

2. Kondyurova E.V., Prytkov V.A., Vlasov A.P., Trofimov V.A., Adamchik R.A. Metabolic disorders in chronic generalized periodontitis. *Rossiyskiy stomatologicheskij zhurnal*. 2015; 19 (3): 12–6. (in Russian)
3. Grimm W.D., Arnold W.A., Sirak S.W., Vukovich M.A., Videra D., Giesenhagen B. Clinical, radiographic, and histological analyses after transplantation of crest-related palatal-derived ectomesenchymal stem cells (paldscs) for improving vertical alveolar bone augmentation in critical size alveolar defects. *J. Clin. Periodontol.* 2015; 42 (17): 366b–366.
4. Sirak S.W., Entschladen F., Shchetin E.W., Grimm W.D. Low-level laser irradiation (810 nm) with toluidinblue photosensitizer promotes proliferation and differentiation of human oral fibroblasts evaluated in vitro. *J. Clin. Periodontol.* 2015; 42 (17): 328a–328.
5. Bykov I.M., Basov A.A., Akopova V.A., Gizey E.V., Degtyar' E.A., Kochkonyan A.S. et al. Prospects for the use of oral fluid in clinical practice for noninvasive laboratory diagnosis in somatic and dental pathology. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*. 2013; 141 (6): 45–9. (in Russian)
6. Soykher M.I., Soykher M.G., Amkhadova M.A., Shershneva D.V., Chuyanov E.Yu. Clinical aspects of the use of hyaluronic acid in complex treatment of inflammatory periodontal diseases. *Rossiyskiy stomatologicheskij zhurnal*. 2016; 20 (3): 146–50. (in Russian)
7. Shchetin E.V., Sirak S.V., Baturin V.A., Sirak A.G., Ignatiadi O.V., Vafiadi M.Yu. et al. The results of the monitoring of the consumption of antimicrobial agents in ambulatory practice. *Meditsinskiy vestnik Severnogo Kavkaza*. 2015; 10 (1): 80–4. (in Russian)
8. Sirak S.V., Adamchik A.A., Kobylkina T.L., Koshel' I.V., Laypanova F.M. Experimental evaluation of the regenerative potential of periodontal tissues. *Parodontologiya*. 2016; 21 (3): 15–8. (in Russian)
9. Grimm W.D., Plöger M., Schau I., Vukovic M.A., Shchetin E., Akkalaev A.B. et al. Prefabricated 3d allogenic bone block in conjunction with em cell-containing subepithelial connective tissue graft for horizontal alveolar bone augmentation: a case report as proof of clinical study principles. *Int. J. Stem. Cells*. 2014; 9 (2): 175–8. <https://doi.org/10.14300/mnsc.2014.09050>
10. Grimm W.D., Dannan A., Giesenhagen B., Schau I., Varga G., Vukovic M.A., Sirak S.V. Translational research: palatal-derived ectomesenchymal stem cells from human palate: a new hope for alveolar bone and cranio-facial bone reconstruction. *Int. J. Stem Cells*. 2014; 7: 1: 23–9.
11. Budzinskiy N.E., Sirak S.V., Maksimova E.M., Sirak A.G. Determination of antimicrobial activity miramistina immobilized on a compositional polysorbitol on the microflora of root canals with acute and exacerbated chronic periodontitis and the process of osteopatii in animal experiments. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2013; 7 (3): 518–22. (in Russian)
12. Kompantsev D.V., Vashchenko E.S., Sirak S.V., Kompantseva E.V., Mykots L.P. The development of indicators of the quality of dental ointment containing glucosamine hydrochloride, nettle juice and juice of Kalanchoe. *Medline.ru*. 2012; 1393: 791–802. (in Russian)
13. Meladze I.N., Glazunov O.A., Tomilina T.V. Influence cartolina and hyaluronic acid on the periodontal status of rats with experimental metabolic syndrome. *Vestnik stomatologii*. 2015; 92 (3): 4–9. (in Russian)
14. Sirak S.V., Shchetin E.V., Dilekova O.V., Sirak A.G., Dygov E.A., Vafiadi M.Yu. et al. Histochemical changes in the periodontal tissue after autotransplantation of teeth. *Meditsinskiy vestnik Severnogo Kavkaza*. 2016; 11 (1): 99–103. (in Russian)
15. Arutyunov A.V., Sirak S.V. Evaluation of the protective capabilities of the pulp of teeth with periodontitis. *Rossiyskiy stomatologicheskij zhurnal*. 2015; 19 (5): 8–10. (in Russian)
16. Shchetin E.V., Sirak S.V., Ignatiadi O.N., Sirak A.G., Demurova M.K., Dygov E.A. Experimental-laboratory substantiation of a choice of antibiotics for the treatment of periodontitis. *Meditsinskiy vestnik Severnogo Kavkaza*. 2014; 9 (4): 349–51. (in Russian)
17. Firsova I.V., Makedonova Iu.A., Mikhalchenko D.V., Poroiskii S.V., Sirak S.V. Clinical and experimental study of the regenerative features of oral mucosa under autohemotherapy. *Res. J. Pharm. Biol. Chem. Sci*. 2015; 6 (6): 1711–6.
18. Sirak S.V., Zeker'yaeva M.V. Study of anti-inflammatory and regenerative properties of dental gel based on herbal ingredients, glucosamine hydrochloride and Dimexidum experiment. *Parodontologiya*. 2010; 15 (1): 46–50. (in Russian)

