы на нарушенную репаративную регенерацию костей голени было снижение Т3 общего и периферической конверсии тиреоидных гормонов до 50-х суток исследования.*

**Ключевые слова:** регенерация кости, ложный сустав, гормоны щитовидной железы

## INFLUENCE OF DISTURBED CONDITIONS OF REPARATIVE REGENERATION OF BONE TISSUE ON THE DYNAMICS OF THYROID HORMONES

Q. Guangda<sup>1</sup>, S.A. Lepekhova<sup>1, 2, 3, 4</sup>, L.V. Zaritskaya<sup>1, 2</sup>, L.V. Rodionova<sup>1, 2</sup>, N.V. Tishkov<sup>1, 2</sup>,  
I.S. Kurganskiy<sup>1</sup>, O.A. Goldberg<sup>1</sup>, Y.I. Pivovarov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russian Federation  
<sup>2</sup> Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, Russian Federation  
<sup>3</sup> Irkutsk Scientific Center SB RAS, Irkutsk, Russian Federation  
<sup>4</sup> Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russian Federation

*Managing bone tissue regeneration is a key problem in traumatology and orthopedics. The researches proved that thyroid hormones affect homeostasis and reparative regeneration of bone tissue favorably and promote osteogenesis and bone consolidation.*

*The aim of this research is to study the influence of disturbed reparative regeneration on the concentration of thyroid hormones in blood in the dynamics.*

*Experimental research on rabbits (n = 12) with modelling of disturbed reparative regeneration revealed disorder in thyroid hormones synthesis and different directions of T3 and unbound T3 production on the 35<sup>th</sup> day when the maximum decrease of T3 (2 times) and unbound T3 (1.5 times) compared to normal values was registered. The analysis of production of T4 and unbound T4 revealed suppression of the values from the 1<sup>st</sup> to 50<sup>th</sup> day and gradual increase in unbound T4 from the 50<sup>th</sup> day. The most significant manifestation of thyroid gland reaction on the disturbed reparative regeneration of shin bones was the decrease in T3 and peripheral conversion of thyroid hormones up to 50<sup>th</sup> day with formation of false joint in these terms.*

**Key words:** bone regeneration, neoarthrosis, thyroid hormones

Проблема управления посттравматической регенерацией костной ткани является ключевой в травматологии и ортопедии. Несмотря на прогресс методов профилактики и коррекции нарушенной репаративной регенерации, формирование ложных суставов длинных костей конечностей при их травматических повреждениях остается одной из самых распространенных и тяжелых посттравматических патологий, требующих детального изучения и повышения эффективности лечения [5, 8, 9, 15, 16].

Регуляция остеогенеза при повреждении осуществляется сложным комплексом факторов, включающим механические условия для формирования полноценного регенерата, сосудистые реакции, влияние нейроэндокринной системы, действие метаболитов и ростовых факторов, состояние иммунной системы [3].

Моделирование нарушенных условий репаративной регенерации с отсроченным сопоставлением отломков в эксперименте приводит к формированию ложного сустава на 50-е сутки исследования [12–14].

Исследованиями показано, что гормоны щитовидной железы положительно влияют на гомеостаз и репаративную регенерацию костной ткани, ускоряя рост костей и процессы консолидации [1, 2, 6].

В малых количествах, близких к физиологическим, гормоны щитовидной железы оказывают анаболическое действие на все ткани организма, в средних и больших количествах вызывают энергетический дефицит (термогенный эффект) и усиление катаболизма. При этом катаболизм преобладает над анаболизмом [4].

Факт участия эндокринной системы в ответной реакции на механические повреждения общеизвестен. Но характер гормональных изменений, которые

обусловлены, с одной стороны, патологическими нарушениями, а с другой – саногенетическими факторами, ответственными за формирование и стимуляцию восстановительных и репаративных процессов, изучен недостаточно.

### ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить влияние нарушенной репаративной регенерации на содержание тиреоидных гормонов крови в динамике исследования.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальное исследование проведено с использованием лабораторных животных кроликов породы Шиншилла, самцов массой 3 кг, в возрасте 6 месяцев. Работа выполнена на базе научного отдела экспериментальной хирургии с виварием ФГБНУ «ИНЦХТ». Животных содержали в условиях вивария при свободном доступе к воде и пище соответственно нормативам ГОСТа «Содержание экспериментальных животных в питомниках НИИ» (вет. удостоверение 238 № 000360 от 30.04.2013 г., служба ветеринарии Иркутской области), по утвержденным СОП [7]. Опыты на животных выполнялись в соответствии с правилами лабораторной практики (GLP), приказ № 708н от 23.08.2010 г. «Об утверждении правил лабораторной практики»; правилами гуманного обращения с животными, которые регламентированы «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных», утвержденными Приказом Минздрава СССР № 742 от 13.11.84 г. «Об утверждении правил проведения работ с использованием экспериментальных животных» и № 48 от 23.01.1985 г. «О контроле за проведением работ с использованием экспериментальных животных». Исследование одобрено локальным этическим комитетом. Все оперативные вмешательства проводили в стерильных условиях под общим обезболиванием.

Всем животным ( $n = 12$ ) выполняли модель нарушенных условий репаративной регенерации [11]. В асептических условиях и под общей анестезией животное фиксировали на столике А.И. Сеченова в положении «лежа на спине». После подготовки операционного поля (удаление шерстяного покрова, обработка кожи раствором антисептика трижды) монтировали аппарат внешней фиксации на голень левой задней конечности в оригинальной модификации по схеме:

$$\frac{II\ 2 - 8,4 - 10}{\frac{3}{4}45} \quad \frac{IV\ 2 - 8,4 - 10}{\frac{3}{4}45} \quad \frac{V\ 2 - 8,4 - 10}{\frac{3}{4}45} \quad \frac{VII\ 2 - 8,4 - 10}{\frac{3}{4}45}$$

Далее выполняли остеоперфорацию спицей диаметром 1,5 мм и остеоклазию обеих костей голени кролика. Клинически отмечали полную подвижность костных отломков во всех плоскостях. Сектора чрескостного аппарата соединяли, придавая аппарату исходное состояние с одномоментным разведением на 1 см между средними секторами. Вокруг выхода чрескостных элементов накладывали асептические повязки. Спустя 14 дней проводили одномоментную компрессию до полного сопротивления, после чего

осуществляли стабилизацию аппарата внешней фиксации в этом положении.

Определение показателей гормонов щитовидной железы сыворотки крови подопытных кроликов проводили в лабораторном отделе Центральной научно-исследовательской лаборатории ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования» Минздрава России (ректор – д.м.н., профессор В.В. Шпрах) совместно со старшим научным сотрудником лаборатории к.б.н. Л.В. Зарицкой. Кровь центрифугировали в течение 20 минут в лабораторной центрифуге ОПН-3, с угловой скоростью 3000 об./мин. Полученную сыворотку собирали микропипеткой и замораживали при температуре  $-70\ ^\circ\text{C}$ .

Исследование всех заготовленных образцов проводили в одной серии с использованием стандартного набора реактивов.

Показатели гормонов (трийодтиронин (Т3), нМоль/л; свободный трийодтиронин (Т3<sub>св.</sub>), пМоль/л (пикограмм на миллилитр); тироксин (Т4), нМоль/л; свободный тироксин (Т4<sub>св.</sub>), пМоль/л) определяли в сыворотке крови кроликов ИФА методом.

Забор крови для лабораторных исследований проводили у всех кроликов в утренние часы на голодный желудок на 1-е, 15-е, 35-е и 50-е сутки.

За норму принимали показатели, полученные у шести здоровых животных, содержащихся в одинаковых условиях с экспериментальными.

Все экспериментальные данные исследований были статистически обработаны с использованием программы Statistica (лицензия № AXAR402G263414FA-V) и представлены в виде медианы с нижним и верхним квартилями (25-й и 75-й процентиля). Определение значимости различий, полученных данных ( $p$ ) в сравниваемых выборках проведено с использованием непараметрических методов (критерий Манна – Уитни (U), критерий Вилкоксона (W)) [11].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты оценки динамики изменения гормонов щитовидной железы в условиях нарушенной репаративной регенерации костей голени при формировании ложного сустава представлены в таблице 1.

