

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОТОКОЛОВ НЕМЕДЛЕННОЙ И РАННЕЙ НАГРУЗКИ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ С УЧЕТОМ ПЛОТНОСТИ КОСТИ И ОККЛЮЗИОННЫХ ФАКТОРОВ

OPTIMIZATION OF IMMEDIATE AND EARLY LOADING PROTOCOLS FOR DENTAL IMPLANTS TAKING INTO ACCOUNT BONE DENSITY AND OCCLUSAL FACTORS

E. Rochshin

Summary. Optimization of immediate and early loading protocols for dental implants is a current challenge in modern dentistry aimed at shortening patient rehabilitation times. The success of these techniques directly depends on bone tissue density and occlusal factors, which determine implant stability and distribution of masticatory loads. The aim of this study was to develop differentiated clinical algorithms to minimize the risk of implant failure under accelerated loading protocols, taking these parameters into account.

Methods: A prospective clinical study was conducted involving 120 patients (246 implants placed). Bone density was assessed according to the Lekholm & Zarb classification (types D1–D4) based on CBCT. Occlusal factors were analyzed using the T-Scan III system. Patients were divided into groups receiving standard and optimized loading protocols, which included individualized adjustment of masticatory contacts and provisional prostheses. Follow-up evaluations were performed at 3, 6, and 12 months.

Results: The use of adapted protocols with occlusal adjustment reduced the complication rate in groups with low bone density (D3–D4) by 28 % compared to standard methods. Marginal bone loss at one year in the optimized protocol group was 0.8 ± 0.3 mm versus 1.5 ± 0.4 mm in the control group. Implant survival rates reached 98.7 % for D1–D2 and 94.2 % for D3–D4, compared to 91.5 % in groups without occlusal factor correction.

Discussion: The data confirm the critical influence of bone density and occlusal control on the long-term success of accelerated loading. The developed algorithms, which include staged correction of masticatory contacts and selection of provisional restorations according to bone type, allow for expanded indications for immediate loading even under suboptimal bone conditions. Implementation of these protocols requires careful planning of occlusal interactions during the provisional prosthesis stage.

Keywords: dental implantation, immediate loading, bone density, occlusal analysis, protocol optimization.

Рощин Евгений Михайлович

Кандидат медицинских наук,
врач стоматолог-ортопед,
стоматолог-ортодонт, Московский Государственный
Медико-Стоматологический университет
Evgenii-r.st@mail.ru

Аннотация. Оптимизация протоколов немедленной и ранней нагрузки зубных имплантатов является актуальной задачей современной стоматологии, направленной на сокращение сроков реабилитации пациентов. Успех данных методик напрямую зависит от плотности костной ткани и окклюзионных факторов, которые определяют стабильность имплантата и распределение жевательных нагрузок. Целью исследования стала разработка дифференцированных клинических алгоритмов для минимизации риска отторжения имплантатов при ускоренных протоколах нагрузки с учетом указанных параметров.

Методы: Проведено проспективное клиническое исследование с участием 120 пациентов (установлено 246 имплантатов). Плотность кости оценивалась по классификации Lekholm & Zarb (типы D1–D4) на основе КЛКТ. Окклюзионные факторы анализировались методом T-Scan III. Пациенты разделены на группы с применением стандартных и оптимизированных протоколов нагрузки, включающих индивидуальную коррекцию жевательных контактов и временного протезирования. Мониторинг проводился через 3, 6 и 12 месяцев.

Результаты: Применение адаптированных протоколов с коррекцией окклюзии снизило частоту осложнений в группах с низкой плотностью кости (D3–D4) на 28 % по сравнению со стандартными методиками. Маргинальная потеря кости через год в группе оптимизированного протокола составила $0,8 \pm 0,3$ мм против $1,5 \pm 0,4$ мм в контрольной группе. Выживаемость имплантатов достигла 98,7 % при D1–D2 и 94,2 % при D3–D4 против 91,5 % в группах без коррекции окклюзионных факторов.

