

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМА ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОЙ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАНИЙ К ПРИМЕНЕНИЮ МОСТОВИДНЫХ ПРОТЕЗОВ

THE RESULTS OF THE DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR A PERSONALIZED METHOD FOR DETERMINING INDICATIONS FOR THE USE OF BRIDGES

**Ju. Vokulova
E. Zhulev
N. Yanova
I. Velmakina**

Summary. The aim of the study was to develop an algorithm for a personalized methodology for determining indications for the use of bridges. *Material and methods.* To determine the advantages of the combined use of the method of determining indications developed by us and the digital technology for manufacturing bridges, a survey of 30 patients (20 men and 10 women) aged 32 to 68 years was conducted. To evaluate the results obtained, a point evaluation of the criteria was used. *Results.* The accuracy of determining indications for the use of bridges when using automated calculation of periodontal endurance coefficients of supporting teeth, considering personalized indicators with the combined use of the method of determining indications and digital technology for manufacturing bridges was evaluated as significantly the highest in comparison with the traditional method ($p < 0.00714$). *Conclusion.* The developed «Digital methodology for determining indications for the use of bridges» provides an automated process for assessing the clinical picture and planning orthopedic treatment, taking into account a multifactorial analysis of periodontal endurance according to a specially developed program, whose tasks included determining the degree of atrophy of the alveolar part of the socket of the supporting teeth, the extent of the dentition defect, the condition of the supporting teeth, with simultaneous automated calculation of periodontal endurance coefficients, taking into account the surface area of the roots of the teeth and the final formation of a conclusion on the expediency of using a bridge prosthesis or, conversely, on the presence of contraindications for its use in this clinical situation.

Keywords: partial loss of teeth, bridges, periodontal reserve forces.

Вокулова Юлия Андреевна

Доктор медицинских наук,
заместитель директора, Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского
Vokulova89@mail.ru

Жулев Евгений Николаевич

Заслуженный работник высшей школы РФ,
доктор медицинских наук, профессор, ФГБОУ ВО
«Приволжский исследовательский медицинский
университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород
hrustalev54@mail.ru

Янова Нина Александровна

Кандидат медицинских наук, доцент, Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского
nina-yanova@yandex.ru

Вельмакина Ирина Владимировна

Кандидат медицинских наук, доцент, ФГБОУ ВО
«Приволжский исследовательский медицинский
университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород
velmakinairina@rambler.ru

Аннотация. Цель исследования — разработать алгоритм персонализированной методики определения показаний к применению мостовидных протезов. *Материал и методы.* Для определения преимуществ сочетанного применения разработанной нами методики определения показаний и цифровой технологии изготовления мостовидных протезов было проведено обследование 30-ти пациентов (20 мужчин и 10 женщин) в возрасте от 32 до 68 лет. Для оценки полученных результатов применяли балльную оценку критериев. *Результаты.* Точность определения показаний к применению мостовидных протезов при применении автоматизированного расчета коэффициентов выносливости пародонта опорных зубов с учетом персонализированных показателей при сочетанном применении методики определения показаний и цифровой технологии изготовления мостовидных протезов была оценена как достоверно наибольшая в сравнении с традиционным методом ($p < 0,00714$). *Заключение.* Разработанная «Цифровая методика определения показаний к применению мостовидных протезов» обеспечивает автоматизированный процесс оценки клинической картины и планирования ортопедического лечения с учетом многофакторного анализа выносливости пародонта по специально разработанной программе, в задачи которой входило определение степени атрофии альвеолярной части лунки опорных зубов, протяженности дефекта зубного ряда, состояния опорных зубов, с одновременным автоматизированным расчетом коэффициентов выносливости пародонта с учетом площади поверхности корней зубов и завершающим формированием заключения о целесообразности применения мостовидного протеза или, наоборот, о наличии противопоказания для его применения в данной клинической ситуации.

Ключевые слова: частичная потеря зубов, мостовидные протезы, резервные силы пародонта.