При оценке общего Т3 (рис. 1а) у животных в условиях нарушенной репаративной регенерации костей голени с формированием ложного сустава в динамике исследования нами было выявлено существенное снижение показателя с первых дней экспериментального исследования, с максимальным снижением на 35-е сутки ( $p_w = 0,02$ ), что было существенно ниже нормального значения ( $p_v = 0,005$ ), на 50-е сутки отмечали существенный рост показателя по сравнению с 35-ми сутками ( $p_w = 0,02$ ); отметим, что показатель сохраняется существенно пониженным по сравнению с нормой ( $p_v = 0,005$ ).

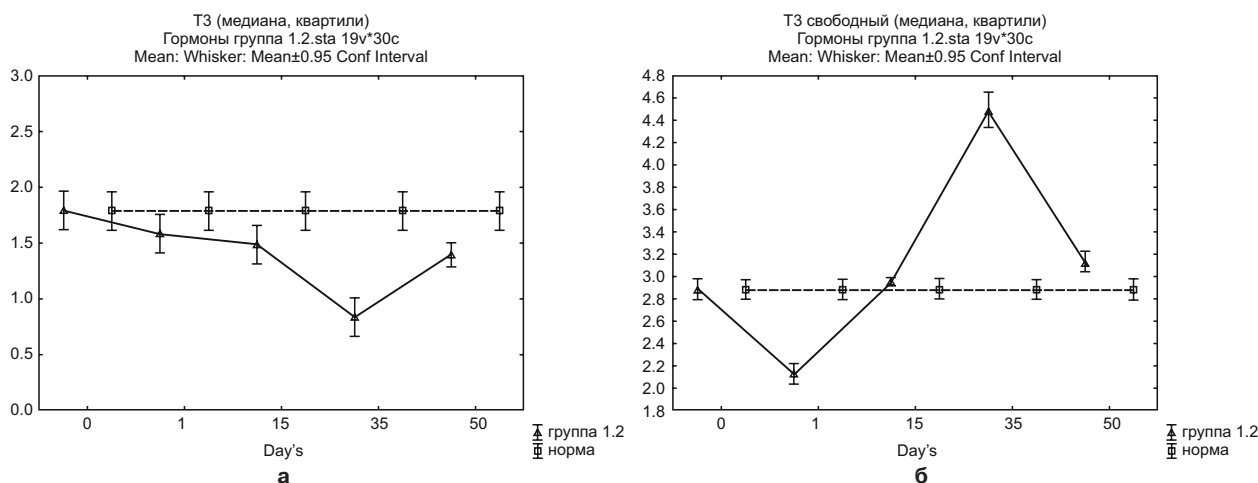
При оценке свободного Т3 (рис. 1б) нами было выявлено существенное снижение показателя с первых дней экспериментального исследования ( $p_v = 0,005$ ),

Таблица 1

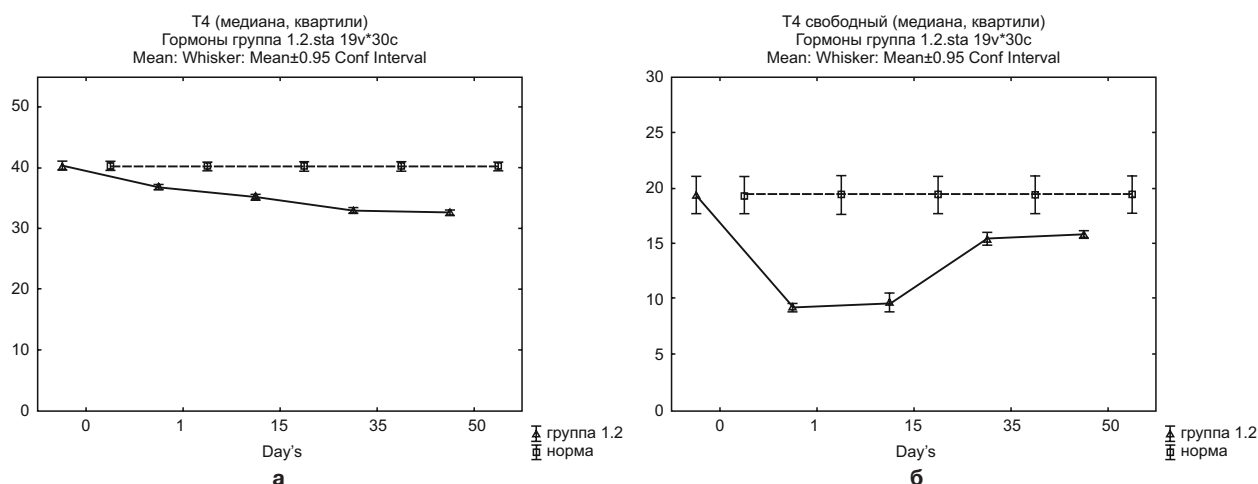
**Динамика гормонов щитовидной железы при формировании ложного сустава в условиях нарушенной репаративной регенерации костей голени (медиана, квартили)**

