

УДК 616.71-089.844: 616.31-036

ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ РИСКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИСХОДОВ КОСТНОПЛАСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В ПОЛОСТИ РТА

Полуян П. В., Сипкин А. М., Лапшин В. П., Титова Н. В.,
Клеструп Д. В., Степанюк А. В.

*ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский
клинический институт им. М. Ф. Владимирского», кафедра челюстно-
лицевой хирургии и госпитальной хирургической стоматологии,
г. Москва, Российская Федерация*

Цель исследования — персонализация оценки риска при выборе методики костной пластики, для чего оценивались результаты различных оперативных вмешательств, выявлены факторы риска и разработана прогностическая математическая модель.

Объекты и методы. Проведена оценка результатов костнопластических операций у пациентов с отсутствием зубов и значительной атрофией костной ткани челюстей. При анализе результатов (осложнений и исходов) костнопластических операций в исследуемых группах оценивали: пол и возраст; объем замещения; локализация и конфигурация восстанавливаемого дефекта/атрофии.

Результаты. Статистический анализ исходов операций показал значимые различия между методиками костной пластики. Лучшие результаты у исследуемых пациентов показали операции открытого синус-лифтинга (наивысший балл в 43,3%) и локальной костной модификации (81,1%), в то время как 28,8% операций направленной костной регенерации и 52,4% операций трансплантации костного блока продемонстрировали неудовлетворительный исход в отдаленные сроки. Выявлено, что число имеющихся костных стенок является значимым фактором в исходе операции. Для прогнозирования риска осложнений и негативных исходов проведено построение математической модели логистической регрессии по методу отбора предикторов «пошагово назад», что позволило создать итоговое персонализированное уравнение расчета коэффициента степени риска.

Заключение. Исходя из полученных данных, основными факторами (биологическими показателями), определяющими особенности течения, результаты и прогноз костнопластических операций являются число имеющихся стенок костного, объем замещения, возраст и локализация дефекта/атрофии.

Ключевые слова: атрофия альвеолярного гребня; костная пластика; осложнения; исходы операции; математическая модель расчета риска костной пластики; коэффициент риска.

PERSONALIZING OF RISK ASSESSMENT AND PREDICTION OF OSTEOPLASTY'S OUTCOMES IN ORAL SURGERY

**Poluyan P. V., Sipkin A. M., Lapshin V. P., Titova N. V.,
Klestrup D. V., Stepanyuk A. V.**

*Moscow Regional Research Clinical Institute named by M. F. Vladimirsky,
Department of Maxillofacial Surgery and Hospital Oral Surgery,
Moscow, Russian Federation*

The aim of the study was to personalize the risk assessment for choosing a osteoplastic technique, for which the results of various surgery were evaluated, risk factors were identified and a predictive mathematical model was developed.

Objects and methods. The results of osteoplastic surgery were evaluated in patients with missing teeth and bone atrophy of the jaws. When analyzing the results (complications and outcomes) of this surgery in the study groups, the following were evaluated: age and gender; volume of replacement; localization and configuration of the defect/atrophy being reconstructed.

Results. Statistical analysis of surgical outcomes showed significant differences between bone grafting techniques. The best results were shown by opensinus-lifting (the highest score was 43.3 %) and local bone modification (81.1 %), while 28.8 % of guided bone regeneration and 52.4 % of bone block transplantation demonstrated an unsatisfactory long-term outcomes. It was revealed that the number of available bone walls is a significant factor in the surgery outcome. To predict the risk of complications and negative outcomes, a logistic regression mathematical model was built using the method of selecting predictors "step by step backwards", which allowed us to create a final personalized equation for calculating the risk coefficient.

Conclusion. Based on the data obtained, the main factors (biological indicators) determining the features of the course, results and prognosis of osteoplasty are the number of existing bone walls, the volume of replacement, age and localization of the defect/atrophy.

Keywords: alveolar ridge atrophy; bone grafting; complications; surgery outcomes; mathematical model for osteoplasty risk; risk coefficient.

Введение. Описано множество методик увеличения объема костной ткани челюстей [3, 4]. С этой целью в практике дентальной имплантации широко используются различные остеопластические и барьерные материалы [1]. Основной проблемой для всех видов костной пластики при имплантологическом лечении является значительное число осложнений и неудачные исходы этих операций. По различным данным, неудовлетворительные результаты и осложнения встречаются с частотой 23–93 %, что заставляет задуматься о смене тактики лечения и целесообразности некоторых из этих хирургических вмешательств [2, 5]. Факторы, влияющие на результат костной пластики, анализировали многие авторы, однако до сих пор ученые не пришли к единому мнению относительно тех из них, которые являются ключевыми для оценки риска и прогнозирования исходов операций.

Цель исследования — персонализация тактики выбора методики хирургической помощи пациентам с отсутствием зубов и значительным дефицитом костной ткани различного возраста, с помощью расчета риска осложнений и неудачных исходов костной пластики в полости рта.

Объекты и методы. На базе отделения хирургической стоматологии ГАУЗ МО «Московская областная стоматологическая поликлиника» (ГАУЗ МО МОСП) и отделения челюстно-лицевой хирургии ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского» (ГБУЗ МО МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского) с 2017 по 2021 годы проведена оценка результатов лечения 281 пациента с отсутствием зубов и значительной атрофией костной ткани челюстей различными методиками. Проанализированы результаты 281 костнопластической операции у 107 мужчин (38 %) и 174 женщин (62 %) в возрасте 23–74 лет с диагнозами (МКБ-10): K00.00 Частичная адентия; K00.01 Полная адентия; K08.1 потеря зубов вследствие несчастного случая, удаления зубов или локализованного пародонтита; K06.84 Атрофия гребня частичная.

При проведении лучевого и клинического исследований через 6, 12, 24 месяцев после операции, оценивали объем и состояние костной ткани в области проведенной костной пластики для анализа результатов (осложнений и исходов) и оценки эффективности применения различных методик. Все проведенные костнопластические операции были распределены в 4 группы в зависимости от вида: направленная костная регенерация (НКР); трансплантация костного блока (ТКБ); открытый синус-лифтинг (ОСЛ); остеотомические методики локаль-

ной костной модификации (ЛКМ). В исследование включали только пациентов с отсутствием значимой сопутствующей патологии, использовали многофакторный статистический анализ.

В исследуемых группах оценивали: пол и возраст пациентов (в годах); объем замещения (используемого костнопластического материала в миллилитрах); число имеющихся костных стенок (от 1 до 5) восстанавливаемого дефекта/атрофии, используя предлагаемую геометрическую модель «Куб»; наличие и степень выраженности осложнений по 3-бальной шкале (легкие-1, значимые-2, критические-3); исходы (результаты) костнопластических операций (по 4-бальной шкале в диапазоне от «Плохой» до «Хороший»).

Осложнения костнопластических операций относили к группам: условно легких (незначительный отек/гематома; подкожная гематома; временная парестезия) — 1 балл; значимых (послеоперационное воспаление; значительный отек/гематома; стойкая парестезия) — 2 балла; критических (гнойное послеоперационное воспаление; расхождение краев раны; обнажение, смещение, подвижность, инфицирование и/или нагноение трансплантата, смоделированного костного объема, мембраны) — 3 балла.

Критерием оценки исхода результата костной пластики явилось формирование нового объема и/или формы кости (костного регенерата), достаточного для установки дентальных имплантатов.

К негативным (неприемлемым) исходам костнопластических операций относили плохой (1 балл) и неудовлетворительный (2 балла) результаты; к позитивным (приемлемым) исходам относили удовлетворительный (3 балла) и хороший (4 балла) результаты.

Статистический анализ проводили в программе R Studio с помощью языка R версии 4.1.2. Нормальность распределения количественных переменных оценивали с помощью критерия Шапиро-Уилка. Так как распределение большинства количественных переменных отличалось от нормального, в ходе анализа были применены непараметрические статистические методы. В качестве описательных статистических методик рассчитывали медианы и квартили. Сравнение количественных переменных в двух группах проводили с помощью критерия Манна-Уитни, сравнение в трех и более группах — с помощью критерия Краскела-Уоллиса с апостериорными сравнениями с помощью критерия Данна.