Обсуждение: Полученные данные подтверждают критическое влияние плотности кости и окклюзионного контроля на долгосрочный успех ускоренной нагрузки. Разработанные алгоритмы, включающие этапную коррекцию жевательных контактов и выбор временных реставраций в зависимости от типа кости, позволяют расширить показания к немедленной нагрузке даже при неидеальных костных условиях. Внедрение протоколов требует тщательного планирования окклюзионных взаимодействий на этапе временного протезирования.

Ключевые слова: дентальная имплантация, немедленная нагрузка, плотность костной ткани, окклюзионный анализ, оптимизация протоколов.

Введение

Первый шаг в разработке оптимизированных протоколов немедленной и ранней нагрузки дентальных имплантатов основан на понимании физиологических особенностей костной ткани и влиянии окклюзионных факторов на стабильность имплантата. В условиях активного внедрения имплантологии в повседневную клиническую практику особое внимание уделяется показателям первичной стабилизации, зависящим от параметров плотности кости, анатомии челюсти и методик предварительного планирования установки искусственных корней [12, с. 301]. По мере совершенствования технологий врачи-стоматологи получают доступ к новым формам имплантатов с улучшенным макродизайном, а также к инструментам для трёхмерной диагностики, что открывает широкие возможности для точного анализа качества костной ткани в различных зонах и выбора более предпочтительной методики фиксации [6]. Однако очевидно, что даже при самом тщательном предоперационном моделировании остаются факторы, связанные с индивидуальными особенностями пациента, такими как степень минерализации костной ткани и конфигурация зубочелюстной системы, которые напрямую влияют на результат протезирования с немедленной или ранней нагрузкой [3, с. 55].

Другим важным аспектом является учет окклюзионных нагрузок, возникающих при жевательных движениях и определяющих вектор воздействия на имплантат. Равномерное распределение усилий на костную ткань позволяет избежать появления избыточных точек напряжения и тем самым снижает риск микроподвижности конструкций [9, с. 82]. При неравномерном распределении, например, у пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава или с выраженными стираемостями зубов, возможно повышение уровня нагрузки, что требует особо тщательного индивидуального планирования [15, с. 44]. Клинические наблюдения свидетельствуют о том, что при адекватной оценке плотности кости и рациональном выборе имплантационного протокола, даже в случаях сложных костных условий удается добиться хорошей остеоинтеграции с сохранением объема костной ткани [2, с. 41]. В последнее время активное внедрение цифровых технологий, в числе которых виртуальное моделирование окклюзии и компьютерная навигация при установке имплантатов, заметно облегчает задачу оптимизации этих протоколов. С практической точки зрения это означает сокращение периода заживления и снижение рисков осложнений, что в итоге позволяет увеличить долю успешных случаев имплантации.

Материалы и методы исследования

Настоящее исследование проводилось с привлечением 60 пациентов, которым была выполнена установка

дентальных имплантатов с немедленной и ранней нагрузкой на базе специализированной стоматологической клиники. Все пациенты дали письменное информированное согласие на участие в научном исследовании и прошли предварительное обследование с использованием компьютерной томографии для определения качественных и количественных показателей костных структур [8, с. 78]. Дополнительный критерий включения в исследование заключался в отсутствии тяжелых сопутствующих заболеваний, способных повлиять на регенерационные процессы, а также в удовлетворительном состоянии полости рта. При этом исключались пациенты с декомпенсированным сахарным диабетом, тяжелыми заболеваниями обмена веществ и онкологическими патологиями, поскольку риск неблагоприятного исхода был бы значительно увеличен и исказил бы результаты [14]. В ходе диагностики учитывалась плотность костной ткани (в единицах Хаунсфилда) в области предполагаемой имплантации, проводится анализ окклюзионных характеристик и выявляются потенциальные факторы риска.

Для оценки эффективности предложенных протоколов проводилась контрольная серия исследований, включающая сопоставление показателей первичной стабилизации имплантата, изменений уровня кости по периметру и параметров функциональной нагрузки на имплантат. Все процедуры проводились с использованием хирургического набора, позволяющего формировать ложе имплантата с учетом типа костной ткани: снижать скорость вращения и усилие препарирования при более рыхлой кости и применять более агрессивный подход при высокой плотности [11, с. 52]. Особое внимание уделялось технике позиционирования имплантата, которая определялась данными трехмерной томографии, а при необходимости проводилась навигационная хирургия [4, с. 59]. Впоследствии, для оценки функционального и эстетического результата, проводилось комплексное клинико-рентгенологическое исследование в сроки от 1 до 12 месяцев после установки. Результаты фиксировались с помощью методики сравнения контрольных томограмм и анализа состояния мягких тканей с обязательной оценкой уровня десневого контура. Для статистической обработки данных использовались методы регрессионного и корреляционного анализа, позволяющие выявлять достоверные факторы влияния плотности кости и показателей окклюзии на успешность имплантации.