Показатель	Сутки	Значение	Показатель	Сутки	Значение	Показатель	Сутки	Значение
Т3, нМ/л	1-е	1,58 (1,43–1,73)	Т4, нМ/л	1-е	36,86 (36,54–37,10)*:▲	Т4/Т3	1-е	23,29 (21,29–25,80)
	15-е	1,49 (1,34–1,64)*:▲		15-е	35,29 (35,04–35,42)*:○:▲		15-е	23,76 (21,21–26,87)*
	35-е	0,83 (0,68–0,98)*:○:▲		35-е	32,93 (32,67–33,22):○:▲		35-е	40,09 (33,54–48,01)*:○:▲
	50-е	1,43 (1,30–1,46):○:▲		50-е	32,56 (32,48–33,01)▲		50-е	22,93 (22,25–25,05)°
	Норма	1,79 (1,72–1,88)		Норма	40,31 (39,73–40,92)		Норма	22,36 (21,35–23,55)
Т3 <sub>св.</sub> , пМ/л	1-е	2,12 (2,04–2,23)*:▲	Т4 <sub>св.</sub> , пМ/л	1-е	9,24 (8,91–9,51)▲	Т4 <sub>св.</sub> / Т3 <sub>св.</sub>	1-е	4,31 (4,26–4,37)*:▲
	15-е	2,96 (2,93–2,98)*:○		15-е	9,58 (8,98–10,48)*:▲		15-е	3,23 (3,06–3,51):○:▲
	35-е	4,46 (4,38–4,65)*:○:▲		35-е	15,32 (15,06–15,58)*:○:▲		35-е	3,41 (3,25–3,57)*:▲
	50-е	3,14 (3,05–3,18):○:▲		50-е	15,79 (15,68–16,01):○:▲		50-е	5,11 (4,97–5,19):○:▲
	Норма	2,86 (2,82–2,91)		Норма	19,23 (17,81–20,73)		Норма	6,74 (6,21–7,12)

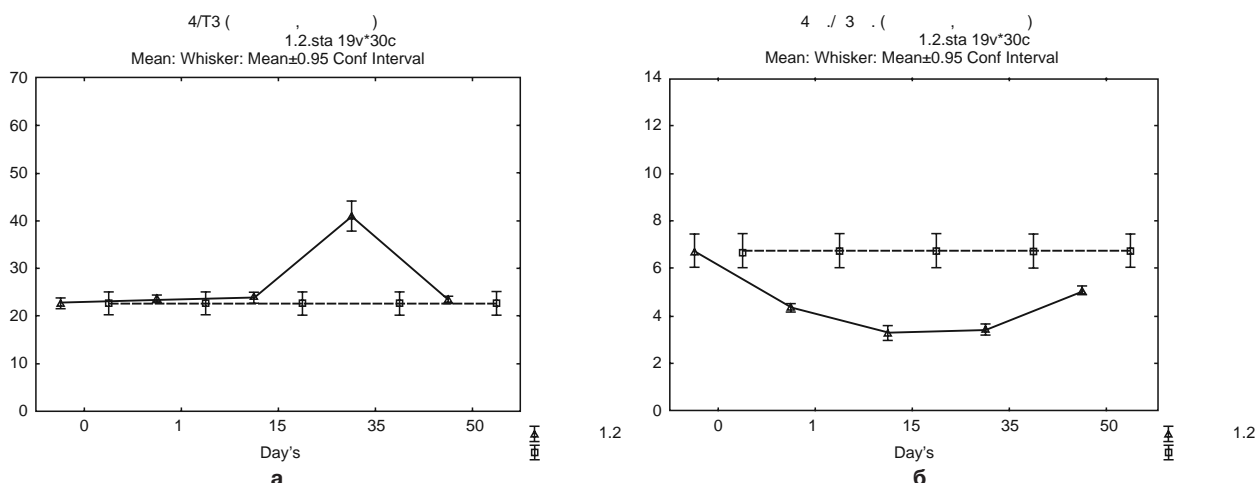
**Примечание.** \* – значимые различия по критерию Вилкоксона по сравнению с последующим показателем ( $p_w \leq 0,05$ ); ○ – значимые различия по критерию Вилкоксона по сравнению с предыдущим показателем ( $p_w \leq 0,05$ ); ▲ – значимые различия по критерию Манна – Уитни при сравнении с показателем нормы ( $p_u \leq 0,05$ ).



