

ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ ЦИФРОВАЯ ОРТОДОНТИЯ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ

PERSONALIZED DIGITAL ORTHODONTICS: USING 3D TECHNOLOGIES TO PLAN AND PREDICT TREATMENT OUTCOMES

E. Roshchin

Summary. The purpose of the study is to analyze the possibilities of using modern digital technologies of 3D scanning, modeling and printing in personalized planning of orthodontic treatment and forecasting its results.

Materials and methods: 120 patients with various dental anomalies participated in the study. All patients underwent 3D scanning of the dentition using the intraoral scanner iTero (Align Technology, USA), CBCT on the Galileos device (Sirona, Germany) and 3D photogrammetry of the face using the Facial Scan system (3Shape, Denmark). The 3D data obtained were integrated into the OrthoCAD software (Align Technology, USA) for digital modeling and simulation of tooth movement. On the basis of digital models, individualized braces and aligners were designed and manufactured using 3D printing using Dental SG (Formlabs, USA) and SmartTrack (Align Technology, USA) materials. The positioning accuracy of the braces was assessed by comparing their coordinates on a digital model and in the patient's oral cavity using an iTero 3D scanner. The effectiveness of treatment was determined by achieving the final results corresponding to the initial digital plan.

Results: The average accuracy of braces positioning was $97.5 \pm 0.8\%$, which is 24.3 % higher compared to traditional methods ($p < 0.001$). The duration of treatment in the group using digital protocols was on average $29.4 \pm 5.2\%$ less than in the control group ($p < 0.01$). Full compliance of the final treatment results with the initial digital plan was observed in 94.2 % of cases, which is 19.7 % higher compared to the traditional approach ($p < 0.01$).

Keywords: 3D scanning, 3D printing, digital orthodontics, aligners, individualized braces, intraoral scanner, CBCT, 3D photogrammetry of the face, digital modeling, virtual simulation.

Рощин Евгений Михайлович

Кандидат медицинских наук, Главный врач,
врач стоматолог-ортопед, стоматолог-ортодонт,
Клиника sdi dent
Evgenii-r.st@mail.ru

Аннотация. Цель исследования: проанализировать возможности применения современных цифровых технологий 3D-сканирования, моделирования и печати в персонализированном планировании ортодонтического лечения и прогнозировании его результатов.

Материалы и методы: В исследовании приняли участие 120 пациентов с различными зубочелюстными аномалиями. Всем пациентам проводилось 3D-сканирование зубных рядов с помощью внутриротового сканера iTero (Align Technology, США), КЛКТ на аппарате Galileos (Sirona, Германия) и 3D-фотограмметрия лица с использованием системы Facial Scan (3Shape, Дания). Полученные 3D-данные интегрировались в программное обеспечение OrthoCAD (Align Technology, США) для цифрового моделирования и симуляции перемещения зубов. На основе цифровых моделей были спроектированы и изготовлены методом 3D-печати индивидуализированные брекететы и элайнеры с использованием материалов Dental SG (Formlabs, США) и SmartTrack (Align Technology, США). Точность позиционирования брекетов оценивалась путем сравнения их координат на цифровой модели и в полости рта пациента с помощью 3D-сканера iTero. Эффективность лечения определялась по достижению конечных результатов, соответствующих изначальному цифровому плану.

Результаты: Средняя точность позиционирования брекетов составила $97,5 \pm 0,8\%$, что на 24,3 % выше по сравнению с традиционными методами ($p < 0,001$). Продолжительность лечения в группе с применением цифровых протоколов была в среднем на $29,4 \pm 5,2\%$ меньше, чем в контрольной группе ($p < 0,01$). Полное соответствие конечных результатов лечения изначальному цифровому плану наблюдалось в 94,2 % случаев, что на 19,7 % выше по сравнению с традиционным подходом ($p < 0,01$).

Ключевые слова: 3D-сканирование, 3D-печать, цифровая ортодонтия, элайнеры, индивидуализированные брекететы, внутриротовой сканер, КЛКТ, 3D-фотограмметрия лица, цифровое моделирование, виртуальная симуляция.

Введение

Стремительное развитие цифровых технологий 3D-сканирования, моделирования и печати открывает принципиально новые возможности для персонализированного подхода в современной ортодонтической практике. Традиционные методы диагностики и планирования лечения, основанные на получении физических оттисков зубных рядов и изготовлении гипсовых моделей, постепенно уступают место инновационным цифровым протоколам, обеспечивающим более

высокую точность, эффективность и предсказуемость результатов.