Введение

При определении показаний к применению мостовидных протезов клиницистами учитываются многие факторы, такие как протяженность и топография дефекта зубного ряда, состояние и положение зубов, ограничивающих дефект, характер атрофии беззубого альвеолярного отростка, вид прикуса, окклюзионные взаимоотношения в различные фазы артикуляции, состояние других зубов, в том числе и утративших антагонистов [1, 2].

При планировании ортопедического лечения мостовидными протезами важное значение имеет вопрос о выборе количества опорных зубов при разной топографии дефекта зубного ряда. Кроме того, при ослабленном пародонте запас резервных сил сокращается, а применение мостовидного протеза может привести к заболеванию пародонта [3]. Эмпирический подход к определению показаний к применению мостовидных протезов, особенно при сложной клинической картине, отягощенной наличием травматической окклюзии, увеличивает опасность совершения ошибок. В этих условиях объективная оценка клинической картины, и в первую очередь состояния пародонта, является одной из главных предпосылок грамотного и эффективного ортопедического лечения [4, 5].

Цель исследования — разработать алгоритм персонифицированной методики определения показаний к применению мостовидных протезов.

Материалы и методы исследования

При ортопедическом лечении пациентов с частичной потерей зубов с применением несъемных протезов мы использовали разработанные нами цифровую методику и программу для ЭВМ «Определения показаний к применению мостовидных протезов» [свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023611030 от 16.01.2023].

Использование цифровой методики определения показаний к применению мостовидных протезов позволяет учитывать протяженность дефекта зубного ряда, степень атрофии альвеолярной части челюсти и состояние опорных зубов (витальность, устойчивость, изменения в периапикальных тканях, соотношение высоты коронки и длины корня, окклюзионные взаимоотношения — наличие или отсутствие антагонистов).

Перед планированием ортопедического лечения проводится рентгенологическое обследование, на основании которого врач загружает рентгенограммы в специально разработанную программу, в которой по специальной схеме определяется степень атрофии лунки,

соотношение высоты коронки и длины корня и рассчитывается индивидуальная площадь корней опорных зубов. Для этого необходимо для каждого опорного зуба обозначить касательную к вершине коронки (1), границу между коронкой и корнями (2) и дистальную (3) и мезиальную (4) поверхности всех корней (рис. 1).

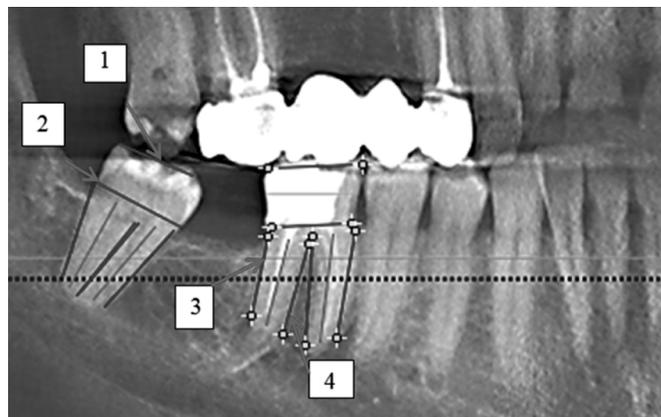


Рис.1. Схема изучения состояния опорных зубов на рентгенограмме. 1 — касательная к вершине коронки; 2 — граница между коронкой и корнями; 3 — дистальную поверхность корней; 4 — мезиальная поверхность корней

На втором этапе рассчитываются коэффициенты выносливости пародонта, выведенные из площади поверхности корней зубов. Для удаленных зубов применяются коэффициенты, предложенные Е.Н. Жулевым [5] (табл.1). Для опорных же зубов рассчитываются коэффициенты с учетом значения индивидуальной площади корней и факторов, снижающих резервные силы пародонта (табл. 2).

Таблица 1.