**Рис. 1.** Динамика содержания общего Т3 (а) и свободного Т3 (б) в венозной крови кролика в условиях нарушенной репаративной регенерации костей голени с формированием ложного сустава.



**Рис. 2.** Динамика содержания общего Т4 (а) и свободного Т4 (б) в венозной крови кролика в условиях нарушенной репаративной регенерации костей голени с формированием ложного сустава.



**Рис. 3.** Изменения коэффициента Т4/Т3 (а) и индекса периферической конверсии (Т4<sub>св.</sub>/Т3<sub>св.</sub>) (б) у кроликов в условиях нарушенной репаративной регенерации костей голени с формированием ложного сустава.

с подъемом до нормальных значений на 15-е сутки по сравнению с первыми сутками ( $p_w = 0,02$ ), выявленная закономерность сохранялась на 35-е сутки, показатель был существенно выше по сравнению с нормой ( $p_v = 0,005$ ) и по сравнению с 15-ми сутками ( $p_w = 0,02$ ), на 50-е сутки выявляли снижение показателя по сравнению с 35-ми сутками ( $p_w = 0,02$ ), однако отметим, что показатель сохранялся существенно повышенным по сравнению с нормой ( $p_v = 0,01$ ).

При оценке общего Т4 (рис. 2а) у животных в динамике исследования нами было выявлено существенное снижение показателя с первых дней экспериментального исследования по сравнению с нормой ( $p_v = 0,005$ ), на 15-е и 35-е сутки выявленная закономерность сохранялась, до 50-х суток показатель оставался существенно пониженным по сравнению с нормой ( $p_v = 0,005$ ).

При анализе свободной формы Т4 (рис. 2б) нами было выявлено существенное снижение показателя с первых суток исследования по сравнению с нормой ( $p_v = 0,005$ ) с существенным повышением показателя на 35-е по сравнению с 15-ми сутками ( $p_w = 0,002$ ); на 50-е сутки исследования выявленная закономерность сохранялась, однако показатель сохранялся существенно пониженным по сравнению с нормой ( $p_v = 0,04$ ).

При оценке коэффициента Т4/Т3 (рис. 3а) было выявлено незначительное повышение показателя по сравнению с нормой на первые и 15-е сутки, на 35-е сутки отмечали существенное повышение коэффициента по сравнению с нормой ( $p_v = 0,005$ ), далее показатель снижался, приближаясь к нормальному значению ( $p_v = 0,37$ ).

Индекс периферической конверсии (рис. 3б) в динамике отмечался снижением к 15-м суткам исследования и держался на таком уровне до 35-х суток с дальнейшим повышением к 50-м суткам исследования.

Таким образом, нами установлено, нарушенная репаративная регенерация костей голени с формированием ложного сустава сопровождается нарушением синтеза гормонов щитовидной желе-

зы с угнетением выработки гормона общего Т3 на протяжении всего исследования, с максимальным понижением на 35-е сутки исследования; отметим разнонаправленное поведение выработки гормонов Т3 и Т3<sub>св.</sub> на 35-е сутки, когда отмечали максимальное понижение общего Т3 в 2 раза по сравнению с нормой, уровень Т3<sub>св.</sub> повышался в 1,5 раза относительно нормы. При оценке выработки гормона общего Т4 и Т4<sub>св.</sub> выявляли угнетение их выработки с первых до 50-х суток исследования; отметим плавное повышение Т4<sub>св.</sub> на 50-е сутки. Наиболее выраженными проявлениями реакции щитовидной железы на нарушенную репаративную регенерацию костей голени с формированием ложного сустава было выраженное снижение Т3 общего и снижение периферической конверсии тиреоидных гормонов до 50-х суток исследования.

#### ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Аврунин А.С., Корнилов Н.В., Иоффе И.Д. Адаптационные механизмы костной ткани и регуляторно-метаболический профиль организма // Морфология. – 2001. – № 6. – С. 7–12.  
Avrunin AS, Kornilov NV, Ioffe ID (2001). Adaptation mechanisms of bone tissue and regulative metabolic profile of the human body [Adaptatsionnye mekhanizmy kostnoy tkani i regulatorno-metabolicheskiy profil] organizma]. *Morfologiya*, (6), 7-12.
2. Аврунин А.С., Паршин Л.К., Мельников Б.Е. Критический анализ теории механостата. Часть 2. Стабильность механо-метаболической среды скелета и гомеостатических параметров кальция организма // Травматология и ортопедия России. – 2013. – № 1. – С. 127–137.  
Avrunin AS, Parshin LK, Melnikov BE (2013). Critical analysis of mechanostat theory. Part II. Stability of mechano-metabolic skeleton environment and homeostatic parameters of calcium in organism [Stabil'nost' mekhanostata i gomeostaticheskikh parametrov kal'tsiya organizma]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*, (1), 127-137.

3. Бердюгина О.В., Бердюгин К.А. Иммунологические критерии прогнозирования замедленной консолидации костной ткани // Травматология и ортопедия России. – 2009. – № 2 (52). – С. 59–66.

Berdyugina OV, Berdyugin KA (2009). Immunologic criteria of prediction of bone tissue delayed union [Immunologicheskie kriterii prognozirovaniya zamedlennoy konsolidatsii kostnoy tkani]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*, 2 (52), 59-66.

4. Гормоноотерапия: пер. с нем. / Под ред. Х. Шамбаха, Г. Кнаппе, В. Карола. – М.: Медицина, 1988. – 416 с.

Shambakh H, Knappe G, Karola V (eds.) (1998). *Hormonotherapy [Gormonoterapiya]*, 416.

5. Дедух Н.В., Малышкина С.В. Регенерация кости: достижения и перспективы // Травма. – 2006. – Т. 7, № 2. – С. 212–217.

Dedukh NV, Malyshkina SV (2006). Bone regeneration: achievements and prospective [Regeneratsiya kosti: dostizheniya i perspektivy]. *Travma*, 7 (2), 212-217.

6. Ивашенко С.В., Улащик В.С., Семак И.В., Ивашенко Е.С., Горанов В.А., Попова И.И. Изменение содержания в крови кроликов метаболитов костной ткани после воздействия на неё низкочастотным ультразвуком // Медицинский журнал. – 2010. – № 4. – С. 64–67.

Ivashenko SV, Ulashchik VS, Semak IV, Ivashenko ES, Goranov VA, Popova II (2010). Changes of bone tissue metabolites count in rabbits blood after it being affected by low frequency ultrasound [Izmenenie soderzhaniya v krovi krolikov metabolitov kostnoy tkani posle vozdeystviya na nee nizkochastotnym ultrazvukom]. *Meditsinskiy zhurnal*, (4), 64-67.

7. Лепехова С.А. Программа стандартных операционных процедур: лабораторные животные (прием, содержание, уход и контроль здоровья животных в вивариях медицинского учреждения): учеб. пособие. – Иркутск: НЦРВХ СО РАМН; ИГМУ, 2012. – 96 с.

Lepekhova SA (2012). Program of standard surgical procedures: laboratory animals (admission, care and health control of animals in vivarium of medical institution): a study guide [Programma standartnykh operatsionnykh protsedur: laboratornye zhivotnye (priem, soderzhanie, ukhod i kontrol' zdorov'ya zhivotnykh v vivariyakh meditsinskogo uchrezhdeniya): ucheb. posobie], 96.

8. Осипенко А.В., Ястребов А.П. Регенерация и ремоделирование костной ткани // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2012. – № 2 (39). – С. 61–62.