Поступила 09.01.17
Принята в печать 29.01.17

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 615.46.03:616.314-089.28

Стародубова А.В., Винниченко Ю.А., Поюровская И.Я., Русанов Ф.С.

ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗУБОВ ПРЯМЫМ МЕТОДОМ ПРИ СОЧЕТАНИИ НЕСКОЛЬКИХ СЛОЕВ КОМПОЗИТОВ, ОТЛИЧАЮЩИХСЯ КОНСИСТЕНЦИЕЙ ПАСТ

«Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Минздрава России, 119991, г. Москва

В статье изучены прочностные и адгезионные свойства полимерных композитов с разной консистенцией паст с применением их послойного нанесения в условиях лабораторных испытаний.

Ключевые слова: плацевой дентин; композиты текучей консистенции; прочностные и адгезионные свойства.

Для цитирования: Стародубова А.В., Винниченко Ю.А., Поюровская И.Я., Русанов Ф.С. Оценка основных физико-механических свойств композитных материалов для восстановления зубов прямым методом при сочетании нескольких слоев композитов, отличающихся консистенцией паст. *Российский стоматологический журнал*. 2017; 21 (3): 132-135. DOI 10.18821/1728-2802.2017.21(3):132-135

Starodubova A.V., Vinnichenko Yu.A., Poyurovskaya I.Ya., Rusanov F.S.

ESTIMATION OF BASIC PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS FOR THE RESTORATION OF TEETH BY THE DIRECT METHOD WITH A COMBINATION OF MULTIPLE LAYERS OF COMPOSITES WITH DIFFERENT CONSISTENCY PASTES

Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery, 1109991, Moscow, Russia

The article investigated the strength and adhesion properties of polymer composites with different consistency pastes using deposition layering them in a laboratory test.

Keywords: mantle dentin; flowable restoratives; strength and adhesion properties.

Для корреспонденции: Стародубова Анна Владимировна, стоматолог-терапевт, E-mail: anna.sta@mail.ru

For citation: Starodubova A.V., Vinnichenko Yu.A., Poyurovskaya I.Ya., Rusanov F.S. Estimation of basic physical and mechanical properties of composite materials for the restoration of teeth by the direct method with a combination of multiple layers of composites with different consistency pastes. *Rossiyskiy stomatologicheskii zhurnal*. 2017; 21 (3): 132-135. DOI 10.18821/1728-2802.2017.21(3): 132-135.

For correspondence: Starodubova Anna Vladimirovna, dental therapist, E-mail: anna.sta@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Received 12.04.17

Accepted 24.04.17

В современных публикациях, посвященных свойствам и строению твердых тканей зуба, подчеркивается значение дентино-эмалевой границы (ДЭГ), или плащевого дентина как структурной составляющей зубной ткани. ДЭГ не только влияет на внешний вид и цвет, но и повышает усталостную прочность натурального зуба благодаря способности «гасить» распространение трещины, возникающей в хрупкой эмали [1]. В клинической практике известно восстановление зубов пломбированием с применением нескольких слоев композитных материалов с разной исходной текучестью паст для улучшения эстетических показателей реставрированного зуба [2]. Однако вопросу изменения показателей физико-механических свойств пломбировочного материала при включении в состав пломбы нескольких слоев композитов с разной консистенцией пасты уделено меньше внимания. В то же время применение таких слоеных конструкций позволяет моделировать структуру натурального зуба, включив в состав реставрации специфический структурный компонент, аналогичный ДЭГ.

Материал и методы

Для проведения сравнительных испытаний были выбраны полимерные композиты, применяющиеся в клинической практике терапевтической стоматологии для восстановления зубов прямым методом. Композитный материал Filtek Z550 (3M ESPE) представляет собой пасту высокой вязкости, содержащую в органической матрице смесь олигомеров бис-ГМА, уретандиметакрилат, бис-этоксиметакрилат, пентаэтоксиглицидилметакрилат, и диметакрилат триэтиленгликоля, и неорганический наполнитель в форме наночастиц циркония-кремния и в виде нанокластеров.

В качестве композита текучей консистенции испытывали материал SDR (DENTSPLY). SDR – светоотверждаемый фторсодержащий композит текучей консистенции с пониженной полимеризационной усадкой. Основными компонентами органической матрицы SDR являются олигомеры: модифицированный уретандиметакрилат, этоксилированный бис-фенол-А-диметакрилат, диметакрилат триэтиленгликоля, а в качестве наполнителя – барий- и стронций-алюмофтор-боросиликатное стекло. В материале использована традиционная система фотоинициирования для светоотверждаемых стоматологических композитов с фотоинициатором камфорхиноном; в SDR также содержатся стабилизаторы, замутнители (TiO_2) и пигменты на основе оксидов железа.

Прочностные показатели двухслойного композитного материала Filtek Z550 + SDR, а также показа-

тели для каждого материала в отдельности, изучали при испытании образцов по ГОСТ 31574-2012 [3] на изгиб (п. 6.1.1) и на диаметральною прочность или прочность при диаметральному разрыву (п. 6.1.2).

Адгезионные свойства в соединении изучаемых композитов с твердыми тканями зуба определяли также по ГОСТ 31574-2012 (п. 6.3.1) с применением подготовки поверхности образца из удаленного зуба и нанесением адгезива в соответствии с инструкциями по применению указанных композитов. Предварительное протравливание поверхности образца из удаленного зуба проводили гелем для травления дентина (ЗАО «ОЭЗ «ВладМиВа») с последующим нанесением светоотверждаемого адгезива Adper Single Bond 2 (3M ESPE).

Для определения адгезионной прочности в соединении композитов с твердыми тканями зуба были изучены 3 варианта: 1 – слой композита высокой плотности Filtek Z550 наносили после протравливания и отверждения адгезива Adper Single Bond 2; 2 – слой композита высокой плотности Filtek Z550 наносили на отвержденный светом слой SDR, который также наносили на поверхность образца зуба после протравливания и отверждения адгезива Adper Single Bond 2; 3 – слой композита высокой плотности Filtek Z550 наносили на неотвержденный слой SDR, помещенный на поверхность образца зуба после протравливания и отверждения адгезива Adper Single Bond 2. Полученные два слоя из композитов SDR и Filtek Z550 по варианту 3 отверждали одновременно. Время светового облучения композитных слоев соответствовало времени, указанному в инструкциях изготовителей. Композит текучей консистенции SDR накладывали слоем до 0,5 мм; толщина композитного материала Filtek Z550 была в пределах 1,5–2 мм.