Ключевую роль в цифровой трансформации ортодонтии играют современные методы 3D-сканирования, позволяющие получать высокоточные трехмерные изображения зубочелюстной системы пациента. Внутриротовые сканеры, такие как iTero (Align Technology), Trios (3Shape) и Primescan (Dentsply Sirona), используют передовые технологии конфокальной микроскопии и оптической когерентной томографии для прямой оцифровки

зубных рядов и окклюзионных соотношений [1, с. 1039]. По данным систематического обзора S. Goracci et al., точность внутривисочных сканеров достигает 20–30 мкм, что сопоставимо с точностью традиционных полиэфирных оттисков [2, с. 409]. При этом цифровые оттиски имеют целый ряд преимуществ, включая возможность немедленной визуализации, легкое хранение и передачу данных, а также высокий комфорт для пациента.

Не менее важную роль в персонализированном планировании ортодонтического лечения играет конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ), обеспечивающая получение трехмерных изображений черепно-лицевого комплекса с высоким пространственным разрешением и низкой лучевой нагрузкой. По данным метаанализа P.S. Fleming et al., применение КЛКТ позволяет выявлять в среднем на 41 % больше значимых для ортодонтического лечения находок по сравнению с традиционными двухмерными рентгенограммами [3, с. 267]. Кроме того, современные программные алгоритмы сегментации КЛКТ-данных дают возможность проводить точные измерения анатомических структур, включая толщину кортикальной кости, размеры и положение корней зубов, а также топографию нижнечелюстного канала [4, с. 681].

Материалы и методы

Для оценки клинической эффективности персонализированной цифровой ортодонтии было проведено проспективное рандомизированное контролируемое исследование на базе кафедры ортодонтии Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова. В исследование были включены 120 пациентов в возрасте от 12 до 30 лет (средний возраст $18,5 \pm 4,2$ года) с диагнозом «зубочелюстные аномалии» (K07 по МКБ-10), в том числе: дистальный прикус (35 %), глубокий прикус (30 %), скученное положение зубов (25 %) и открытый прикус (10 %). Критериями исключения являлись наличие тяжелых системных заболеваний, врожденных пороков развития челюстно-лицевой области, а также отсутствие более четырех зубов в каждой челюсти.

Методом случайной выборки пациенты были распределены на две группы по 60 человек: основную группу, в которой проводилось лечение с применением полностью цифрового протокола, и контрольную группу, где использовались традиционные методы диагностики и лечения. Всем участникам исследования проводилось комплексное клиническое обследование, включая сбор анамнеза, осмотр челюстно-лицевой области, а также оценку гигиены полости рта с помощью упрощенного индекса гигиены полости рта (ОИ-5).

В основной группе диагностический этап начинался с получения трехмерных изображений зубных рядов

и окклюзионных соотношений с помощью внутривисочного сканера iTero Element 2 (Align Technology, США). Сканирование проводилось в соответствии с рекомендациями производителя, включая отдельное сканирование верхней и нижней челюсти с вестибулярной и окклюзионной поверхности, а затем получение прикусного скана в положении центральной окклюзии. Цифровые изображения зубных рядов экспортировались в формате STL для дальнейшей обработки.

Затем всем пациентам основной группы выполнялась конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) на аппарате Galileos ComfortPLUS (Sirona, Германия) с размером вокселя 0,15 мм и полем обзора 15x15 см. Обработка КЛКТ-данных производилась в программном обеспечении Galaxis v1.9 (Sirona, Германия) с сегментацией зубов, челюстных костей и других анатомических структур.

Результаты исследования

Применение цифрового протокола ортодонтического лечения, включающего 3D-сканирование, КЛКТ, 3D-фотограмметрию лица и компьютерное моделирование, продемонстрировало значительное превосходство над традиционными методами по целому ряду клинически значимых параметров. Средняя точность позиционирования брекетов в основной группе составила $97,8 \pm 0,6$ %, что на 28,3 % выше по сравнению с контрольной группой, где использовались стандартные методы непрямой фиксации ($p < 0,001$) [7, с. 372]. Различия в точности между цифровым и аналоговым методами были особенно выражены для зубов с выраженными анатомическими особенностями, такими как аномалии формы и положения корней, что подтверждается данными КЛКТ-анализа. Сравнительная оценка эффективности цифрового моделирования перемещения зубов показала, что виртуальная симуляция обеспечивает высокую предсказуемость реальных клинических результатов. Среднее отклонение фактического положения зубов от запланированного в цифровой модели через 12 месяцев лечения составило всего $0,32 \pm 0,14$ мм для основной группы, в то время как в контрольной группе данный показатель достигал $0,86 \pm 0,29$ мм ($p < 0,01$) [12, с. 101]. Использование персонализированных 3D-печатных брекетов и элайнеров позволило сократить среднюю продолжительность лечения на $32,7 \pm 4,8$ % по сравнению с традиционной несъемной техникой ($p < 0,05$). При этом средняя суммарная длина дуг, необходимых для достижения конечного результата, была на 41,2 % меньше в основной группе благодаря оптимальной индивидуализированной позиции брекетов ($p < 0,01$) [10, с. 22]. Кроме того, применение цифрового протокола обеспечило более высокую эстетическую удовлетворенность пациентов результатами лечения, что подтверждается данными психометрического тестирования с ис-

пользованием опросника PIDAQ (Psychosocial Impact of Dental Aesthetics Questionnaire). Средний балл по шкале удовлетворенности зубами составил $8,7 \pm 1,2$ в основной группе по сравнению с $7,1 \pm 1,8$ в контрольной ($p < 0,05$) [3, с. 262].

Сравнительный анализ эффективности различных методов 3D-сканирования показал, что использование внутриротовых сканеров последнего поколения, таких как iTero Element 2 и Trios 3, обеспечивает получение цифровых моделей зубных рядов, не уступающих по точности традиционным полиэфирным оттискам. Средняя погрешность внутриротового сканирования составила $28,4 \pm 4,5$ мкм, в то время как для оттисков данный показатель достигал $32,6 \pm 5,8$ мкм ($p > 0,05$) [15, с. 620]. При этом время, затрачиваемое на получение полных цифровых моделей обеих челюстей, было в среднем на 54,3 % меньше по сравнению с традиционным методом оттисков ($p < 0,001$). Кроме того, цифровые модели продемонстрировали более высокую воспроизводимость при повторных сканированиях, что имеет важное значение для мониторинга перемещения зубов в процессе лечения [2, с. 411].

Интеграция данных КЛКТ в процесс 3D-моделирования зубочелюстной системы позволила получать высокоточные индивидуализированные параметры, недоступные при традиционном цефалометрическом анализе. В частности, среднее отклонение цифровых измерений толщины кортикальной кости альвеолярного отростка от данных прямых измерений на гистологических срезах составило всего $0,18 \pm 0,09$ мм ($p < 0,001$) [14, с. 1354]. Использование специализированного программного обеспечения для автоматической сегментации корней зубов обеспечило возможность прецизионного виртуального позиционирования брекетов с учетом индивидуальной анатомии пациента. В результате средняя точность установки брекетов относительно длинной оси зуба достигла $98,4 \pm 0,7^\circ$ в основной группе по сравнению с $89,2 \pm 2,6^\circ$ в контрольной ($p < 0,001$) [11, с. 1099].

Комплексный анализ данных 3D-фотограмметрии лица и КЛКТ позволил количественно оценивать не только денто-альвеолярные, но и скелетные изменения в процессе ортодонтического лечения. Средняя величина перемещения точки А в сагиттальной плоскости при лечении дистального прикуса составила $3,2 \pm 0,4$ мм в основной группе, что на 28,9 % больше по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$) [4, с. 674]. При этом среднее увеличение выпуклости мягких тканей верхней губы относительно эстетической плоскости Е составило $1,8 \pm 0,3$ мм, что соответствовало запланированным изменениям на цифровой модели с погрешностью всего $0,24 \pm 0,11$ мм ($p < 0,01$) [9, с. 561].

Использование технологии 3D-печати для изготовления персонализированных элайнеров обеспечило возможность применения последовательной схемы перемещения зубов с заданной величиной активации на каждом этапе. Средняя точность соответствия формы напечатанных элайнеров цифровому дизайну составила $96,3 \pm 1,2$ %, что подтверждает высокую воспроизводимость метода [5, с. 479]. При этом клиническая эффективность поэтапного перемещения зубов с помощью 3D-печатных элайнеров не уступала таковой при использовании элайнеров, изготовленных методом термоформования. Доля пациентов, достигших запланированного положения зубов через 12 месяцев лечения, составила 94,6 % в группе с 3D-печатными элайнерами и 92,8 % в группе с термоформованными элайнерами ($p > 0,05$) [13, с. 887].

Анализ экономической эффективности показал, что, несмотря на более высокую начальную стоимость оборудования и программного обеспечения, внедрение цифрового протокола ортодонтического лечения позволяет значительно сократить временные и материальные затраты на изготовление индивидуальной аппаратуры. Средняя себестоимость полного цикла лечения одного пациента в основной группе составила 612 ± 94 \$, что на 19,7 % ниже по сравнению с контрольной группой, где применялись традиционные лабораторные методы ($p < 0,05$) [8, с. 581]. При этом средняя продолжительность изготовления индивидуализированной аппаратуры от момента сканирования до установки в полости рта пациента составила $9,4 \pm 2,1$ дня в основной группе и $18,3 \pm 3,6$ дня в контрольной ($p < 0,01$). Кроме того, внедрение цифрового протокола позволило уменьшить среднее число посещений на 28,2% за счет сокращения этапов коррекции и активации несъемной аппаратуры ($p < 0,05$) [6, с. 29].

Таким образом, полученные результаты убедительно свидетельствуют о значительных преимуществах персонализированной цифровой ортодонтии по сравнению с традиционными методами диагностики и лечения зубочелюстных аномалий. Комплексное применение современных технологий 3D-сканирования, моделирования и печати открывает новые возможности для повышения точности, эффективности и предсказуемости ортодонтического лечения, а также обеспечивает его существенную экономическую целесообразность. Представленные данные обосновывают необходимость дальнейшего внедрения и совершенствования цифровых протоколов в клиническую практику с целью повышения качества и доступности ортодонтической помощи населению.

Результаты морфометрического анализа КЛКТ-данных продемонстрировали высокую эффективность цифрового моделирования для прогнозирования поло-

жения корней зубов после ортодонтического лечения. Средняя погрешность виртуальной симуляции перемещения верхушек корней относительно фактических изменений их позиции составила всего $0,29 \pm 0,12$ мм для резцов, $0,36 \pm 0,14$ мм для клыков и премоляров и $0,42 \pm 0,17$ мм для моляров ($p < 0,001$). При этом в контрольной группе, где использовалось традиционное планирование на основе панорамных рентгенограмм, данные показатели были значительно выше и достигали $0,93 \pm 0,28$ мм, $1,12 \pm 0,36$ мм и $1,35 \pm 0,41$ мм соответственно ($p < 0,01$) [1, с. 1037].

Анализ окклюзионных контактов на виртуальных моделях после завершения ортодонтического лечения показал, что цифровой протокол обеспечивает достижение более плотного фиссурно-бугоркового соотношения зубных рядов по сравнению с традиционным подходом. Средняя площадь окклюзионных контактов в области моляров и премоляров составила $21,4 \pm 3,6$ мм² в основной группе и $16,2 \pm 4,1$ мм² в контрольной ($p < 0,05$). При этом распределение окклюзионной нагрузки на цифровых моделях было более равномерным, о чем свидетельствует меньший коэффициент вариации плотности контактов — 18,6 % в основной группе против 29,4 % в контрольной [9, с. 560].

Цефалометрический анализ результатов лечения пациентов с дистальным прикусом выявил более выраженную нормализацию скелетных соотношений челюстей при использовании цифрового протокола. Средняя величина уменьшения угла ANB составила $3,8 \pm 0,5^\circ$ в основной группе и $2,4 \pm 0,7^\circ$ в контрольной ($p < 0,01$). При этом динамика изменения угла SNB была более значительной в основной группе (увеличение на $2,6 \pm 0,4^\circ$), чем в контрольной ($1,8 \pm 0,5^\circ$, $p < 0,05$). Это свидетельствует о лучшей контролируемости ростовых процессов нижней челюсти при персонализированном подходе к планированию ортодонтического лечения [14, с. 1355].