Для качественных переменных рассчитывали относительные и абсолютные частоты. Сравнение качественных переменных проводи-

ли с помощью критерия Хи-квадрат Пирсона или точного критерия Фишера в ситуациях, когда минимальное значение частоты в таблице ожидаемых частот было меньше или равно 5. При множественных сравнениях применяли поправку Хольма-Бонферрони. Для прогнозирования развития осложнений проводили построение модели логистической регрессии с отбором предикторов по методу «пошагово назад». Ошибка первого рода (α) была установлена на уровне 0,05. Нулевые гипотезы отвергали при значении $p < 0,05$.

После оценки результатов и проведения корреляционно-регрессионного статистического анализа была разработана математическая модель расчета коэффициента степени риска для прогнозирования исходов костнопластических операций.

Результаты. Незначительные осложнения (1 балл) в виде отека, гематомы имели место во всех группах, при этом осложнения, относимые к группе значимых (2 балла), были отмечены примерно в половине наблюдений во всех группах, кроме операций ЛКМ (53,6% — ОСЛ, 51,5% — НКР, 47,6% — ТКБ). Критические осложнения (3 балла) наиболее часто констатировали при операциях НКР (34,8%) и ТКБ (38,1%), в то время как при вмешательствах ОСЛ они присутствовали в 3,6% и в 2,7% при ЛКМ ($p < 0,05$). Пациенты, у которых выполняли операции ЛКМ в 55,5% не имели осложнений, а те из них, которые развивались, относились к незначительным в 86,3%. Попарные сравнения в группах показали, что объем замещения при незначительной выраженности осложнений (условно «легких») отличался от значимых (средней) и критических, при этом средняя степень выраженности не показала значимых отличий в частоте от тяжелой ($p = 0,102$). Анализ объема замещения показал, что больший объем замещения чаще приводил к осложнениям, прямо коррелирующим с их выраженностью.

Клинический анализ говорит о возможной связи плохого исхода с наблюдавшимися при этом послеоперационными осложнениями. Статистический анализ исходов операций показал значимые различия между методиками костной пластики.

Положительный результат (3,4 балла) операций составил при ТКБ 9,5%, НКР — 13,6%, ОСЛ — 90,0%, ЛКМ — 98,2%; в то время как отрицательный результат (1,2 балла) при проведении операций НКР наблюдался в 86,4%, ТКБ — в 90,5%, ОСЛ — в 10,0%, ЛКМ — в 1,8%.

Лучшие результаты у исследуемых пациентов показали операции ОСЛ (наивысший балл в 43,3%) и ЛКМ (81,1%), в то время как 28,8%

операций НКР и 52,4 % ТКБ продемонстрировали неудовлетворительный результат в отдаленные сроки (таблица 1).

Таблица 1 — Сравнение исследуемых групп по исходам и осложнениям.

Показатели		Вид операции				Значение, p	Попарные сравнения
		ЛКМ	ОСЛ	НКР	ТКБ		
Наличие осложнений	Нет, n (%)	91 (55,5%)	2 (6,7%)	0 (0%)	0 (0%)	<0,001 ^a	1–2: <0,001 1–3: <0,001 1–4: <0,001 2–3: 0,355 2–4: 0,635 3–4: <0,001
	Есть, n (%)	73 (44,5%)	28 (93,3%)	66 (100%)	21 (100%)		
Выраженность осложнений	1, n (%)	63 (86,3%)	12 (42,9%)	9 (13,6%)	3 (14,3%)	<0,001 ^b	1–2: <0,001 1–3: <0,001 1–4: <0,001 2–3: <0,001 2–4: 0,007 3–4: 0,941
	2, n (%)	8 (11%)	15 (53,6%)	34 (51,5%)	10 (47,6%)		
	3, n (%)	2 (2,7%)	1 (3,6%)	23 (34,8%)	8 (38,1%)		
Исход (балл)	1, n (%)	1 (0,6%)	1 (3,3%)	19 (28,8%)	11 (52,4%)	<0,001 ^b	1–2: <0,001 1–3: <0,001 1–4: <0,001 2–3: <0,001 2–4: <0,001 3–4: 0,247
	2, n (%)	2 (1,2%)	2 (6,7%)	38 (57,6%)	8 (38,1%)		
	3, n (%)	28 (17,1%)	14 (46,7%)	7 (10,6%)	2 (9,5%)		
	4, n (%)	133 (81,1%)	13 (43,3%)	2 (3%)	0 (0%)		
Результат	положительный, n (%)	161 (98,2%)	27 (90%)	9 (13,6%)	2 (9,5%)	<0,001 ^a	1–2: 0,143 1–3: <0,001 1–4: <0,001 2–3: <0,001 2–4: <0,001 3–4: 0,907
	отрицательный, n (%)	3 (1,8%)	3 (10%)	57 (86,4%)	19 (90,5%)		

Примечание: a – Критерий Хи-квадрат Пирсона; b – Точный критерий Фишера.