Osipenko AV, Yastrebov AP (2012). Regeneration and remodeling of bone tissue [Regeneratsiya i remodelirovanie kostnoy tkani]. *Vestnik Ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki*, 2 (39), 61-62.

9. Санникова Е.В., Мистиславская И.А., Иванцова И.В. Экспертиза отдалённых результатов лечения переломов костей как эффективный метод контроля качества травматологической помощи // Травматология и ортопедия России. – 2006. – № 2. – С. 265.

Sannikova EV, Mistislavskaya IA, Ivantsova IV (2006). Evaluation of long-term results of bone fractures treatment as an efficient method of quality control of traumatologic management [Ekspertiza otdalennykh rezul'tatov lecheniya perelomov kostey kak effektivnyy metod

kontrolya kachestva travmatologicheskoy pomoshchi]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*, (2), 265.

10. Способ моделирования ложного сустава при переломе костей голени и устройство для его осуществления: Пат. № 2523622 Рос. Федерация; МПК G09B 23/28 (2006.01), A61B 17/56 (2006.01) / Цяо Г., Тишков Н.В., Гольдберг О.А., Лепехова С.А., Гуманенко В.В., Тихонов Е.Г.; заявители и патентообладатели Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научный центр реконструктивной и восстановительной хирургии» Сибирского отделения Российской академии медицинских наук (ФГБУ «НЦРВХ» СО РАМН) (RU), Цяо Гуанда. – № 2013113249/14; заявл. 25.03.2013; опубл. 20.07.2014; Бюл. № 20.

Qiao G, Tishkov NV, Goldberg OA, Lepekhova SA, Gumanenko VV, Tikhonov EG (2013). Method of false joint modelling in shin-bone fractures and the device for its realization: Patent 2523622 of the Russian Federation [Sposob modelirovaniya lozhnogo sustava pri perelome kostey goleni i ustrojstvo dlja ego osushhestvleniya: Patent 2523622 Ros. Federatsiya].

11. Спрейс И.Ф., Алферова М.А., Михалевич И.М., Рожкова Н.Ю. Основы прикладной статистики (использование Excel и Statistica в медицинских исследованиях): учеб. пособие. – Иркутск: РИО ГИУВа, 2006. – 71 с.

Spreys IV, Alferova MA, Mikhalevich IM, Rozhkova NY (2006). Basics of applied statistics (using Excel and Statistica in medical researches): a study guide [Osnovy prikladnoy statistiki (ispol'zovanie Excel i Statistica v medicinskih issledovaniyah): ucheb. posobie], 71.

12. Цяо Г., Гольдберг О.А., Лепехова С.А., Тишков Н.В., Селиверстов П.В., Гуманенко В.В., Ахмедов А.Е. Характеристика изменений костной ткани в зоне дефекта в условиях нарушенной репаративной регенерации // Гений ортопедии. – 2014. – № 3. – С. 77–81.

Tsiao G, Goldberg OA, Lepekhova SA, Tishkov NV, Seliverstov PV, Gumanenko VV (2014). Characterization of bone tissue changes in the zone of defect under disordered reparative regeneration [Kharakteristika izmeneniy kostnoy tkani v zone defekta v usloviyakh narushennoy reparativnoy regeneratsii]. *Geniy ortopedii*, (3), 77-81.

13. Цяо Г., Лепехова С.А., Гольдберг О.А., Гуманенко В.В., Ахмедов А.Е. Результаты моделирования ложного сустава // Материалы IV научно-практической конференции молодых учёных Сибирского и Дальневосточного федеральных округов: сб. статей. – 2014. – С. 195–202.

Tsiao G, Lepekhova SA, Goldberg OA, Gumanenko VV, Akhmedov AE (2014). Results of modeling of neoarthrosis [Rezultaty modelirovaniya lozhnogo sustava]. *Materialy IV nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh Sibirskogo i Dal'nevostochnogo federalnykh okrugov: sb. statey*, 195-202.

14. Цяо Г., Тишков Н.В., Лепехова С.А., Гольдберг О.А., Гуманенко В.В. Способ моделирования нарушенной посттравматической регенерации костей голени // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2013. – Т. 122, № 7. – С. 131–134.

Tsiao G, Tishkov NV, Lepekhova SA, Goldberg OV, Gumanenko VV (2013). The way to model the impaired

post-traumatic regeneration of tibia [Sposob modelirovaniya narushennoy posttravmaticheskoy regeneratsii kostey goleni]. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk)*, 122 (7), 131-134.