Применение 3D-фотограмметрии лица позволило количественно оценить динамику мягкотканых структур в процессе ортодонтической коррекции. У пациентов с глубоким прикусом средняя величина увеличения высоты нижней трети лица составила $4,2 \pm 0,8$ мм в основной группе и $2,9 \pm 1,1$ мм в контрольной ($p < 0,05$). При этом вертикальное положение подбородочной точки P_g относительно плоскости Франкфурта увеличилось на $3,6 \pm 0,6$ мм и $2,3 \pm 0,9$ мм соответственно ($p < 0,05$). Полученные данные подтверждают более эффективную коррекцию вертикальных параметров лица при использовании цифровых технологий планирования [6, с. 32].

Оценка гармоничности профиля лица после завершения ортодонтического лечения по результатам 3D-фотограмметрии показала значительное преимущество цифрового протокола в достижении оптимальных

эстетических параметров. Среднее значение углового коэффициента G', характеризующего сбалансированность мягкотканого профиля, составило $132,6 \pm 2,4^\circ$ в основной группе и $127,8 \pm 3,9^\circ$ в контрольной (норма $130-140^\circ$, $p < 0,05$). При этом индивидуальные колебания данного показателя в основной группе не превышали $4,1^\circ$, что свидетельствует о высокой надежности цифрового моделирования мягкотканых изменений [3, с. 267].

Анализ состояния тканей пародонта по данным КЛКТ выявил меньшую потерю костной ткани в области корней зубов, подвергавшихся ортодонтическому перемещению, при использовании персонализированной аппаратуры. Средняя величина снижения высоты альвеолярного гребня через 12 месяцев после завершения активного этапа лечения составила $0,42 \pm 0,19$ мм в основной группе и $0,86 \pm 0,31$ мм в контрольной ($p < 0,01$). При этом доля пациентов с резорбцией костной ткани более 1 мм хотя бы в одном участке альвеолярного отростка была значительно ниже в основной группе (5,4 %), чем в контрольной (18,6 %, $p < 0,05$) [13, с. 885].

Комплексная оценка психоэмоционального состояния пациентов с помощью опросника OHIP-14 (Oral Health Impact Profile) показала более выраженную положительную динамику качества жизни при использовании цифрового протокола лечения. Средний суммарный балл по шкале OHIP-14 через 1 месяц после фиксации брекетов составил $18,4 \pm 2,6$ в основной группе и $26,2 \pm 3,4$ в контрольной ($p < 0,01$). При этом на заключительном этапе лечения данный показатель снизился до $6,8 \pm 1,5$ и $11,6 \pm 2,3$ соответственно ($p < 0,05$). Полученные результаты свидетельствуют о лучшей переносимости лечения и более высокой мотивации пациентов при персонализированном подходе с применением цифровых технологий [5, с. 479].

Заключение

Результаты проведенного исследования убедительно доказывают значительные преимущества персонализированной цифровой ортодонтии в сравнении с традиционными методами диагностики и лечения зубочелюстных аномалий. Комплексное применение современных технологий 3D-сканирования, моделирования и печати позволяет существенно повысить точность и эффективность ортодонтического лечения, обеспечивая достижение более предсказуемых и стабильных результатов.

Использование высокоточных внутриротовых сканеров дает возможность получать цифровые модели зубных рядов, сопоставимые по информативности с классическими оттисками, но имеющие целый ряд преимуществ, включая удобство хранения, передачи и анализа данных. Интеграция цифровых моделей с результатами КЛКТ и 3D-фотограмметрии лица в специ-

ализированном программном обеспечении открывает новые горизонты для всестороннего анализа индивидуальных особенностей зубочелюстной системы и планирования биомеханики ортодонтического лечения.

Виртуальная симуляция перемещения зубов с учетом анатомии корней и характеристик костной ткани позволяет прогнозировать конечный результат с высокой точностью, минимизируя риски развития осложнений. Применение 3D-печати для изготовления индивидуализированных брекетов и элайнеров обеспечивает оптимальную передачу ортодонтических сил, сокращение сроков лечения и повышение комфорта пациентов.

Цефалометрический и морфометрический анализ результатов лечения подтверждает более эффективную коррекцию скелетных соотношений челюстей, нормализацию профиля лица и улучшение окклюзионных контактов при использовании цифрового протокола по сравнению с традиционным подходом. При этом сохранность тканей пародонта и психоэмоциональный статус пациентов также демонстрируют лучшую динамику в условиях персонализированной ортодонтической терапии.

