

© Е.А. Гирев<sup>1</sup>, М.Ф. Заривчацкий<sup>2</sup>, О.А. Орлов<sup>2</sup>, С.П. Шавкунов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Пермский краевой онкологический диспансер

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет  
им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава России

<sup>3</sup>ФГБОУ ВПО «Пермский государственный научно-исследовательский университет»

г. Пермь, Россия

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА В МЯГКИХ ТКАНЯХ КРАЯ ОПЕРАЦИОННОЙ РАНЫ В ХИРУРГИИ РАКА ЖЕЛУДКА

**Аннотация.** Цель исследования – провести сравнительный анализ тяжести операционной травмы исследованием концентрации кислорода в мышечной ткани края операционной раны у пациентов до и после применения различных инструментальных методик улучшения операционного доступа при хирургическом лечении рака желудка.

**Материал и методы.** Проводилась сравнительная оценка содержания кислорода в мышечной ткани края операционной раны у двух групп пациентов (n = 25 и n = 25) при различных методиках создания операционного доступа (ранорасширители РГФ-2 и РГФ-1). Для определения кислорода, растворенного в мышечной ткани края операционной раны, у больного использовался 3-х электродный потенциометрический датчик и высокочувствительный потенциостат ЭЛ-02. Платиновый рабочий электрод устанавливался в край прямой мышцы живота в проекции установки дополнительного зеркала ранорасширителя до гастрэктомии. После гастрэктомии электрод устанавливался там же под дополнительным зеркалом ранорасширителя.

**Результаты.** Концентрация кислорода в основной группе (РГФ-2) больных выше на 25 %, чем у больных группы сравнения (РГФ-1). Результаты достоверны (p < 0,05) для прямого и обратного хода кривой. Следует отметить, что к концу проведения операции показатель содержания кислорода в мышечной ткани края операционной раны пациента всегда снижался на 5–7 % от значений, полученных до установки ранорасширителя.

**Выводы.** Применение нового ранорасширителя РГФ-2 в меньшей степени отрицательно влияет на кровоснабжение и оксигенацию мягких тканей края операционной раны крючком ранорасширителя, что свидетельствует об уменьшении ее операционной травмы.

**Ключевые слова:** ранорасширитель, операционный доступ, содержание кислорода, край операционной раны, рак, желудок.

© E.A. Girev<sup>1</sup>, M.F. Zarivchatskiy<sup>2</sup>, O.A. Orlov<sup>2</sup>, S.P. Shavkunov<sup>3</sup>

Perm Region Oncological Dispensary  
Perm State Medical University named after E.A. Wagner  
Perm State Scientific Research University

Perm, Russia

## INVESTIGATION OF THE CONCENTRATION OF OXYGEN IN SOFT TISSUES OF AN OPERATIVE WOUND LIP IN STOMACH CANCER SURGERY

**Abstract.** The purpose of the investigation is to carry out a comparative analysis of the severity of an operative trauma studying the concentration of oxygen in muscular tissues of an operative wound lip in

patients before and after the use of different instrumental methods improving an operative approach in surgical treatment of stomach cancer.

**Materials and methods.** We carries out a comparative analysis of the content of oxygen in muscular tissues of the operative wound lip in two groups of patients ( $p = 25$  и  $p = 25$ ) using different methods of an operative approach (wound retractors RGF-2 and RGF-1). To determine the content of oxygen dissolved in muscular tissues of an operative wound lip a 3-electrode potentiometer transducer and highly sensitive potentiostat EL-02 were used. A platinum working electrode was fixed on the lip of the abdominal rectus muscle in the projection of an additional mirror of the retractor before gastrectomy. After the operation the electrode was fixed at the same place under the additional mirror of the wound retractor.

**Results.** The concentration of oxygen in the main group (RGF-2) of patients was 25 % higher than in those of the comparison group (RGF-1). The results were accurate ( $p < 0,05$ ) for the direct and return run of a curve. It's necessary to note that at the end of the operation the oxygen content index decreased to 5-7 % in comparison with the values received before fixating of a retractor.

**Conclusions.** The use of a new retractor RGF-2 produces a minimal adverse effect on blood circulation and oxygenation of soft tissues of an operative wound lip, therefore it leads to the narrowing of an operative wound.