Испытания прочностных свойств образцов композитов на изгиб и диаметральною прочность проводили в соответствии с ГОСТ 31574-2012 на испытательной машине Zwick Roell Z 010.

Дополнительно адгезионную способность сравниваемых композитов изучали нестандартным методом диаметрального сжатия образцов, полученных нанесением слоев композитов в соответствии с ранее указанными вариантами испытаний, на поверхность дисков из гидроксилатапата (ГАП), используемого в качестве модели твердых тканей зуба [3] (рис. 1 на вклейке).

Результаты и обсуждение

В таблице представлены результаты испытаний при изгибе образцов композитов Filtek Z550 и SDR в зависимости от вида образцов, однослойных или двухслойных.

В двухслойных образцах (см. таблицу) при свето-

Результаты испытаний при изгибе образцов композитов Filtek Z550 и SDR в зависимости от вида образцов

Наименование материала	Вид образца	Прочность при изгибе $\sigma_{изг}$, МПа, ($M \pm m$)	Модуль упругости $E_{упр}$, МПа
Filtek Z550	Один слой пасты плотной консистенции	85,8±14,3	9321±737
SDR	Один слой пасты текучей консистенции	95,4±2,9	4772±263
Filtek Z550 + SDR™	Нижний слой SDR + верхний Filtek Z550	108,8±13,9	8557±365

вом отверждении двух слоев одновременно, не проводя предварительного отверждения нижнего слоя из текучего SDR, прочность на изгиб по сравнению с однослойными образцами повышается на 21% ($p = 0,01$), а модуль упругости при этом снижается на 8,2% ($p = 0,01$).

На рис. 2 представлена гистограмма показателей адгезионной прочности соединения композитов Filtek Z550 и SDR с модельными образцами ГАП в зависимости от способа нанесения слоев композитов (варианты 1–3) и метода испытания. Адгезионная прочность в соединении «композиты-ГАП» в двухслойных образцах с тонким нижним слоем текучего SDR и верхним Filtek Z550 при одновременном световом отверждении этих слоев оказалась выше на 33% при испытании стандартным методом сдвига, и на 19% увеличился данный показатель при диаметральном сжатии двухслойных образцов по сравнению с аналогичными показателями для одного слоя композита Filtek Z550 ($p = 0,1$).

При последовательном световом отверждении слоев и соответственно предварительном отверждении нижнего слоя текучего композита SDR показатель адгезионной прочности испытываемого соединения снижается. Такой результат согласуется с данными, полученными при испытании адгезионной прочности соединения двухслойного композитного покрытия (типа «сэндвич») из материалов ДентЛайт («ВладМиВа», Россия) и Estelite (Tokuyama Dental, Япония) с разной исходной конси-

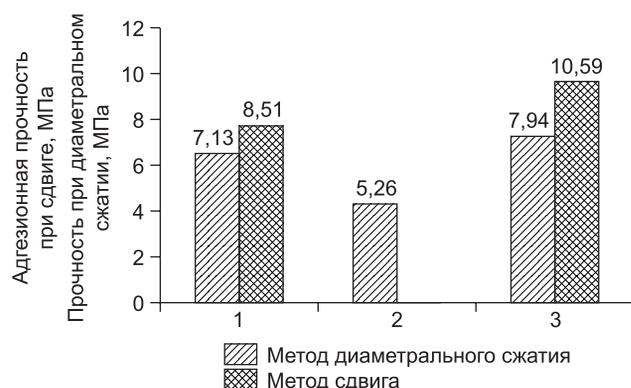


Рис. 2. Гистограмма показателей адгезионной прочности соединения композитов Filtek Z550 и SDR с модельными образцами ГАП.

1 – слой композита высокой плотности Filtek Z550; 2 – слой композита высокой плотности Filtek Z550 на отвержденном светом слое SDR (испытание методом диаметральное сжатия); 3 – слой композита высокой плотности Filtek Z550 на неотвержденном слое SDR.