Результаты и обсуждение

Важным аспектом анализа эффективности немедленной и ранней нагрузки дентальных имплантатов является определение факторов, позволяющих прогнозировать стабильность конструкции на протяжении всего периода остеоинтеграции [13, с. 14]. Среди основных проблем,

рассматриваемых в данном исследовании, выделяются неоднородность показателей плотности костной ткани у разных категорий пациентов, а также вариативность окклюзионных характеристик, которые не всегда поддаются точному моделированию средствами цифровых технологий. Более того, наличие сопутствующих функциональных нарушений (например, бруксизма или патологии прикуса) способно существенно повысить нагрузки на имплантат и привести к периимплантным реакциям воспалительного характера. Поэтому рассматриваемая задача оптимизации протоколов оказывается комплексной и требует стратегического подхода, включающего как тщательную оценку состояния костной ткани, так и индивидуализированное протезирование с учетом морфологии зубных рядов. Эти соображения лежат в основе исследования, направленного на сопоставление клинических результатов и параметров плотности костной ткани в различных участках челюсти.

При формировании групп наблюдения особое внимание уделялось последствиям изменения окклюзионной схемы при установке одиночных имплантатов и мостовидных протезных конструкций, что может влиять на распределение жевательного давления [7, с. 50]. Предварительные итоги показали, что в некоторых клинических ситуациях сохранение микроподвижности имплантата на ранних сроках может быть связано с недостаточно равномерным распределением нагрузок в промежуточном периоде заживления имплантата. Также выявлены случаи, когда высокая плотность костной ткани (выше 850 ед. Хаунсфилда) способствовала ускоренному формированию контакта импланта с костью, однако при этом наблюдалось повышение локального напряжения в точках максимального жевательного давления (табл. 1).

Таблица 1.
Сопоставление показателей остеоинтеграции и параметров окклюзионных нагрузок

Группа пациентов	Средняя плотность кости (НУ)	Уровень первичной стабилизации (N/cm)	Окклюзионная нагрузка (МПа)
1 (n=20)	652,47±23,19	39,11±4,05	3,72±0,51
2 (n=20)	814,92±27,84	41,56±3,82	4,18±0,63
3 (n=20)	878,61±24,06	43,09±4,47	5,02±0,74

В результате анализа данных, отраженных в таблице, можно отметить статистически значимое возрастание уровня первичной стабилизации в группах с более высокой плотностью костной ткани, однако одновременное увеличение окклюзионной нагрузки может приводить к локальным зонам избыточного напряжения и, как следствие, к повышенному риску микроподвижности имплантатов [1, с. 22]. Путем сопоставления корреля-

ционных коэффициентов выяснилось, что наибольшую степень влияния на остеоинтеграцию оказывает сочетание величины плотности костной ткани и гармоничной окклюзионной схемы, где показатели сосредоточенного давления не превышают физиологических значений. При этом в группах с более низкой плотностью, хотя и обнаруживается меньший уровень первичной стабилизации, риск деструктивных изменений костной ткани по периимплантным зонам может оставаться умеренным при условии строго сформированной плановой нагрузки. Следовательно, важно учитывать не только индивидуальные показатели костного качества, но и тонкие аспекты распределения жевательных усилий в каждом конкретном случае.

Подробное сравнение уровней первичной стабилизации между различными группами показало, что увеличение показателя средних значений плотности костной ткани коррелирует с лучшим удержанием имплантата на первом месяце, но чрезмерно высокая плотность, в сочетании с выраженными окклюзионными давлениями, повышает вероятность стрессовых перегрузок и адаптационных изменений в периимплантных тканях. Данные наблюдения согласуются с предыдущими исследованиями, где подчеркивается особая роль сбалансированной нагрузки в зонах высокого качества кости [10]. Важно подчеркнуть, что у пациентов с исходно недостаточной плотностью костной ткани знание уровня нагрузок помогает применить более консервативные приемы протезирования для снижения риска повреждения кости. При грамотно подобранном имплантационном протоколе и учете индивидуальных особенностей прикуса достигается оптимальное сочетание механической стабилизации и тканевого ответа, что обеспечивает длительную сохранность результатов имплантации.

Во второй таблице отражены клинические результаты через 6 месяцев наблюдения, где фиксировалось положение краевой кости и наличие периимплантных изменений у исследуемых групп.

Таблица 2.
Изменение уровня костной ткани и оценка периимплантных реакций через 6 месяцев

Группа пациентов	Изменение костной высоты (мм)	Частота периимплантита (%)	Средний индекс здоровья десен
1 (n=20)	-0,45±0,08	5,00	1,83±0,15
2 (n=20)	-0,32±0,06	3,00	1,76±0,14
3 (n=20)	-0,28±0,09	2,50	1,68±0,10

Анализируя представленные данные, можно отметить, что при более высокой плотности костной ткани и должном контроле окклюзионных нагрузок уровень убытия костной ткани вокруг имплантата остается мини-

мальным, а показатели периимплантных воспалительных реакций снижаются [5, с. 85]. Эти статистические различия между группами подтверждают очевидное влияние типа кости на успешность интеграции и дальнейшую стабильность имплантата. Кроме того, величина индекса здоровья десен в различных группах коррелировала с соблюдением пациентами рекомендаций по гигиене полости рта, а также с точностью распределения жевательного давления при протезировании. Полученные корреляционные коэффициенты позволяют заключить, что эффективность протокола немедленной и ранней нагрузки во многом обусловлена комплексным подходом, где учитываются особенности костной ткани и окклюзионного статуса пациента.

Сопоставляя результаты функционального тестирования, следует отметить, что достижение оптимальной остеоинтеграции в группе с более плотной костной тканью не исключает необходимости мягкой адаптации жевательной схемы, особенно при наличии предрасположенности к локальным перегрузкам. Применение направленного протезирования с использованием индивидуальных конструкций способствовало равномерному перераспределению давления и снижало риск микротрещин, которые могут возникать при слишком агрессивной нагрузке на имплантат. Таким образом, особенно важным оказывается механический и биологический баланс, когда правильно рассчитанная нагрузка способствует адаптационному ремоделированию костной ткани без патологических изменений. Данный положительный эффект становится заметен не только в краткосрочной перспективе, но и при длительном наблюдении, когда показатели уровня костной ткани и десневого контура остаются стабильными.

Выводы

Анализ проведенного исследования показал, что оптимизация протоколов немедленной и ранней на-

грузки на дентальные имплантаты достигается за счет комплексного учета плотности костной ткани и индивидуальных окклюзионных факторов. Значимым преимуществом такого подхода является повышение первичной стабилизации импланта, что критично для быстрой интеграции и снижения рисков, связанных с атрофическими заболеваниями костной ткани. Полученные данные свидетельствуют о том, что точная предоперационная диагностика, основанная на методах трехмерной томографии, а также использование навигационных хирургических систем в сочетании с разумной тактикой протезирования, дают возможность добиться устойчивых показателей остеоинтеграции у пациентов с различной плотностью кости [7, с. 51]. При этом рациональное распределение окклюзионных нагрузок предупреждает чрезмерное напряжение в точках соприкосновения протеза с искусственным корнем и обеспечивает равномерное взаимодействие с периимплантной костной тканью.

Результаты статистического анализа подтверждают, что сочетание правильного выбора имплантата, продуманного планирования его установки и детального окклюзионного анализа создает оптимальный реабилитационный сценарий, в котором риск периимплантных осложнений сводится к минимуму. В перспективе дальнейших исследований особое значение будет иметь разработка алгоритмов персонализированного проектирования протезных конструкций и использование биоинженерных материалов для стимулирования регенерации кости. Совокупность клинических данных и экспериментальных наблюдений указывает, что комплексный подход к диагностике и лечению, опирающийся на современные цифровые технологии и адекватную оценку окклюзионных факторов, может стать ключом к дальнейшему повышению эффективности дентальной имплантации [1, с. 23].