**Keywords:** wound retractor, operative approach, oxygen content, operative wound lip, stomach cancer.

В настоящее время основным методом лечения больных раком желудка является хирургический [8]. По данным ГУ РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН, за последние годы расширяются показания к мультиорганным комбинированным вмешательствам с 4,5 % до 19 % , включающие объемные лимфодиссекции, сопровождающиеся высоким травматизмом тканей, массивным цитолизом [7]. Несмотря на развитие современных высокотехнологических методов лечения злокачественных новообразований, результаты в настоящее время не могут быть признаны удовлетворительными [8].

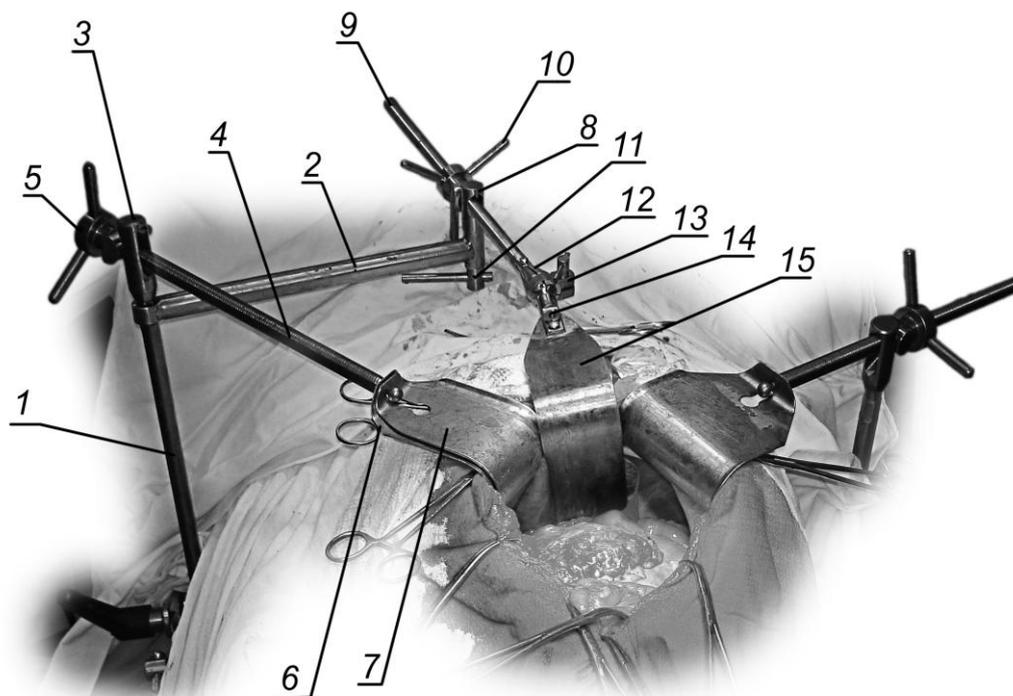
В Пермском краевом онкологическом диспансере существует опыт использования дополнительных зеркал и других технических приспособлений к ранорасширителю М.З. Сигала [1, 6], что подтвердило их высокую эффективность. Все известные ранорасширители улучшают обзор оперируемого органа, повышают критерии качества операционного доступа, но не решают вопросы безопасности их использования. В литературных источниках мы не нашли исследований травматичности существующих инструментальных методик создания операционного доступа на внутренние органы, воздействия их на мягкие ткани края операционной раны и в целом на системы организма больного при проведении длительной операции. В связи с этим оценка травматичности методик и инструментов является

важной составляющей совершенствования технологии хирургической операции, улучшения ее безопасности.

При решении этого вопроса в качестве показателя тяжести травматического повреждения операционной раны рекомендуется использовать определение степени напряжения кислорода в мышечной ткани ее края, что свидетельствует об интенсивности кровоснабжения раны [4].

**Цель исследования** – провести сравнительную оценку тяжести операционной травмы исследованием концентрации кислорода в мышечной ткани края операционной раны при различных инструментальных методиках улучшения операционного доступа в хирургическом лечении рака желудка.

**Материал и методы исследования.** Е.А. Гиревым, В.В. Ферапонтовым [3] предложен новый ранорасширитель РГФ-2, который является дальнейшим техническим развитием широко известного и принятого в хирургической практике ранорасширителя М.З. Сигала и А.И. Лисина [5]. Предлагаемый ранорасширитель (рис.1) состоит из кронштейна, закрепленного к боковой планке операционного стола зажимным винтом, который надежно фиксирует стойку 1, которая имеет две продольные лыски для предотвращения ее проворачивания вокруг своей оси. Стойка 1 на верхнем конце имеет форму шестигранника, на который установлена шарнирная опора 3 с пазами. В шарнирную опору 3 установлен винт 4 с крючками 6,7 и приводным штурвалом 5. На шестигранник стойки установлена дополнительная консоль 2 с шарнирной опорой 8 и фиксатором положения 11. Шарнирная опора 8 выполнен заодно с карданом, через который пропущен винт 9 с размещенным на нем приводным штурвалом 10. На конце винта 9 имеется шаровой цанговый шарнир 12 с фиксатором положения 13 и устройством быстрой замены крючков 14. Для замены крючок 15 имеет открытый паз со стопорным отверстием.



**Рис. 1.** Вид сформированного «окна» операционного доступа при гастрэктомии

При проведении операции после выполнения верхнесрединной лапаротомии к планке операционного стола слева и справа от пациента при помощи зажимного винта устанавливают стойку 1. На стойку 1 устанавливают дополнительную консоль 2, которая фиксируется в наиболее удобном положении при помощи ее шестигранного сечения. Положение шарнирной опоры 8 фиксируется фиксатором положения 11. Через кардан шарнирной опоры 8 пропускается винт 9, на другой конец которого крепится устройство быстрой замены крючков 14 с фиксатором положения 13. Для создания лучшего качества доступа в глубине операционной раны по ходу оперативного вмешательства меняется угол положения крючка 15 во всех плоскостях при помощи зажимной цанги относительно шарового шарнира 12 и фиксатором положения 13. Регулировка по глубине крючка 15 решается его сменой. Для замены крючка 15 хирург нажатием на устройство замены 14 вынимает крючок 15 и меняет его на крючок необходимой глубины, фиксируя стопорным отверстием в устройстве замены 14. При необходимости стойку 1 устанавливают с противоположной стороны

операционного стола и пациента. Применение дополнительного крючка 15 для отведения левой доли печени в отличие от ранорасширителя предыдущей конструкции Е.А. Гирева, В.В. Ферапонтова, РГФ-1 [2], увеличивает общую площадь крючков участвующих в отведении мягких тканей края операционной раны передней брюшной стенки, что должно приводить к уменьшению давления и травматизации оперируемого пациента.

Для сравнительной оценки концентрации кислорода в мягких тканях края операционной раны были сформированы две группы пациентов по 25 больных. Каждому пациенту проведено исследование в два этапа: до установки и перед удалением ранорасширителя с операционной раны. В основную группу (ОГ) вошло 25 больных, которым использовался ранорасширитель РГФ-2 [3]. В группу сравнения (ГС) – 25 больных, где операционный доступ создавался ранорасширителем РГФ-1[2], то есть консоль 2, винт 9, и крючок 15 во время операции были убраны (рис. 1).

При первом этапе платиновый рабочий электрод устанавливался в верхне-правый край прямой мышцы живота в проекции установки дополнительного зеркала 6 (рис. 1). Всем пациентам проводилась операция в объеме гастрэктомии. При втором этапе измерений электрод устанавливался там же, но под дополнительно установленным зеркалом 6.

Для определения концентрации кислорода, растворенного в мягких тканях края операционной раны пациента, использовался 3-х электродный потенциометрический датчик. Получаемые данные изменений тока восстановления кислорода при контролируемом потенциале усовершенствовались за счет использования высокочувствительного потенциостата ЭЛ-02 (рис. 2.) Полученные результаты представляли в координатах ток – время и рассчитывали общее количество электричества, идущего на катодные реакции.



Рис. 2. Потенциостат ЭЛ-02.06

Режим снятия циклических потенциодинамических вольт-амперных кривых выбрали следующий: электрохимическая ячейка – 3-х-электродная (рабочий электрод – платиновая проволочка впаянная в стеклянную трубочку, поверхность  $S = 0,030 \text{ см}^2$ , вспомогательный электрод – платиновая пластина, площадь  $S = 6 \text{ см}^2$ , электрод сравнения – хлоридсеребрянный в виде серебряной пластины  $S = 8 \text{ см}^2$ , на которую электрохимическим способом нанесен труднорастворимый осадок хлорида серебра), скорость развертки потенциала составляла 6 мВ/сек, интервал потенциалов от -0,2 до -0,8В. Все поляризационные зависимости в работе представлены относительно этого электрода сравнения. После проведения опыта данные записаны в файл и численная информация подвергалась математической обработке.

