

ОЦЕНКА ЗАРУБЦЕВАВШИХСЯ РАН НА КОЖЕ В СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОМ АСПЕКТЕ

Аннотация.

Актуальность и цели. Изучение возможности использования коэффициента проводимости для оценки стадии формирования рубца для целей судебной медицины (определения сроков давности).

Материалы и методы. Представлены показатели работы Отдела экспертизы потерпевших, обвиняемых и других лиц Бюро судебно-медицинской экспертизы Министерства здравоохранения Удмуртской Республики 2003–2015 гг. Рубцы изучали на разных стадиях формирования в Отделе экспертизы потерпевших, обвиняемых и других лиц, а также осматривали заживающие раны после оперативного лечения в хирургическом стационаре Второй городской больницы Министерства здравоохранения Удмуртской Республики. Всего проведено исследование 48 подэкспертных. Коэффициент проводимости (K_p) рубца рассчитывали на частотах тока от 100 до 100000 Гц, как отношение (Z_i) импеданса интактной кожи к (Z_r) импеданса кожи в области рубца (Z_i/Z_r).

Результаты. Установлены изменения коэффициента проводимости от частоты электрического тока с $7,28 \pm 2,69$ (на 100 Гц) до $4,59 \pm 1,67$ (на 100000 Гц) ($p < 0,05$). Значения коэффициента K_p имели наибольшие значения на сроках от 2 до 100 недель – от $26,72 \pm 14,61$ до $15,66 \pm 9,74$, на сроках до 10 суток – в пределах $6,49 \pm 3,36 \dots 3,27 \pm 2,04$, на сроках свыше 100 недель: $1,92 \pm 0,61 \dots 5,02 \pm 2,37$ ($p < 0,05$).

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о возможности применения коэффициента проводимости в судебно-медицинской практике для оценки стадии заживления рубца, что дает перспективу для дальнейших исследований в этом направлении.

Ключевые слова: рубцы на коже, созревание рубца, комплексное сопротивление (импеданс), коэффициент проводимости.

A. R. Pozdeev, B. B. Kapustin, S. E. Shklyayeva, A. V. Anisimov

ASSESSMENT OF SKIN WOUNDS IN FORENSIC MEDICINE

Abstract.

Background. The purpose of the article is to study a possibility of using the coefficient of conductivity for assessment of scar tissue formation stages for forensic medical purposes (determination of remoteness of events).

Materials and methods. The article introduces the performance data of the Department of examination of victims, the accused and other parties of the Bureau of Forensic Medical Examination of the Ministry of Healthcare of Udmurtia" in 2003–2015. The authors examined scars at different stages of formation in the Department of examination of victims, the accused and other parties and also observed healing wounds after operative treatment in the surgical unit of the Second Municipal Hospital. In total, 48 individual were subject to examination. The coefficient of scar conductivity (K_p) was estimated at frequencies of current from 100 Hz to 100000

Hz as a relation of (Z_i) impedance of intact skin to (Z_r) impedance of skin in the scar area (Z_i/Z_r).

Results. The authors have established changes of the coefficient of conductivity depending on the frequency of electric current from $7,28 \pm 2,69$ (on 100 Hz) to $4,59 \pm 1,67$ (on 100000 Hz) ($p < 0.05$). Values of K_p had the greatest values in the period from 2 to 100 weeks - from $26,72 \pm 14,61$ to $15,66 \pm 9,74$, in the period up to 10 days – within $6,49 \pm 3,36 - 3,27 \pm 2,04$, in the period over 100 weeks – $1,92 \pm 0,61 - 5,02 \pm 2,37$ ($p < 0.05$).

Conclusions. The received results testify to a possibility of application of the coefficient of conductivity in forensic practice for assessment of scar healing stages, which gives prospect for further researches in this field.

Key words: skin scars, scar maturing, complex resistance (impedance), conductivity coefficient.

Известно, что повреждения вследствие нарушения целостности кожного покрова в результате оперативных вмешательств, травматизации, ожогов, поствакцинальных, постинъекционных осложнений, ожогов, укусов насекомых или зверей, нанесения татуировок и др. приводят к формированию рубцов. В ходе судебно-медицинской экспертизы рубцы являются элементом, позволяющим указывать на знаки насилия, разрешающие выявлять механизм и давность внешнего воздействия. На микроуровне рубцы являются результатом замещения собственных тканей кожи на соединительную ткань. При этом нормальное, неосложненное рубцевание приводит к образованию плоского рубца, имеющего цвет окружающей кожи, а нарушения течения рубцевания на какой-либо стадии приводят к формированию грубого патологического рубца. Окончательное созревание рубца происходит в течение 1–2 лет, поэтому в судебной медицине учитываются рубцы, формирующиеся и давние (зрелые) от 100 недель и более [1].

Для решения многих вопросов, связанных с определением сроков (давности) биологических процессов, происходящих в живом и/или мертвом теле, все чаще используют биофизические методы, которые позволяют с высокой точностью оценивать необходимые для специалиста параметры [2, 3]. Особенности формирования рубца, его зависимость от некоторых факторов (например, у хирургических больных), давность в настоящее время освещены недостаточно и требуют изучения.

Материалы и методы исследования

Работа проводилась в несколько этапов. Для выявления частоты и локализации рубцов среди наиболее активной группы населения – молодежи – опросили 242 студента медицинского и юридического факультетов, а также старшеклассников. Проанализированы результаты экспертиз по поводу рубцов на теле в Отделе экспертизы потерпевших, обвиняемых и других лиц Бюро судебно-медицинской экспертизы (г. Ижевск) с 2003 по 2015 г.

Рубцы изучали на разных стадиях формирования в Отделе экспертизы потерпевших, обвиняемых и других лиц Бюро судебно-медицинской экспертизы (г. Ижевск), а также осматривали заживающие раны после оперативного лечения в хирургическом стационаре Второй городской больницы Министерства здравоохранения Удмуртской Республики. Всего проведено исследование 48 подэкспертных с рубцами на коже на разных сроках их созревания.

Исследование рубцов проводили традиционными в судебной медицине методами, при достаточном дневном освещении определяли цвет рубца и его оттенки (невооруженным глазом и с лупой), ощупывали, при необходимости применяли рентгенологический осмотр, освещение ультрафиолетовыми лучами и капилляроскопию. Заживающие раны осматривали в отделении хирургии с участием судебно-медицинского эксперта.

Удельное электрическое сопротивление (ρ) – это физическая величина, характеризующая способность вещества препятствовать прохождению электрического тока. В отличие от электрического сопротивления R , являющегося свойством проводника и зависящего от его материала, формы и размеров, удельное электрическое сопротивление ρ является свойством только вещества.

Электрическое сопротивление однородного проводника с удельным сопротивлением ρ , длиной l и площадью поперечного сечения S может быть рассчитано по формуле

$$R = \frac{\rho \times \ell}{S}, \quad (1)$$

тогда электрическое сопротивление в области интактной ткани (R_i) и области рубца (R_r) будет выражено следующими формулами:

$$R_i = \frac{\rho_i \times \ell_i}{S_i}, \quad (2)$$

$$R_r = \frac{\rho_r \times \ell_r}{S_r}, \quad (3)$$

при условии, что $\ell_i = \ell_r$ и $S_i = S_r$, тогда коэффициент проводимости ткани ($K_{\text{пров}}$) можно выразить следующим выражением:

$$K_{\text{пров}} = \frac{\rho_i}{\rho_r} = \frac{R_r}{R_i}. \quad (4)$$

Для биологических тканей в комплексное электрическое сопротивление (импеданс Z) включают емкостное $\frac{1}{\tau\omega C}$ и индуктивное $\tau\omega L$ и активное сопротивление R . Поэтому для биологических тканей формула на изучаемой частоте будет выглядеть следующим образом:

$$K_{\text{пров}} = \frac{\rho_i}{\rho_r} = \frac{Z_i}{Z_r}. \quad (5)$$

Дополнительно проводили изучение импеданса в области рубца и интактной кожи на частотах синусоидального тока от 100 до 100 000 Гц прибором АКИП-6208.

Полученные данные обработаны методами статистики в приложениях SPSS 20.0.

Результаты и обсуждение

Опрос респондентов в возрасте от 16 до 44 лет не выявил ни одного человека без рубцов на теле. В среднем на каждого опрошенного приходилось свыше двух рубцов; 24 % рубцов находились в стадии формирования (молочке 100 недель), а 76 % были уже зрелыми. Рубцы локализовались чаще (55 %) по результатам анкет на верхних конечностях. Это еще раз указывает на значимость проблемы для определения состояния рубцов при решении судебно-медицинских задач.

В отделе экспертизы потерпевших, подозреваемых и иных лиц, судебно-медицинскому эксперту приходится исследовать рубцы на разных стадиях формирования в связи с причинением телесных повреждений. При этом нередко от момента травмы до осмотра проходит большой промежуток времени, и судебно-медицинский эксперт может наблюдать повреждения в состоянии различной степени заживления. В табл. 1 представлены деятельность судебно-медицинской (СМ) амбулатории на протяжении 11 лет по экспертизе рубцов.

Таблица 1

Судебно-медицинские экспертизы, приходящиеся на исследование рубцов в отделе экспертизы потерпевших, обвиняемых и других лиц
Бюро судебно-медицинской экспертизы (г. Ижевск) за 2003–2015 гг.

Год	Всего СМ экспертиз	СМ экспертиз по рубцам у наркоманов, абс. (%)		СМ экспертиз по рубцам, требовавших определения их давности, абс. (%)	
2003	11875	304	2,56 %	1	0,01 %
2004	11991	403	3,36 %	20	0,17 %
2005	13963	420	3,01 %	29	0,21 %
2006	14220	538	3,78 %	17	0,12 %
2007	13472	478	3,55 %	16	0,12 %
2008	13053	418	3,20 %	17	0,13 %
2009	11271	346	3,07 %	13	0,12 %
2010	10950	304	2,78 %	13	0,12 %
2011	11320	344	3,04 %	15	0,13 %
2012	11578	401	3,46 %	7	0,06 %
2013	11082	584	5,27 %	16	0,14 %
2014	10415	876	8,41 %	22	0,21 %
2015	10066	699	6,94 %	22	0,22 %
Итого	155256	6115	4,03 %	208	0,13 %

Так, по г. Ижевску с 2003 по 2015 г. было проведено 155256 экспертиз, ежегодно проводилось от 10415 до 14220. Больше всего пришлось на 2006 г. – 14220 экспертиз, меньше – 10066 экспертиз – на 2015 г. Количество экспертиз с целью выявления и оценки рубцов у наркоманов – 6115 (4,03 % от общего числа экспертиз). Больше всего экспертиз по выявлению рубцов у наркоманов пришлось на 2014 г. – 8,41 % (876 экспертиз); меньше – в 2003 г. – 2,56 % (304 экспертизы). Общее количество экспертиз, требовавших определения давности рубцов, составило 208 (0,13 % от общего числа экспертиз). Наибольшая доля экспертиз данного вида, требовавших определения давности образования рубца, пришлась на 2005, 2014 гг. – 0,21–0,22 % (29 и по

22 рубца соответственно); наименьшая доля пришлась на 2003 г. – 0,01 % (1 экспертиза). Данные указывают на актуальность в определении стадии созревания рубца. В тех случаях, когда правоохранительные органы или суд интересовали вопросы, связанные с судьбой рубцов у подозреваемых, обвиняемых, свидетелей, как правило, ставился вопрос: «Имеются ли телесные повреждения, рубцы, следы от инъекций, их давность и механизм образования?». Приводим примеры описаний: «...на наружной поверхности средней трети левого предплечья и на тыльной поверхности кистей рук светло-серые и темно-серые частично сливающиеся точечные рубцы»; «на передне-наружных поверхностях обеих локтевых суставов и предплечий в проекции подкожных вен серо-фиолетового цвета рубцы, сливающиеся между собой на участках размерами до $0,8 \times 0,4$ см»; «в паховых областях на участках $0,5 \times 0,5$ см сливающиеся серые плотные втянутые рубцы без четких контуров, окружающие ткани их не изменены»; «на внутренней поверхности в верхней трети левого предплечья в проекции подкожных вен серо-фиолетового цвета рубцы, сливающиеся между собой на участке $3,5 \times 0,3$ см».

Изучение комплексного сопротивления кожных покровов позволило установить его средние значения: $2658975,07 \pm 7623642,86$ Ом. Однако значения импеданса были разными в зависимости от частоты тока: на частоте 100 Гц – $8211101,07 \pm 13948849,71$ Ом, 120 Гц – $4516625,67 \pm 8516519,349$ Ом, 1000 Гц – $1364028,49 \pm 2193086,604$ Ом, 10000 Гц – $287884,88 \pm 691611,584$ Ом, 100000 Гц – $228782,42 \pm 1505832,804$ Ом ($p < 0,05$). Значения импеданса интактной кожи составили в среднем $3644983,46 \pm 291205,31$ Ом, в зоне рубцовой ткани – $1754980,47 \pm 176894,07$ Ом ($p < 0,001$). В табл. 2 и 3 представлены значения импеданса в области зарубцевавшейся раны и на интактном участке кожи вблизи зарубцевавшейся раны на частотах тока 100, 120, 1000, 10000, 100000 Гц.

Таблица 2
Импеданс (Z_r) в области зарубцевавшейся раны на коже

Этап созревания рубца	Z_{r100}	Z_{r120}	Z_{r1000}	Z_{r10000}	$Z_{r100000}$
До 2 недель (I подгруппа)	9455855 ± 3832866	8197331 ± 3131323	$1964495 \pm 749903,5$	$319241,1 \pm 131892,7$	$38861,57 \pm 17837,73$
До 100 недель (II подгруппа)	$208602,4 \pm 6234,29$	$180320,9 \pm 9257,331$	$33151,28 \pm 3817,337$	$5004,761 \pm 863,3622$	$973,8227 \pm 142,8309$
Свыше 100 недель (III подгруппа)	7803640 ± 3379072	5183239 ± 3012154	$1848502 \pm 497360,6$	$274710,7 \pm 143099,7$	1277675 ± 1249615
В среднем	7510485 ± 2285618	5632057 ± 1989904	$1685461 \pm 384873,3$	$259586,9 \pm 90714,51$	$722881,3 \pm 694223,1$

Примечание. * – достоверные различия между 1 и 2 зонами измерений (R и I) ($p < 0,05$), ** – достоверные различия между I и III подгруппами ($p < 0,05$), *** – достоверные различия между II и III подгруппами ($p < 0,05$).

Средние значения импеданса на коже в области зарубцевавшихся ран и интактной кожи представлены в табл. 2 и 3. Импедансы (Z_r) и (Z_i) зависят от частоты электрического тока, на котором осуществляется измерение: с ро-

стом частоты тока от 100 до 100 000 Гц происходит уменьшение значений импеданса. В области зарубцевавшихся ран на коже средние значения импеданса (Z_r) с 7510485 ± 2285618 Ом при 100 Гц достоверно снижаются до $722881,3 \pm 694223,1$ Ом при 100 000 Гц. Аналогичным образом происходят изменения импеданса интактной кожи (Z_i) с 19197642 ± 4119764 Ом при 100 Гц до $66945,58 \pm 26223,64$ Ом при 100 000 Гц.

Таблица 3

Импеданс (Z_i) в области интактного участка
кожи вблизи зарубцевавшейся раны

Этап созревания рубца	Z_{i100}	Z_{i120}	Z_{i1000}	Z_{i10000}	$Z_{i100000}$
До 2 недель (I подгруппа)	21882211 ± 5853190	18697590 ± 4954272	2529636 ± 613667	$308572,7 \pm 37750,3$	$93122,29 \pm 55234,23$
До 100 недель (II подгруппа)	5482136 ± 2881699	3620386 ± 2199265	$816618,3 \pm 504872,2$	$109982 \pm 62703,87$	$13859,06 \pm 7251,753$
Свыше 100 недель (III подгруппа)	20330001 ± 6426398	6513409 ± 3075168	3176403 ± 1337636	$582451,9 \pm 345121,9$	$61856,87 \pm 34768,03$
В среднем	19197642 ± 4119764	10253355 ± 2713325	$2698616 \pm 772017,9$	$438662,2 \pm 192122,6$	$66945,58 \pm 26223,64$

Примечание. * – достоверные различия между 1 и 2 зонами измерений ($p < 0,05$), ** – достоверные различия между I и III подгруппами ($p < 0,05$), *** – достоверные различия между II и III подгруппами ($p < 0,05$).

Импеданс электрического тока в области рубца также менялся в зависимости от этапа созревания рубца. На частоте тока 100 Гц и сроках заживления раны до 10 сут средние значения импеданса были 9455855 ± 3832866 Ом, на сроках от 2 до 100 недель составили $208602,4 \pm 6234,29$ Ом, а на сроках свыше 100 недель средние значения импеданса возросли до 7803640 ± 3379072 Ом. Аналогичная закономерность также прослеживается на частотах тока 120, 1000, 10000, 100000 Гц. Такие изменения, по-видимому, связаны с биофизическими характеристиками кожи в области раны. Для оценки коэффициента проводимости ($K_{Z_i Z_r}$) сделан его расчет, значения представлены в табл. 4.

Отмечается закономерность в изменении коэффициента проводимости от частоты электрического тока. Происходит снижение средних значений коэффициента проводимости с $7,28 \pm 2,69$ (на 100 Гц) до $4,59 \pm 1,67$ (на 100000 Гц) ($p < 0,05$), аналогичная зависимость отражена на разных сроках заживления рубца. Исключением являются значения коэффициента проводимости на сроках заживления рубца свыше 100 недель и частоте тока 100000 Гц. Коэффициент проводимости в области рубца кожи дает представление о сроках заживления рубца. Как видно из табл. 4, значения коэффициента $K_{Z_i Z_r}$ имели наибольшие значения на сроках от 2 до 100 недель – от $26,72 \pm 14,61$ до $15,66 \pm 9,74$ ($p < 0,05$). На сроках до 10 сут – значения коэффициента проводимости ($K_{Z_i Z_r}$) были в пределах $6,49 \pm 3,36 - 3,27 \pm 2,04$ ($p < 0,05$). Наиболее низкими отмечены показатели коэффициента проводимости на сроках свыше 100 недель: $1,92 \pm 0,61 - 5,02 \pm 2,37$ ($p < 0,05$).

Коэффициент проводимости ($K_{Z_i Z_r}$)
на разных частотах и сроках созревания рубца

Этап созревания рубца	$Z_i Z_{r100}$	$Z_i Z_{r120}$	$Z_i Z_{r1000}$	$Z_i Z_{r10000}$	$Z_i Z_{r100000}$
До 2 недель (I подгруппа)	6,49 ± ± 3,36*	6,92 ± ± 4,22*	4,61 ± ± 3,00*	3,27 ± ± 2,04*	3,39 ± ± 1,56*
До 100 недель (II подгруппа)	26,72 ± ± 14,61**	20,76 ± ± 13,26**	26,74 ± ± 18,31**	24,88 ± ± 16,82**	15,66 ± ± 9,74**
Свыше 100 недель (III подгруппа)	3,01 ± ± 1,05	2,94 ± ± 1,06	1,92 ± ± 0,61	5,02 ± ± 2,37	2,72 ± ± 1,47
В среднем	7,28 ± ± 2,69	6,66 ± ± 2,46	6,03 ± ± 2,86	6,85 ± ± 2,71	4,59 ± ± 1,67

Примечание. * – достоверные различия между 1 и 2 зонами измерений ($p < 0,05$), ** – достоверные различия между I и III подгруппами ($p < 0,05$), *** – достоверные различия между II и III подгруппами ($p < 0,05$).

Проведенные исследования указывают на возможность применения коэффициента проводимости в судебно-медицинской практике для оценки стадии заживления рубца, что дает перспективу для дальнейших исследований в этом направлении.

Библиографический список

1. **Ерофеев, С. В.** Объективизация оценки состояния рубцов кожи высокочастотным ультразвуковым методом (поисковое исследование) / С. В. Ерофеев, А. В. Анисимов, М. Я. Шильт // Перспективы развития и совершенствования судебно-медицинской науки и практики : материалы VI Всерос. съезда судебных медиков. – М. ; Тюмень, 2005. – С. 92.
2. **Вавилов, А. Ю.** Судебно-медицинская диагностика давности смерти тепловыми методами : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Вавилов А. Ю. – М., 2009. – 40 с.
3. **Халиков, А. А.** Диагностика и значение давности механической травмы в клинике и судебной медицине на примере травм печени, гематом селезенки и кровоподтеков кожи : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Халиков А. А. – Уфа, 2013. – 39 с.

References

1. Erofeev S. V., Anisimov A. V., Shil't M. Ya. *Perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya sudebno-meditsinskoy nauki i praktiki : materialy VI Vseros. s"ezda sudebnykh medikov* [Prospects of development and improvement of forensic-medical science and practice: proceedings of VI All-Russian congress of forensic medics]. Moscow; Tyumen, 2005, p. 92.
2. Vavilov A. Yu. *Sudebno-meditsinskaya diagnostika davnosti smerti teplovymi metodami: avtoref. dis. d-ra med. nauk* [Forensic medical diagnostics of death remoteness by thermal methods: author's abstract of dissertation to apply for the degree of doctor of medical sciences]. Moscow, 2009, 40 p.
3. Khalikov A. A. *Diagnostika i znachenie davnosti mekhanicheskoy travmy v klinike i sudebnoy meditsine na primere travm pecheni, gematom selezenki i krvopodtekov kozhi: avtoref. dis. d-ra med. nauk* [Diagnostics and importance of mechanical trauma re-].

moteness in clinical history and forensic medicine by examples of liver traumas, spleen hematomas and skin bruises: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the doctor of medical sciences]. Ufa, 2013, 39 p.

Поздеев Алексей Родионович

доктор медицинских наук, профессор, кафедра судебной медицины с курсом судебной гистологии, Ижевская государственная медицинская академия (Россия, г. Ижевск, ул. Коммунаров, 281)

E-mail: apozdeev@bk.ru

Капустин Борис Борисович

доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной хирургии, Ижевская государственная медицинская академия (Россия, г. Ижевск, ул. Коммунаров, 281)

E-mail: bbkap@mail.ru

Шкляева Светлана Евгеньевна

заведующий отделом экспертизы потерпевших, обвиняемых и других лиц, Бюро судебно-медицинской экспертизы Министерства здравоохранения Удмуртской Республики (Россия, г. Ижевск, ул. Воткинское шоссе, 196)

E-mail: svetasetik18@gmail.com

Анисимов Андрей Владимирович

кандидат медицинских наук, ассистент, кафедра госпитальной хирургии, Ижевская государственная медицинская академия (Россия, г. Ижевск, ул. Коммунаров, 281)

E-mail: bbkap@mail.ru

Pozdeev Aleksey Rodionovich

Doctor of medical sciences, professor, sub-department of forensic medicine with a course of histology, Izhevsk State Medical Academy (281 Kommunarov street, Izhevsk, Russia)

Kapustin Boris Borisovich

Doctor of medical sciences, professor, head of sub-department of hospital surgery, Izhevsk State Medical Academy (281 Kommunarov street, Izhevsk, Russia)

Shklyueva Svetlana Evgen'evna

Head of the Department of examination of victims, the accused and other parties of the Bureau of Forensic Medical Examination of the Ministry of Healthcare of the Republic of Udmurtia (196 Votkinskoe highway, Izhevsk, Russia)

Anisimov Andrey Vladimirovich

Candidate of medical sciences, assistant, sub-department of hospital surgery, Izhevsk State Medical Academy (281 Kommunarov street, Izhevsk, Russia)

УДК 340.624.5:537.312.9

Поздеев, А. Р.

Оценка зарубцевавшихся ран на коже в судебно-медицинском аспекте / А. Р. Поздеев, Б. Б. Капустин, С. Е. Шкляева, А. В. Анисимов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2017. – № 1 (41). – С. 76–83. DOI 10.21685/2072-3032-2017-1-8