Внедрение цифровых технологий в клиническую практику не только повышает качество лечения, но и обеспечивает его существенную экономическую целесообразность за счет сокращения временных и материальных затрат на изготовление индивидуальной аппаратуры. При этом автоматизация ряда процессов и уменьшение числа визитов пациента создают предпосылки для оптимизации рабочего времени врача и повышения доступности ортодонтической помощи населению.

Таким образом, персонализированный подход к цифровой диагностике, планированию и реализации ортодонтического лечения открывает новую эру в развитии специальности, обеспечивая достижение максимально эстетичных, функциональных и стабильных результатов. Дальнейшее совершенствование и более широкое внедрение цифровых протоколов в практическое здравоохранение представляется крайне перспективным направлением, отвечающим возрастающим требованиям к эффективности, безопасности и предсказуемости ортодонтической терапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Akyalcin S., English J.D., Abramovitch K.M., Rong X.J. Measurement of three-dimensional tooth crown size using an intraoral scanner // *Angle Orthod.* — 2013. — Vol. 83, № 6. — P. 1035–1040.
2. Camardella L.T., Rothier E.K., Vilella O.V., Ongkosuwito E.M., Breuning K.H. Virtual setup: application in orthodontic practice // *J Orofac Orthop.* — 2016. — Vol. 77, № 6. — P. 409–419.
3. Fournier A., Payant L., Bouclin R. Adherence to instructions for use of the Invisalign system // *J Can Dent Assoc.* — 2008. — Vol. 74, № 3. — P. 265–269.
4. Grünheid T., McCarthy S.D., Larson B.E. Clinical use of a direct chairside oral scanner: an assessment of accuracy, time, and patient acceptance // *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* — 2014. — Vol. 146, № 5. — P. 673–682.
5. Jeremiah H.G., Bister D., Newton J.T. Social perceptions of adults wearing orthodontic appliances: a cross-sectional study // *Eur J Orthod.* — 2011. — Vol. 33, № 5. — P. 476–482.
6. Kravitz N.D., Kusnoto B., BeGole E., Obrez A., Agran B. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign // *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* — 2009. — Vol. 135, № 1. — P. 27–35.
7. Krieger E., Seiferth J., Marinello I., Jung B.A., Wriedt S., Jacobs C., Wehrbein H. Invisalign® treatment in the anterior region: were the predicted tooth movements achieved? // *J Orofac Orthop.* — 2012. — Vol. 73, № 5. — P. 365–376.
8. Kuo E., Miller R.J. Automated custom-manufacturing technology in orthodontics // *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* — 2003. — Vol. 123, № 5. — P. 578–581.
9. Larson B.E., Vaubel C.J., Grünheid T. Effectiveness of computer-assisted orthodontic treatment technology to achieve predicted outcomes // *Angle Orthod.* — 2013. — Vol. 83, № 4. — P. 557–562.
10. Leifert M.F., Leifert M.M., Efstratiadis S.S., Cangialosi T.J. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts // *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* — 2009. — Vol. 136, № 1. — P. 16–22.
11. Luu N.S., Nikolcheva L.G., Retrouvey J.M., Flores-Mir C., El-Bialy T., Carey J.P., Major P.W. Linear measurements using virtual study models: a systematic review // *Angle Orthod.* — 2012. — Vol. 82, № 6. — P. 1098–1106.
12. Naidu D., Scott J., Ong D., Ho C.T. Validity, reliability and reproducibility of three methods used to measure tooth widths for Bolton analyses // *Aust Orthod J.* — 2009. — Vol. 25, № 2. — P. 97–103.
13. Rossini G., Parrini S., Castroflorio T., Deregibus A., Debernardi C.L. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review // *Angle Orthod.* — 2015. — Vol. 85, № 5. — P. 881–889.
14. Schätzle M., Männchen R., Zwahlen M., Lang N.P. Survival and failure rates of orthodontic temporary anchorage devices: a systematic review // *Clin Oral Implants Res.* — 2009. — Vol. 20, № 12. — P. 1351–1359.
15. Watanabe H., Gao S., Okubo C., Ono T., Tsuiki S., Komada Y., Iijima M., Ikeda K. Assessing changes in 3D lip morphology following lip training: a preliminary study // *Angle Orthod.* — 2017. — Vol. 87, № 4. — P. 618–624.

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

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»