15. Штейнле А.В. Посттравматическая регенерация костной ткани (часть 1) // Сибирский медицинский журнал (Томск). – 2009. – Т. 24, № 4-1. – С. 101-108.

Shteynle AV (2009). Posttraumatic regeneration of bone tissue (part 1) [Posttravmaticheskaya regeneratsiya

kostnoy tkani (chast' 1)]. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Tomsk)*, 24 (4-1), 101-108.

16. Штейнле А.В. Посттравматическая регенерация костной ткани (часть 2) // Сибирский медицинский журнал (Томск). – 2010. – Т. 25. № 1-1. – С. 114-118.

Shteynle AV (2010). Posttraumatic regeneration of bone tissue (part 2) [Posttravmaticheskaya regeneratsiya kostnoy tkani (chast' 2)]. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Tomsk)*, 25 (1-1), 114-118.

#### Сведения об авторах Information about the authors

**Цяо Гуанда** – младший научный сотрудник научного отдела экспериментальной хирургии с виварием ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» (664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, 1; e-mail: scrrs.irk@gmail.com)

**Qiao Guanda** – Junior Research Officer of the Scientific Department of Experimental Medicine with Vivarium of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology (664003, Irkutsk, Bortsov Revolutsii str., 1; e-mail: scrrs.irk@gmail.com)

**Лепехова Светлана Александровна** – доктор биологических наук, заведующая научным отделом экспериментальной хирургии с виварием ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», главный научный сотрудник отдела медико-биологических исследований и технологий ФГБНУ Иркутский научный центр СО РАН (e-mail: lepekhova\_sa@mail.ru)

**Lepekhova Svetlana Aleksandrovna** – Doctor of Biological Sciences, Head of the Scientific Department of Experimental Medicine with Vivarium of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Chief Research Officer of the Department of Biomedical Researches and Technologies of Irkutsk Scientific Center SB RAS (e-mail: lepekhova\_sa@mail.ru)

**Зарицкая Лариса Васильевна** – кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник научного отдела экспериментальной хирургии с виварием ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»

**Zaritskaya Larisa Vasilyevna** – Candidate of Medical Sciences, Junior Research Officer of the Scientific Department of Experimental Medicine with Vivarium of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology

**Родионова Любовь Викторовна** – кандидат биологических наук, заведующая лабораторией клеточной патофизиологии и биохимии ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», ассистент кафедры клинической лабораторной диагностики ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования» Минздрава России (664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, 1; тел.: (3952) 29-03-50; e-mail: greidmacho@yandex.ru)

**Rodionova Lyubov Viktorovna** – Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Cellular Pathophysiology and Biochemistry of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Teaching Assistant of the Department of Laboratory Diagnostics of Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education (664003, Irkutsk, Bortsov Revolutsii str. 1; tel.: +7 (3952) 29-03-50; e-mail: greidmacho@yandex.ru)

**Тишков Николай Валерьевич** – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий научно-клиническим отделом травматологии ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», ассистент кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования» Минздрава России (e-mail: zdrav@iscst.ru)

**Tishkov Nikolay Valerievich** – Candidate of Medical Sciences, Docent, Head of Clinical Research Department of Traumatology of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Teaching Assistant of the Department of Traumatology, Orthopedy and Neurosurgery of Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education (e-mail: zdrav@iscst.ru)

**Курганский Илья Сергеевич** – младший научный сотрудник научного отдела экспериментальной хирургии с виварием ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»

**Kurganskiy Ilya Sergeevich** – Junior Research Officer of the Scientific Department of Experimental Medicine with Vivarium of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology

**Гольдберг Олег Аронович** – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории патофизиологии тканей и функциональной морфологии ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»

**Goldberg Oleg Aronovich** – Candidate of Medical Sciences, Leading Research Officer of the Laboratory of Tissue Pathophysiology and Functional Morphology of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology

**Пивоваров Юрий Иванович** – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией патофизиологии функциональных систем ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»

**Pivovarov Yuri Ivanovich** – Doctor of Medical Sciences, Head of the Laboratory of Pathophysiology of Functional Systems of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology