

УДК 616. 001. 4 – 002. 155. 191

И.А. Буланкина, Н.И. Арсентьева, В.Ю. Лебединский, В.В. Малышев, В.Г. Изатулин

ПАТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ НАЛОЖЕНИЯ КОЖНЫХ ШВОВ

**НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН (Иркутск)
Иркутский государственный медицинский университет (Иркутск)**

Для минимизации развития и достижения большей равномерности толщины послеоперационного рубца кожи в области оперативного вмешательства, а следовательно, и большей его однородности, необходимо создавать в области раны более оптимальные и менее значимые напряженно-деформированные состояния структур кожи, что более эффективно достигается при предварительном математическом моделировании параметров наложения швов.

Ключевые слова: кожа, рана, воспаление, оптимизация заживления

PATHOGENETIC SUBSTANTIATION OF PRINCIPLES OF IMPOSING OF SKIN SEAMS

I.A. Bulankina, N.I. Arsentjeva, V.Ju. Lebedinsky, V.V. Malyshev, V.G. Izatulin

**SC RRS ESSC SB RAMS, Irkutsk
Irkutsk State Medical University, Irkutsk**

In order to minimize the development and achieve the greater uniformity of thickness postoperative skin cicatrice in the area of operative intervention and consequently, and its greater uniformity, it is necessary to create in the area of a wound more optimum and less significant intense-deformed conditions of skin structures. It is more effectively achieved at preliminary mathematical modeling of parameters of sutures placing.

Key words: skin, wound, inflammation, healing optimization

В настоящее время оптимизация технологии наложения кожных швов с целью достижения более выраженного косметического эффекта развивается по двум основным направлениям: использование микрохирургической техники и совершенствование общепринятых технологий:

1) микрохирургическая техника [4, 12] широко используется в практической медицине не только для проведения операций на микрообъектах, для уменьшения травматизации структур органа, но и для максимального сохранения его функции. Однако ее адекватное применение [1] может быть оправдано только в высокоспециализированных и профильных лечебных учреждениях.

2) не менее перспективным является путь совершенствования традиционной техники наложения кожных швов, который будет доступен широкому кругу специалистов хирургического профиля различной квалификации и специализации. С этой целью при наложении швов моделировали в

стенке раны под контролем прибора, равномерные, близкие к исходным, значения тканевого давления, позволяющие оценивать степень натяжения швов нитей и напряжения тканевых структур [5, 7, 9, 10, 13]. Однако этот путь удлинит время оперативного вмешательства и вызывает дополнительное травмирование структур кожи при использовании игольной техники измерения тканевого давления.

Вследствие этого, более перспективным является путь, основывающийся на выяснении механизмов и закономерностей формирования послеоперационного рубца и на оптимизации условий наложения хирургических швов при закрытии кожной раны, что во многом является и задачей биомеханики. Становится ясным, что научной базой разработки новых хирургических техник наложения швов при закрытии операционных ран кожи [3, 6, 11, 14], является знание и раскрытие как общих закономерностей, так и локальных особенностей изменений структур кожи при развитии воспалитель-

ного процесса. Однако при решении этой фундаментальной для хирургии задачи встает проблема биомеханического поведения регенерата, особенно после удаления шовных нитей, что в дальнейшем может привести к формированию послеоперационного рубца с различными и разнородными его морфофункциональными свойствами.

В связи с вышеизложенным целью настоящей работы явилось не только выявление патогенетически объективно обоснованных принципов оптимизации условий заживления послеоперационных кожных ран, но и разработка новых способов их ушивания.