Коэффициенты выносливости пародонта, выведенные из площади поверхности корней зубов (по Жулеву Е.Н., 1995)

Верхняя челюсть	II	2,8	3,6	1,6	1,7	2,0	1,2	1,4
	I	411	521	238	245	295	171	203
Зубная формула		7	6	5	4	3	2	1
Нижняя челюсть	I	346	384	226	206	223	172	144
	II	2,4	2,7	1,6	1,4	1,5	1,2	1,0
Примечание: за единицу выносливости принята площадь корня нижнего центрального резца как наименьшая; I — площадь поверхности корней зубов верхней и нижней челюстей (мм ²); II — коэффициенты выносливости пародонта зубов верхней и нижней челюстей								

На третьем этапе программа выдает заключение о целесообразности ортопедического лечения с применением мостовидного протеза или, наоборот, о наличии

Таблица 2.
Критерии оценки опорных зубов

№	Критерии оценки опорных зубов	Значения	Алгоритм определения коэффициента потери резервных сил пародонта
1	Степень атрофии лунки	нет атрофии	не меняется
		1/6	снижается на 20 %
		2/6	снижается на 30 %
		3/6	снижается на 40 %
		4/6	снижается на 50 %
		5/6	снижается на 60 %
2	Витальность зубов	витальные	не меняется
		девитальные	снижается на 25 %
3	Изменения в периапикальных тканях	наличие	снижается на 30 %
		отсутствие	не меняется
4	Наличие антагонистов	наличие	не меняется
		отсутствие	снижается на 10 %
5	Соотношение высоты коронки и длины корня при условии сохранения устойчивости зуба	норма 1/2	не меняется
		длина корня меньше нормы на 1 мм	снижается на 5 %
		длина корня меньше нормы на 2 мм	снижается на 10 %
		длина корня меньше нормы на 3 мм	снижается на 15 %
		длина корня меньше нормы на 4 мм	снижается на 20 %
		длина корня меньше нормы на 5 мм	снижается на 25 %
		длина корня меньше нормы на 6 мм	снижается на 30 %
		длина корня меньше нормы на 7 мм	снижается на 35 %
		длина корня меньше нормы на 8 мм	снижается на 40 %
		длина корня меньше нормы на 9 мм	снижается на 45 %
		длина корня меньше нормы на 10 мм	снижается на 50 %
6	Устойчивость зубов	есть подвижность	0
		устойчивые без признаков поражения пародонта	не меняется
		устойчивые, но имеют признаки поражения пародонта	снижается на 25 %

обнаруженных противопоказаний для его применения в конкретном клиническом случае с учетом всех полученных коэффициентов выносливости пародонта. Если полученная с помощью программы сумма коэффициентов опорных зубов будет меньше суммы коэффициентов удаленных зубов, то это следует признать противопоказанием для применения мостовидного протеза (рис. 2).

В данном клиническом случае (рис. 1 и 2) ортопедическое лечение с применением мостовидного протеза не показано, так как 4.6 депульпирован, имеет очаг хронического воспаления в периапикальных тканях дистального корня, степень атрофии лунки соответствует 1/6, а 4.8 имеет низкую клиническую коронку.

Для определения преимуществ сочетанного применения разработанной нами методики определения показаний и цифровой технологии изготовления мостовидных протезов было проведено обследование 30-ти пациентов (20 мужчин и 10 женщин) в возрасте от 32 до 68 лет. Пациенты были распределены на 2 группы.

Первую составили 14 пациентов (9 мужчин и 5 женщин) в возрасте от 35 до 65 лет, у которых ортопедическое лечение при частичной потере зубов проводилось с применением 14 металлокерамических мостовидных протезов на каркасах из КХС, изготовленных по традиционной технологии литья.

Вторую группу составили 16 пациентов (11 мужчин и 5 женщин) в возрасте от 32 до 68 лет, ортопедическое лечение которых проводилось с применением цифровой методики определения показаний и цифровой технологии изготовления 6 мостовидных протезов на титановых каркасах и 10 цельнокерамических на каркасах из диоксида циркония.

Для оценки полученных результатов применяли балльную оценку критериев, представленных в таблице 3, при этом максимальный балл составлял 5, а минимальный 0, с шагом в 1 балл. Для достижения наиболее точных результатов оценку проводили 3 независимых врача-эксперта.

Для статистического анализа полученных результатов применяли точный тест Фишера. В данном исследовании при сравнении двух групп нулевая гипотеза отвергается на уровне статистической значимости $p < 0,00714$, т.к. при расчете критического уровня значимости была введена поправка Бонферрони для учета множественных сравнений: $0,00714 = 0,05 / 7$, где 0,05 — общепринятое значение критического уровня значимости для одинарного сравнения в медико-биологических исследованиях, а 7 — число сравнений.



Рис. 2. Экранная форма с демонстрацией заключения о нецелесообразности ортопедического лечения с применением мостовидного протеза

Результаты и обсуждение

Результаты сочетанного применения методики определения показаний и цифровой технологии изготовления мостовидных протезов представлены в таблице 3. Общее количество баллов после оценки у 14 пациентов 14 металлокерамических мостовидных протезов на каркасах из КХС, изготовленных по традиционной технологии, составило 369 баллов, а после оценки у 16 пациентов 6 мостовидных протезов на титановых каркасах и 10 цельнокерамических на каркасах из диоксида циркония, изготовленных по цифровой технологии, составило 556 баллов.

Применение автоматизированного расчета коэффициентов выносливости пародонта опорных зубов с учетом персонафицированных показателей было использовано только при сочетанном применении методики определения показаний и цифровой технологии изготовления мостовидных протезов. При этом точность определения показаний к применению мостовидных протезов при применении цифровых технологий была оценена как достоверно наибольшая в сравнении с традиционным методом ($p < 0,00714$).

Таблица 3.

Результаты сочетанного применения методики определения показаний и цифровой технологии изготовления мостовидных протезов

№	Критерии	Группы	Результаты балльной оценки**							p
			0	1	2	3	4	5	всего	
1	Возможность применения автоматизированного расчета коэффициентов выносливости пародонта опорных зубов с учетом персонафицированных показателей*	1-я группа (традиционный метод)	14	0	0	0	0	0	0	0,0005
		2-я группа (цифровой сочетанный метод)	0	0	0	0	0	16	80	
2	Точность определения показаний к применению мостовидных протезов*	1-я группа (традиционный метод)	0	0	0	3	4	7	60	0,002
		2-я группа (цифровой сочетанный метод)	0	0	0	0	0	16	80	
3	Оценка пациентами целесообразности применения мостовидных протезов в данной клинической ситуации*	1-я группа (традиционный метод)	0	0	0	2	4	8	62	0,0045
		2-я группа (цифровой сочетанный метод)	0	0	0	0	0	16	80	
4	Оценка пациентами степени комфорта при проведении клинических приемов ортопедического лечения*	1-я группа (традиционный метод)	0	0	0	6	7	1	51	0,0005
		2-я группа (цифровой сочетанный метод)	0	0	0	0	0	16	80	
5	Оценка качества готового протеза	1-я группа (традиционный метод)	0	0	0	0	6	8	64	0,102
		2-я группа (цифровой сочетанный метод)	0	0	0	0	2	14	78	
6	Оценка пациентом готового протеза сразу после его наложения	1-я группа (традиционный метод)	0	0	0	0	6	8	64	0,103
		2-я группа (цифровой сочетанный метод)	0	0	0	0	2	14	78	
7	Оценка пациентом протеза в процессе пользования	1-я группа (традиционный метод)	0	0	0	0	2	12	68	0,212
		2-я группа (цифровой сочетанный метод)	0	0	0	0	0	16	80	

Примечание. * — различия статистически значимы по критерию Фишера на уровне $p < 0,00714$; ** — приведены средние баллы после оценки предложенных критериев 3-мя врачами-экспертами.

Благодаря высокой информативности и наглядности разработанной программы для ЭВМ «Цифровая методика определения показаний к применению мостовидных протезов», в сравнении с традиционным методом планирования ортопедического лечения, была получена возможность быстро и в доступной форме показать пациентам обоснованность и целесообразность применения мостовидных протезов.

Оценка пациентами степени комфорта при проведении клинических приемов ортопедического лечения с применением цифровых технологий была достоверно существенно больше в сравнении с традиционной технологией изготовления мостовидных протезов ($p < 0,00714$). На наш взгляд, это связано с применением внутриротного метода получения цифровых изображений зубных рядов взамен традиционным методам получения оттисков с использованием слепочных ложек и оттисковых материалов.