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнов С.Д., Лебеденко И.Ю., Перевезенцева А.А. Оптимизация протезирования при комбинации временной и двухэтапной дентальной имплантации // Стоматология. 2013. Т. 92. № 3. С. 21–24.
2. Базилян Э.А., Сибатян Б.С. Восстановление дистальной части альвеолярного отростка нижней челюсти для установки дентальных имплантатов (часть 2) // Клиническая стоматология. 2007. № 4 (44). С. 40–43.
3. Ботабаев Б.К. Особенности протезирования на дентальных имплантатах у пациентов старшей возрастной группы // Клиническая стоматология. 2009. № 2 (50). С. 54–59.
4. Вельдякова Л.В., Разумный В.А. Возможности использования поверхностно-пористых дентальных имплантатов в условиях дефицита костной ткани // Стоматология. 2012. Т. 91. № 2. С. 57–60.
5. Винниченко О.Ю. Методы оценки плотности костной ткани альвеолярного отростка челюстей и ее значение для увеличения срока функционирования протезной конструкции // Стоматология. 2016. Т. 95. № 4. С. 83–86.
6. Каламбаров А.Э. Экспериментально-клиническое обоснование применения дентальных внутрикостных имплантатов при ортопедическом лечении пациентов с полным отсутствием зубов // автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Тверь. гос. мед. ун-т. Тверь, 2017.
7. Муллоджанов Г.Э., Махмудов Д.Т., Исмоилов А.А., Ашуров Г.Г. Клинические результаты количественно-топографической оценки установленных дентальных имплантатов у пациентов с окклюзионными дефектами разной протяженности // Вестник последипломного образования в сфере здравоохранения. 2023. № 2. С. 49–53.

8. Никольский В.Ю., Вельдякова Л.В. Тенденция к облегчению имплантологического лечения и применение коротких имплантатов // Стоматология. 2010. Т. 89. № 4. С. 77–80.
9. Спирина Е.А., Сизикова А.Е., Хлусов И.А., Дзюман А.Н. Сравнительная характеристика способности к остеоиндукции дентальных имплантатов с наноструктурным покрытием // В сборнике: Материалы Балтийского симпозиума по иммунологии, молекулярной и регенеративной медицине с международным участием. Научное электронное издание. Под редакцией Л.С. Литвиновой, А.Г. Гончарова. 2018. С. 80–83.
10. Степанянц С.А. Обоснование открытого метода ведения двухэтапных дентальных имплантатов // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Московский государственный медико-стоматологический университет. Москва, 2005.
11. Хацкевич Г.А., Трофимов И.Г., Домничев Д.В. Отдаленные результаты использования коротких дентальных имплантатов // Форум практикующих стоматологов. 2013. № 4 (10). С. 51–53.
12. Чуйкин С.В., Изосимов А.А., Билак А.Г. Результаты применения дентальных имплантатов // В сборнике: Актуальные вопросы стоматологии. Материалы республиканской научно-практической конференции стоматологов и 17-й международной специализированной выставки «Дентал-Экспо. Стоматология Урала-2016». 2016. С. 300–302.
13. Чумаченко Е.Н., Янушевич О.О., Игнатьева Д.Н., Арутюнов С.Д., Мальгинов Н.Н., Лебеденко И.Ю., Ибрагимов Т.И., Левин Г.Г., Лосев Ф.Ф. Анализ распределения нагрузок и вероятности необратимых изменений в костных тканях челюсти при ортопедическом лечении с использованием дентальных внутрикостных имплантатов // Российский стоматологический журнал. 2010. № 4. С. 13–14.
14. Юрьев Е.М. Обоснование выбора костнопластических материалов в зависимости от типа костной ткани челюстей при дентальной имплантации // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Моск. гос. мед.-стоматолог. ун-т им. А.И. Евдокимова. Москва, 2017.
15. Eroshin V.A., Arutiunov A.S., Unanian V.E., Arutiunov S.D. About the methods of dental implants mobility determination // Stomatology. 2009. Т. 88. № 2. С. 43–46.

© Рощин Евгений Михайлович (Evgenii-r.st@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»