МЕТОДИКА

Экспериментальная часть работы выполнялась на 64 беспородных белых крысах самцах, массой 130 – 170 граммов. Проведено 2 серии экспериментов: а) на 40 крысах исследовалась динамика изменения структур кожи при ушивании раны по традиционной технике наложения узловых швов, со следующими средними параметрами – расстояние от края раны до точки вкола иглы составляло $3,5 \pm 0,13$ (3 – 4 мм), а между швами – $4,7 \pm 0,12$ (4 – 6 мм); б) на 15 крысах (5 сроков наблюдений) проведено сравнительное изучение динамики раневого процесса при традиционной и модифицированной техниках наложения кожных швов; разработана на основе предварительного математического моделирования напряженно-деформированных состояний (НДС) структур кожи, параметры:

расстояние от края раны до точки вкола иглы составляло 1 мм, а между швами – 2 мм. Девять животных входили в группу контроля. Животных выводили из эксперимента путем декапитации через 2, 6 часов, 1, 2, 3, 5, 7, 15 суток после операции. Условия содержания экспериментальных животных соответствовали «Правилам проведения работ с использованием экспериментальных животных», утвержденных приказом МЗ СССР № 1045-73 от 1973 г.

Использовался комплекс методов исследования: гистологическое изучение (окраска гематоксилин-эозином, пикрофуксином по Ван-Гизону, на коллаген по М.К. Васильцову [2]); морфометрия; измерение внутрикожного давления (ВКД) [9]; математическое моделирование НДС структур кожи. Полученные данные обработаны методом вариационной статистики с применением программ Microsoft Excel 2000, использовался корреляционный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные результаты показали, что при традиционной технике наложения кожных швов в области раневого процесса выявляются различные участки (под нитями швов, между соседними швами), где процесс формирования рубца проходит и завершается не одинаково. Так, процессы пролиферации между швами идут более интенсивно, чем под нитями швов и приводят к формированию большего, почти в 1,5 раза, по площади поперечного сечения, послеоперационного рубца (табл. 1).

Таблица 1

Площадь сечения послеоперационного рубца кожи в эксперименте

Технология наложения швов (мм ²)	Рубец	
	под швами	между швами
Традиционная	$0,75 \pm 0,025$	$0,92 \pm 0,008$
Модифицированная	$0,49 \pm 0,03$	

Таблица 2

Изменение относительного объема структур кожи в динамике раневого процесса (период альтерации, в %)

Контроль		2 часа		6 часов		1 сутки		2 сутки		3 сутки	
Основное вещество	$28,92 \pm 0,95$	$40,3 \pm 0,33$	***	$36,97 \pm 0,44$	***	$28,3 \pm 0,58$		$26,9 \pm 0,56$		$28,9 \pm 0,53$	
					###		###		###		#
Клетки	$20,0 \pm 0,56$	$19,93 \pm 0,19$		$22,05 \pm 0,31$	**	$32,8 \pm 0,28$	***	$42,3 \pm 0,28$	***	$35,3 \pm 0,39$	***
					###		###		###		###
Волокна	$35,58 \pm 0,83$	$30,83 \pm 0,22$	***	$32,64 \pm 0,25$	**	$30,85 \pm 0,36$	***	$21,9 \pm 0,33$	***	$26,4 \pm 0,4$	***
					###		##		###		###
Сосуды	$5,0 \pm 0,56$	$3,5 \pm 0,31$	*	$3,22 \pm 0,28$	*	$3,05 \pm 0,28$	*	$3,3 \pm 0,28$	*	$3,6 \pm 0,36$	
Производные кожи	$10,5 \pm 0,64$	$5,44 \pm 0,39$	***	$5,12 \pm 0,42$	***	$5,0 \pm 0,36$	***	$5,6 \pm 0,42$	***	$5,8 \pm 0,44$	***

Примечание: * – по сравнению с контролем, # – по сравнению с предыдущим сроком; *, # – $P < 0,05$; **, ## – $P < 0,01$; ***, ### – $P < 0,001$.

Таблица 3

**Изменение относительного объема структур кожи в динамике раневого процесса
(период пролиферации, в %)**

Контроль	3 сутки		5 сутки		7 сутки		15 сутки	
Основное вещество	28,92 ± 0,95	28,9 ± 0,53	27,8 ± 0,56		25,0 ± 0,6	**	23,3 ± 0,47	***
		#				##		#
Клетки	20,0 ± 0,56	35,3 ± 0,39	31,7 ± 0,36	***	30,8 ± 0,47	***	25,3 ± 0,25	***
		***		***		***		***
Волокна	35,58 ± 0,83	26,4 ± 0,4	30,6 ± 0,33	***	34,5 ± 0,36	***	39,7 ± 0,36	***
		***		***		***		***
Сосуды	5,0 ± 0,56	3,6 ± 0,36	4,1 ± 0,36		3,9 ± 0,28		4,2 ± 0,31	
Производные кожи	10,5 ± 0,64	5,8 ± 0,44	5,8 ± 0,44	***	5,8 ± 0,42	***	7,5 ± 0,44	**
								#

Примечание: * – по сравнению с контролем, # – по сравнению с предыдущим сроком; *, # – $P < 0,05$; **, ## – $P < 0,01$; ***, ### – $P < 0,001$.

Таблица 4

**Результаты расчета НДС образца кожи при ушивании раны узловыми швами
(модифицированная технология)**

L _x	L _z	σ _{min}	σ _{max}	σ _{win}	V _m	V _p	V _{st}	F _{is}
КОНТРОЛЬ								
Без разреза		0,015	0,356	0,073	0,0	0,0	0,0	0,0
С разрезом		0,014	0,370	0,069	0,0	0,0	20,693	0,0
2,00	1,00	0,016	0,435	0,082	0,0	0,00	0,0	0,141
2,00	2,00	0,018	0,558	0,089	0,0	0,00	0,0	0,158

Таким образом, получено, что при традиционной технике наложения узловых швов в различных участках раны возникают разные морфофункциональные состояния структур кожи (табл. 2, 3), которые обеспечивают, в последующем, возникновение неравномерного дисфункционального рубца. Изучение НДС структур кожи при этой технике наложения швов, показало, что в области ушитой раны возникают неравномерные и значительные напряжения структур по всей длине раневого процесса. Более высокие значения наблюдаются под нитями швов, а в зонах между соседними швами – участки разрежения.

В последующем, с использованием предварительного математического моделирования НДС структур кожи произведен расчет и подбор наиболее оптимальных параметров (по сравнению с традиционной техникой) наложения кожных швов (табл. 4). Так, расстояние от точки вкола иглы до края раны составило 1 мм, а расстояние между соседними швами – 2 мм. При этом возникающие НДС структур кожи в области наложения швов были еще более равномерны и по своим характеристикам приближались к их исходным значениям в контроле (без разреза).

Проведение сопоставительного морфофункционального изучения реакции структур кожи при модифицированной и традиционной техниках ушивания операционных ран показало, что

изменения величин ВКД в области раневого процесса при оптимизации условий наложения кожных швов имеют аналогичную динамику, но их значения менее выражены. Так, на протяжении всего воспалительного процесса величина ВКД была выше ($p < 0,001$), по сравнению с предыдущими сроками (табл. 5) и составляла на два часа – $51,56 \pm 0,24$ мм водн. ст., на конец первых суток эксперимента – $44,22 \pm 0,16$ мм водн. ст., а на конец периода альтерации (3 сутки) – $39,11 \pm 0,14$ мм водн. ст. В то же время, при сравнении его значений с показателями ВКД при традиционной технике наложения швов выявлено, что различия между ними в динамике воспалительной реакции (кроме 7 суток) статистически достоверны.

Наряду с этим, отмечается, что значения ВКД в различных участках (между швами, под нитями шва) раны при использовании модифицированной технологии наложения швов между собой не различаются. В то время как при традиционной технике величина ВКД между швами меньше, а под нитями шва – больше. Это говорит о том, что в первом случае достигается моделирование более равномерных напряжений в области раневого процесса.

Вместе с тем, результаты морфологического исследования подтверждают динамику изменений величин ВКД и НДС структур кожи. Их общая ди-

Таблица 5

Изменения величин ВКД в динамике раневого процесса (модифицированная технология)

Сроки	Количество животных	ВКД	Вероятность случайного различия (P)		
			с контролем	с традиционной техникой	с предыдущим сроком
Контроль	24	34,82 ± 0,14	–	–	–
1–2 часа	3	51,56 ± 0,24	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
1 сутки	3	44,22 ± 0,16	$p < 0,001$	$p < 0,01$	$p < 0,001$
3 сутки	3	39,11 ± 0,14	$p < 0,001$	$p < 0,05$	$p < 0,001$
7 сутки	3	41,06 ± 0,19	$p < 0,01$	$p > 0,05$	$p < 0,001$
15–20 сутки	3	40,89 ± 0,22	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,001$

Таблица 6

Изменения относительного объема структур кожи в динамике раневого процесса (модифицированная технология, в %)

Контроль		2 часа		1 сутки		3 сутки		7 сутки		20 сутки	
Основное вещество	28,92 ± 0,95	36,5 ± 0,36	**	33,6 ± 0,53	**	31,88 ± 0,42	*	28,02 ± 0,5		30,16 ± 0,58	
					##		#		##		#
Клетки	20,0 ± 0,56	20,4 ± 0,25		24,1 ± 0,25	**	33,64 ± 0,33	***	30,94 ± 0,28	***	21,02 ± 0,28	
					###		###		##		###
Волокна	35,58 ± 0,83	35,41 ± 0,19		34,97 ± 0,25		29,05 ± 0,28	**	32,7 ± 0,31	**	36,52 ± 0,22	
							###		###		###
Сосуды	5,0 ± 0,56	3,14 ± 0,27	*	2,89 ± 0,25	*	2,33 ± 0,25	**	3,42 ± 0,28	*	4,83 ± 0,31	
									#		*
Производные кожи	10,5 ± 0,64	4,55 ± 0,36	***	4,44 ± 0,33	***	3,1 ± 0,33	***	4,92 ± 0,36	**	7,47 ± 0,4	**
							#		#		##

Примечание: * – по сравнению с контролем, # – по сравнению с предыдущим сроком; *, # – $P < 0,05$; **, ## – $P < 0,01$; ***, ### – $P < 0,001$.

динамика в процессе заживления операционной раны при использовании модифицированной техники наложения узловых швов аналогична перестройкам при традиционной технике. Однако они менее интенсивны и более сжаты по времени реактивных проявлений (табл. 6). Так, увеличение относительного объема основного вещества наступает также через 2 часа от начала эксперимента, но посттравматический отек менее выражен. Максимальные значения относительного объема клеток в области раневого процесса отмечаются позже, только к концу 3 суток, а интенсивность клеточной реакции существенно ниже. Изменения относительного объема соединительнотканых волокон также сглажены и к концу периода пролиферации они менее выражены.

Таким образом, разработанная на основании предварительного математического моделирования модифицированная технология наложения узловых швов позволяет добиться не только мень-

ших по величине, но и более равномерных НДС ее структур, что и приводит к формированию тонкого, косметически и функционально более полноценного послеоперационного рубца.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Традиционные способы формирования и ушивания краев раны вызывают образование неравномерных НДС структур кожи в области оперативного вмешательства и оказывают стереотипное усиливающее влияние на выраженность звеньев раневого процесса. В результате этого, как правило, формируется массивный разнородный по ширине рубец.

При ушивании раны разработанным способом выявляется картина более слабого воспалительно-репаративного раневого процесса, обусловленного возникновением более равномерных и менее выраженных НДС структур кожи в области оперативного вмешательства [1, 14]. В результате это-

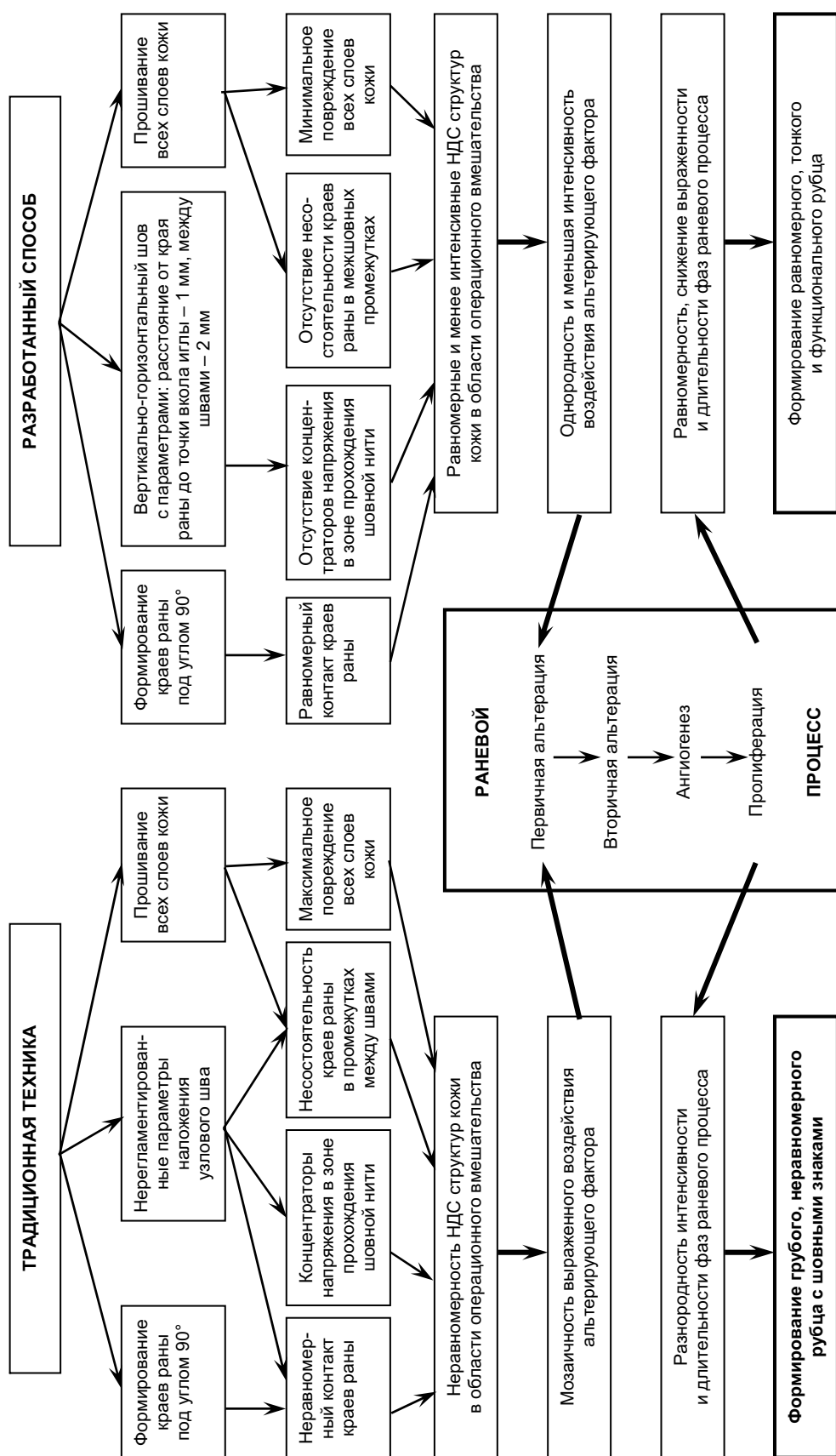


Рис. 1. Концептуальная схема патогенетически обоснованного принципа оптимизации заживления кожной раны.

го, в области раны формируется менее массивный, равномерный по протяжению раны рубец.

На основании полученных данных разработана концептуальная схема (рис. 1) из которой видно, что для минимизации развития и достижения большей равномерности толщины послеоперационного рубца кожи, а следовательно, и большей его однородности, необходимо создавать в области раны более оптимальные и менее значимые НДС структур кожи, что более эффективно достигается при предварительном математическом моделировании параметров наложения швов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов А.Е. Микрохирургическая техника и ее место в арсенале хирурга / А.Е. Белоусов // Вестник аритмологии. — 1995. — № 4. — С. 31.
2. Васильцов М.К. Морфология очага воспаления при нарушении обмена биогенных аминов: Дис. ... д-ра мед. наук. — Новосибирск, 1974. — 260 с.
3. Воспаление кожи (оценка, прогнозирование исходов): Тез. докл. / М.К. Васильцов, В.Г. Изатулин, В.Ю. Лебединский, В.В. Малышев и др. // Морфология. — 1996. — Т. 109, № 2. — С. 40.
4. Восстановительные микрохирургические операции на голове и шее / Ю.П. Булыгин, М.А. Губин, М.А. Ходорковский и др. // Вестник аритмологии. — 1995. — № 4. — С. 51.
5. Динамика показателей функционального состояния краев кожной раны, ушитой с нормализацией тканевого давления / А.А. Левенец, Л.Ф. Марченко, А.А. Логачев, А.А. Радкевич // Актуальные вопросы рентгенологии, фтизиатрии и функциональной диагностики в стоматологии: Сб. ст. — М., 1988. — С. 144—146.
6. Дудкин В.В. Биомеханическая модель механических швов раны стенки полых органов / В.В. Дудкин, В.Ю. Лебединский // Биомеханика на защите жизни и здоровья человека: Тез. докл. — Н. Новгород, 1992. — Т. 1. — С. 78.
7. Заживление послеоперационных ран кожи при моделировании с помощью различных величин тканевого давления в краях раны (морфогенез тканей и органов в условиях адаптации) / А.А. Левенец, З.Ф. Панова, А.А. Логичева и др. — Иркутск, 1990. — С. 78—83.
8. Лебединский В.Ю. Напряженно-деформированные состояния структур органов: Дис. ... д-ра мед. наук. — Иркутск, 2000. — 356 с.
9. Макаров А.К. Регистрация и моделирование тканевого давления в нормальных и патологически измененных органах / А.К. Макаров, Ю.П. Белохвостиков. — Иркутск: Изд-во ИГМИ, 1987. — 150 с.
10. Марченко Л.Ф. Морфологическая характеристика заживления ран кожи в условиях моделирования тканевого давления / Л.Ф. Марченко, З.Ф. Панова // Реконструктивная хирургия челюстно-лицевой области: Сб. науч. тр. — Красноярск, 1989. — С. 69—72.
11. Моделирование, оценка и регуляция воспалительных процессов / М.К. Васильцов, В.Г. Изатулин, В.Ю. Лебединский, В.В. Малышев и др. // 4-й Российско-Японский международный медицинский симпозиум: Тез. докл. — Иркутск, 1996. — С. 142.
12. Применение метода микрохирургической аутотрансплантации васкуляризованных компонентов тканей в экстренной хирургии тяжелых повреждений и отчленение конечностей / Е.Ю. Шибанов, В.Г. Чичкин, К.В. Светлов, Д.А. Сидоренков // Вестн. аритмологии. — 1995. — Вып. 4. — С. 219.
13. Тканевое давление в хирургии / А.К. Макаров, П.А. Самотесов, В.Ю. Лебединский, Ю.П. Белохвостиков // Актуальные вопросы реконструктивной и восстановительной хирургии: Тез. итоговых работ. — Иркутск, 1989. — Ч. 1. — С. 232—233.
14. Чудаков О.П. К вопросу о биомеханике при наложении шва на кожу лица / О.П. Чудаков, И.В. Мельничук // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. — Иркутск, 1993. — Вып. 3—4. — С. 122—125.