Результаты балльной оценки качества готового мостовидного протеза, изготовленного с применением CAD/CAM системы, также были выше в сравнении с традиционным методом, что обусловлено отсутствием необходимости проведения трудоемкой коррекции каркаса мостовидного протеза.

Результаты балльной оценки пациентом готового мостовидного протеза, изготовленного с применением цифровых технологий, сразу после его наложения и в процессе пользования, были выше в сравнении с традиционным методом.

Таким образом, сочетанное применение методики определения показаний и цифровой технологии изготовления мостовидных протезов существенно повышает эффективность ортопедического лечения пациентов с частичной потерей зубов.

В свете этих данных представляет интерес методика планирования ортопедического лечения с помощью мостовидных протезов, предложенная Е.Н. Жулевым [5], в которой выносимость пародонта оценивается лишь трехпозиций: степени атрофии лунки зуба, подвижности зубов и площади их корней. Недостатком данной методи-

ки является использование автором условных коэффициентов выносимости пародонта, выведенных на основании, во-первых, усредненных анатомических значений площади корней опорных зубов и, во-вторых, без учета факторов, снижающих резервные силы пародонта.

Известна также предложенная О.М. Брагиной с соавт. [6] экспертная система определения показаний для применения металлокерамических мостовидных протезов. В базе данных, созданных автором, хранится описание рекомендаций для различных сочетаний клинических признаков. Система выводит рекомендацию, соответствующую выбранным значениям. Для случаев, не описанных в базе знаний, система выводит сообщение «Необходимо получить дополнительные данные обследования пациента». Принципиальным отличием предложенной нами цифровой методики является автоматизированное определение ведущих объективных клинических симптомов, влияющих на состояние резервных сил пародонта.

Заключение

Разработанная «Цифровая методика определения показаний к применению мостовидных протезов» [свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023611030 от 16.01.2023] обеспечивает автоматизированный процесс оценки клинической картины и планирования ортопедического лечения с учетом многофакторного анализа выносимости пародонта по специально разработанной программе, в задачи которой входило определение степени атрофии альвеолярной части лунки опорных зубов, протяженности дефекта зубного ряда, состояния опорных зубов (витальность, устойчивость, изменения в периапикальных тканях, соотношение высоты коронки и длины корня и окклюзионные взаимоотношения — наличие или отсутствие антагонистов), с одновременным автоматизированным расчетом коэффициентов выносимости пародонта с учетом площади поверхности корней зубов и завершающим формированием заключения о целесообразности применения мостовидного протеза или, наоборот, о наличии противопоказания для его применения в данной клинической ситуации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вагнер В.Д., Семенюк В.М., Чекунов О.В. Путеводитель по стоматологии ортопедической. М.: Медицинская книга; Н. Новгород: НГМА, 2004.
2. Комлев С.С., Пугачев С.А., Бажутова И.В., Галтеева Д.А., Зимнурова А.М. Экспериментальный расчет напряженно-деформированных состояний трехэлементного мостовидного протеза. Российская стоматология. 2023;16(2):35–40.
3. Гелетин Н.А. Методики измерения резервных сил тканей пародонта (обзор литературы). Студенческий вестник. 2019;26-1(76):69–71.
4. Ортопедическая стоматология: национальное руководство: том 2. Под ред. Лебедеенко И.Ю., Арутюнова С.Д., Ряховского А.Н. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2022.
5. Жулев Е.Н. Несъемные протезы: теория, клиника и лабораторная техника. Н. Новгород: НГМА, 1995.
6. Брагина О.М., Жулев Е.Н., Демин Д.Н. Экспертная система определения показаний для применения металлокерамических мостовидных протезов // Современные проблемы науки и образования: электронный журнал. 2015;1-1:1388. Ссылка активна на 02.01.2024. <https://science-education.ru/article/view?id=18493>

© Вокулова Юлия Андреевна (Vokulova89@mail.ru); Жулев Евгений Николаевич (hrustalev54@mail.ru); Янова Нина Александровна (nina-yanova@yandex.ru); Вельмакина Ирина Владимировна (velmakinairina@rambler.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»