В результате многофакторного анализа было выявлено, что число имеющихся костных стенок является значимым фактором в исходе

операции. Негативные исходы выявлялись чаще при операциях НКР и ТКБ, что исходя из геометрической оценки конфигурации, соответствовало меньшему числу имеющихся костных стенок. На исход также оказывали влияние объем, локализация дефекта/атрофии и возраст пациента, поскольку при статистическом анализе была выявлена ассоциация перечисленных выше факторов с наличием послеоперационных осложнений и исходом.

Для прогнозирования риска осложнений и негативных исходов было проведено построение математической модели логистической регрессии по методу отбора предикторов (шансов) «пошагово назад», что позволило создать итоговое персонализированное уравнение расчета коэффициента степени риска (P), которое имеет вид:

где: P — коэффициент степени риска; может принимать значения от 0 до 1 (0–100%); e — Экспонента — число Эйлера (показательная функция), постоянная величина равная 2,718; z — линейное уравнение — показатель принимающий персонализированное значение, для вычисления которого необходимо ввести значение числа костных стенок (от 1 до 5), возраст пациента (в годах), объем предполагаемого замещения (в миллилитрах) и локализации, где нижняя челюсть принимает значение «1» и верхняя челюсть значение «0» исходя из формулы:

На основе данного уравнения, с использованием предлагаемой геометрической модели оценки конфигурации атрофии/дефекта «Куб», может быть рассчитан риск неудачных исходов костнопластических операций (коэффициента степени риска — P), соответствующий: до 0,2 — низкому; 0,2–0,4 — умеренному; более 0,4 — риску высокой степени.

При высокой ($\geq 0,4$) и средней (0,2–0,4) степени риска необходимо использовать остеотомические методики локальной костной модификации; при низком риске ($\leq 0,2$) возможно применение аугментационных методик.

Заключение. Исходя из полученных данных, основными факторами (биологическими показателями), определяющими особенности течения, результаты и прогноз костнопластических операций являются число имеющихся костных стенок, объем замещения, возраст и локализация дефекта/атрофии. Это следует учитывать для выбора персонализированной тактики лечения при подготовке к дентальной имплантации для ортопедической реабилитации пациентов с адентией. Прогнозирование исхода и персонализированная оценка степени риска костнопластической операции заключается в анализе этих фак-

торов и может быть рассчитана при помощи предлагаемой математической модели.

Литература.

1. Амхадова, М. А. Применение субпериостальных имплантатов для реабилитации пациентов со значительной атрофией костной ткани челюстей / М. А. Амхадова // *Стоматология*. — 2004. — Т. 83, № 3. — С. 72–74.
2. Полуян, П. В. Костная пластика в полости рта: исходы, осложнения, факторы успеха и классификация рисков / П. В. Полуян, А. М. Сипкин, Т. Н. Модина // *Клиническая стоматология*. — 2022. — Т. 25, № 1. — С. 54–61. doi: 10.37988/1811-153X_2022_1_54
3. Смбалян, Б. С. О клиническом применении нового метода восстановления костной ткани в дентальной имплантологии. Метод Фуада Кьюри / Б. С. Смбалян, Д. В. Гольдштейн, А. В. Волков // *Клиническая стоматология*. — 2010. — Т. 56, № 4. — С. 38–45.
4. Harris, D. Advanced surgical procedures : bone augmentation / D. Harris // *Dent Update*. — 1997. — Vol. 24, N 8. — P. 332–337.
5. Herford, A. S. Complications in bone grafting / A. S. Herford, J. S. Dean // *Oral Maxillofac. Surg. Clin. North Am.* — 2011. — Vol. 23, N 3. — P. 433–442. doi: 10.1016/j.coms.2011.04.004