Вид поляризационной кривой в прямом направлении развертки потенциала (от равновесного значения потенциала в катодную область) имеет сложный характер. Это объясняется определенными методическими

особенностями работы потенциостата. Замер аналоговых параметров происходит в реальном времени с интервалом 0,05 с, преобразование аналогового сигнала в цифровой код проводится 24-разрядной аналогово-цифровой микросхемой с небольшой погрешностью 1–2 %, так как токи процесса составляют величину порядка  $10^{-6}$  А, а количество измерений в прямом направлении изменения потенциала составляет 2000. В области начальных потенциалов от -0,20В до -0,22В бросок тока связан с зарядом двойного электрического слоя рабочего электрода и наблюдается восстановление адсорбированных на поверхности рабочего электрода соединений. Ток этого процесса резко уменьшается из-за очень малой скорости адсорбции этих соединений. При обратном ходе потенциала от -0,80 до -0,2В такого броска тока восстановления адсорбированных молекул не наблюдается. В дальнейшем наблюдаем ток восстановления сначала кислорода (от -0,30 до -0,60В), и далее подключается реакция восстановления водорода.

Для обработки такой кривой проводили процедуры удаления белого шума и сглаживания отфильтрованных данных. После операции сглаживания по 200 точкам проводили процедуру численного интегрирования данных в координатах ток – время для определения количества электричества, которое идет на восстановление кислорода. Эта методика применялась для обработки всех потенциодинамических кривых, полученных в разных условиях проведения операционного вмешательства, причем прямой и обратный ход этих вольт-амперных кривых обрабатывался отдельно для каждого пациента. После проведенных исследований концентрации кислорода в мягких тканях края операционной раны у каждого из пациентов основной группы и группы сравнения получали потенциодинамические кривые.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ поляризационных измерений показал, что перед установкой ранорасширителя и выполнения гастрэктомии у пациентов обеих групп наблюдается большее значение токов восстановления кислорода, чем после выполнения гастрэктомии перед

снятием ранорасширителя с операционной раны. После обработки всех потенциодинамических кривых напряжения кислорода в мышечной ткани краев операционных ран при разных условиях выполнения операционного вмешательства проводили их математический анализ. Представленные данные о количестве электричества исследуемых групп пациентов подвергли статистической обработке, оценивая среднее значение параметра и его доверительный интервал.

Таблица

**Средние значения количества электричества (Q) в мКл по прямому и обратному ходу потенциодинамической кривой в мышечной ткани края операционной раны**

Ход потенциодинамических кривых	Основная группа	Группа сравнения
По прямому ходу потенциодинамической кривой	1,93±0,12 мКл	1,735±0,16 мКл p < 0,05
По обратному ходу потенциодинамической кривой	2,781±0,12 мКл	1,42±0,15 мКл p < 0,05

Как правило, прямой ход потенциодинамической кривой в катодную область потенциалов от равновесного потенциала имеет более высокое значение токов, так как к процессу восстановления кислорода добавляется реакция восстановления адсорбированных молекул поверхностно активных веществ на поверхности платинового электрода. При обратном ходе потенциодинамической кривой доля адсорбционных реакций незначительна, поэтому расчетные данные по обратному ходу потенциодинамической кривой более отвечают реальному содержанию кислорода в крови пациента. Концентрация кислорода в мышечной ткани в месте прилегания ранорасширителя и дополнительного зеркала в верхне-правом крае операционной раны при использовании ранорасширителя РФФ-2 (основная группа), была выше, чем при использовании ранорасширителя РФФ-1 (группа сравнения) примерно на 25 % (табл.). Результаты достоверны (p < 0,05) для прямого хода кривой и p < 0,05 – для обратного хода. Полученные результаты согласуются с конструкцией ранорасширителя РФФ-2, где

суммарная площадь крючков, оказывающих давление на отводимые края операционной раны, была больше, чем у ранорасширителя РГФ-1. Соответственно давление на мягкие ткани края операционной раны у крючков ранорасширителя РГФ-2 меньше, чем у РГФ-1.

**Выводы.** Исследование концентрации кислорода в мышечной ткани края операционной раны, как критерия ее травматизации, позволило провести сравнительную оценку двух вариантов инструментальных методик операционного доступа при раке желудка.

Установлено, что использование нового ранорасширителя РГФ-2 оказывает меньшее отрицательное влияние на содержание кислорода в мышечной ткани края операционной раны, а следовательно, ведет к снижению операционной травмы для пациента, чем при применении ранорасширителя РГФ-1.

#### **Список литературы:**

1. *Гирев Е.А., Ферапонтов В.В., Черняев М.Л. и др.* Технические приспособления к ранорасширителю Сигала при операциях на органах брюшной полости // Хирургия. – 2002. – № 4. – С. 26–28.
2. *Гирев Е.А., Ферапонтов В.В.* Пат. 2147840 Российская Федерация. МПК7 А 61 В 17/02 Ранорасширитель / Заявитель и патентообладатель Е.А. Гирев. – заявл. 16.06.97; опубл. 20.08.02 // Бюллетень. – 2000. – № 12. – 4 с.
3. *Гирев Е.А., Ферапонтов В.В., Орлов О.А.* Пат. 2363401 Российская Федерация. МПКА61В 17/02 Ранорасширитель / Заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера Росздрава – № 2008104256; заявл. 4.02.2008; опубл. 10.08.2009 // Бюллетень. – № 22 – 6 с.
4. *Орлов О.А.* Лапараскопия в дифференциальной диагностике заболеваний печени и дооперационном стадировании опухолей желудочно-кишечного тракта // Диссертация на соискание степени кандидата медицинских наук. – Пермь, 1986. – 190 с.
5. *Сигал М.З., Лисин А.И.* Пат. 302111 СССР. МПК А 61В 17/02. Расширитель-подъемник реберных дуг./Сигал М.З – № 1414043/31 – 16; заявл. 12.03.1970; опубл. 28.04.1971 // Бюллетень. – 1971. – 2 с.
6. *Сигал М.З., Ф.Н. Ахметзянов.* Гастрэктомия и резекция желудка по поводу рака. – Казань.: Татарское книжное издательство, 1991. – 360 с.
7. *Скоропад В.Ю., Бердов Б.А.* Влияние объема лимфодиссекции на результаты лечения рака желудка // Хирургия. – 2013. – № 1. – С. 25–33.

8. Черноусов А.Ф., Хоробрых Т.В., Рогаль М.М. Гастрэктомия с сохранением селезенки у больных раком желудка // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2014. – № 5. – С. 28–36.

## References

1. Girev E.A., Ferapontov V.V., Chernyaev M.L., Isakov V.I., Obolenskiy A.A. Tekhnicheskie prispособleniya k ranorasshiritelyu Sigala pri operatsiyakh na organakh bryushnoy polosti [Technical tools to Sigal wound retractor in operations on abdominal organs]. *Khirurgiya*, 2002, no. 4, pp. 26–28 (in Russian).

2. Girev E.A., Ferapontov V.V. Pat. 2147840 Rossiyskaya Federatsiya. MPK7 A 61 V 17/02 Ranorasshiritel'; Zayavitel' i patentoobladatel' Girev E.A. zayavl. 16.06.97; opubl. 20.08.02 [Patent 2147840. The Russian Federation. MPK7 A 61 V 17/02 Wound retractor. Applicant and patentee Girev E.A. Applied 16.06.97; published 20.08.02]. *Bulletin*, 2000, no. 12. 4 p. (in Russian).

3. Girev E.A., Ferapontov V.V., Orlov O.A. Pat. 2363401 Rossiyskaya Federatsiya. MPKA61V 17/02 Ranorasshiritel'. Zayavitel' i patentoobladatel' GOU VPO PGMA im. ak. E.A. Vagnera Roszdrava, № 2008104256; zayavl. 4.02.2008; opubl. 10.08.2009 [Patent 2363401. The Russian Federation. MPKA61V 17/02 Wound retractor. Applicant and patentee Perm State Medical Academy named after E.A. Wagner, № 2008104256. Applied 4.02.2008; published 10.08.2009]. *Bulletin*, 2009, № 22. 6 p. (in Russian).

4. Orlov O.A. Laparaskopiya v differentsial'noy diagnostike zabolevaniy pecheni i dooperatsionnom stadirovanii opukholey zheludochno-kshechnogo trakta. Dissertatsiya na soiskanie stepeni kandidata meditsinskikh nauk [Laparoscopy in differential diagnostics of liver diseases and pre-operative staging of gastrointestinal tract tumors]. *Thesis ... Cand. Med. Science Perm*, 1986. 190 p. (in Russian).

5. Sigal M.Z., Lisin A.I. Pat. 302111 SSSR. MPK A 61B 17/02. Rasshiritel'-pod"emnik rebernykh dug. №1414043/31 – 16; zayavl. 12.03.1970; opubl. 28.04.1971 [Patent 302111 SSSR. MPK A 61B 17/02. Costal arch retractor-elevator. №1414043/31 – 16; applied 12.03.1970; published 28.04.1971]. *Bulletin*, 1971. 2 p. (in Russian).

6. Sigal M.Z., Akhmetzyanov F.N. Gastrektomiya i rezektsiya zheludka po povodu raka [Gastrectomy and resection of the stomach in case of cancer]. Kazan: Tatarskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1991. 360 p. (in Russian).

7. Skoropad V.Yu., Berdov B.A. Vliyanie ob"ema limfodisseksii na rezul'taty lecheniya raka zheludka [Influence of the volume of lymph node dissection on the results on stomach cancer treatment]. *Khirurgiya*, 2013, no. 1, pp. 25–33 (in Russia).

8. Chernousov A.F. Gastrektomiya s sokhraneniem selezenki u bol'nykh rakom zheludka. A.F. Chernousov, T.V. Khorobrykh, M.M. Rogal' [Gastrectomy with spleen preservation in patients with stomach cancer]. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*, 2014, no. 5, pp. 28-36 (in Russia).

**Гирев Евгений Альбертович** – кандидат медицинских наук, заведующий операционным блоком Пермского краевого онкологического диспансера (тел. 8 (342) 229-99-24, e-mail: girev@bk.ru).

**Заривчацкий Михаил Федорович** – доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургических болезней медико-профилактического факультета с курсом гематологии и трансфузиологии ФДПО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России (тел. 8(342)236-42-52, e-mail: rector@psma.ru).

**Орлов Олег Алексеевич** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой онкологии, рентгенологии и медицинской радиологии ФДПО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России (тел. 8(342)221-74-59, e-mail: rector@psma.ru).

**Шавкунов Сергей Павлович** – кандидат химических наук, доцент кафедры физической химии ГБОУ ВПО «Пермский государственный научно-исследовательский университет» (тел.: 8 (342) 239-65-76, e-mail: info@psu.ru).

ГБУЗ ПК «Пермский краевой онкологический диспансер», 614066, Россия, г. Пермь, ул. Советской Армии, 12.

ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России. 614990, Россия, г. Пермь, ул. Петравловская, 26.

ГБОУ ВПО «Пермский государственный научно-исследовательский университет», 614990, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15.

**Girev Evgeniy Albertovich** – Candidate of Medical Science, head of the surgery unit, Perm Region Oncological Dispensary (tel. 8 (342) 229-99-24, e-mail: girev@bk.ru)

**Zarivchatskiy Mikhail Fedorovich** – Doctor of Medical Science, professor of the department of surgical diseases with a course of hematology and transfusion medicine of the medical-preventive faculty, Perm State Medical University named after E.A. Wagner (tel. 8(342)236-42-52, e-mail: rector@psma.ru).

**Orlov Oleg Alekseevich** – Doctor of Medical Science, head of the department of oncology, roentgenology and medical radiology, Perm State Medical University named after E.A. Wagner, (tel. 8(342)221-74-59, e-mail: rector@psma.ru).

**Shavkunov Sergey Pavlovich** – Candidate of Chemical Science, associate professor of the department of physical chemistry, Perm State Scientific-Research University (tel. 8(342)239-65-76, e-mail: info@psu.ru).

State-Financed Health Institution “Perm Regional Oncologic Dispensary”. 12, Soviet Army street, Perm, 614066, Russia.

State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Training “Perm State Medical University named after E.A. Wagner”, 26, Petropavlovskaya street, Perm, 614990, Russia/

Perm State Scientific-Research University, 15, Bukirev street, Perm, 614990, Russia.