стенцией паст, традиционной густой и текучей, при последовательном отдельном отверждении светом каждого слоя [4]. Показатель адгезионной прочности для системы «сэндвич» снижался по сравнению с показателем для одного слоя композита густой консистенции.

Отверждение нижнего слоя композита SDR с текучей пастой одновременно с верхним слоем из композита плотной консистенции Filtek Z550 после отверждения обеспечивает плавный переход тонкого эластичного низко модульного слоя SDR к более жесткому высоко модульному слою Filtek Z550. Такой плавный переход и отсутствие четко выраженной границы раздела был отмечен при исследовании структуры зуба. Установлено, что граница раздела эмали и дентина представляет собой переходную зону с плавным и постепенным переходом свойств от жесткой эмали с модулем эластичности около 70 ГПа к более податливому дентину – с 20 ГПа [5]. Сравнительные испытания показали, что создание переходной зоны из более эластичного низко модульного композита при реставрации зуба двумя типами светоотверждаемых композитов, отличающихся консистенцией паст, позволяет повысить прочностные и адгезионные свойства реставрационного материала.

Установленные в испытаниях показатели прочности адгезионного соединения стоматологических полимерных композитов с твердыми тканями зуба методом сдвига и с модельным образцом ГАП методом диаметральное сжатия дали сопоставимые значения.

Заключение

Определение физико-механических свойств светоотверждаемых композитных материалов Filtek Z550 с густой консистенцией пасты и SDR с текучей консистенцией при сочетании двух слоев композитов показало, что при одновременном отверждении слоев повышаются показатели прочности при изгибе двухслойных образцов и прочности адгезионного соединения двухслойного композитного покрытия с твердыми тканями зуба и модельным образцом ГАП.

Способ определения прочности адгезионного соединения стоматологических полимерных композитов с модельным образцом ГАП методом диаметральное сжатия позволяет создать условия нагружения склеенных разнородных материалов, подобные условиям функционирования реставрированного зуба, когда пломба или реставрация не сдвигается относительно тканей зуба, а испытывает жевательную нагрузку, передаваемую на реставрированный зуб. При этом отмечалось, что испытание адгезионной прочности соединений методом сдвига, несмотря на широкое распространение и стандартизацию этого способа, не позволяет оценить состояние поверхности раздела «адгезив-субстрат» [6].

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стародубова А.В., Винниченко Ю.А., Поюровская И.Я., Определение физико-механических свойств плащевого дентина методом наноиндентации. VI Научно-практическая конференция молодых ученых «Актуальные проблемы стоматологии и челюстно-лицевой хирургии». *Стоматология*. 2015; (6): 60–1. doi: 10.17116/stomat201594654-79.

- ГОСТ 31574-2012. Стоматология. Материалы полимерные восстановительные. Технические требования. Методы испытаний. Доступно по: <http://docs.cntd.ru/document/1200101794>. Ссылка активна на 20.05.2016.
- Патент РФ на изобретение № 2537247/27.12.2014. Бюл. № 36. Дьяконенко Е.Е., Поюровская И.Я., Пожарков О.Ф., Сутугина Т.Ф. Способ получения гидроксилapatитной керамики в качестве модели твердых тканей зуба. Доступно по: http://www.freepatent.ru/images/img_patents/2/2537/2537247/patent-2537247.pdf. Ссылка активна на 20.05.2016.
- Кречина Е.К., Поюровская И.Я., Согачев Г.В., Русанов Ф.С. Адгезия как критерий выбора материала для реставрации зубов с дефектами в пришеечной области. *Стоматология*. 2015; (4): 29–34. doi: 10.17116/stomat201594429-34.
- Bechtle S., Fett T., Rizzi G., Habelitz S., Klocke Arndt, Schneider G.A. Crack arrest within teeth at the dentinoenamel junction caused by elastic modulus mismatch. *Biomaterials*. 2010; 31 (14): 4238–47. doi: 10.1016/j.biomaterials.2010.01.127
- Sultan H., Kelly J.R., Kazemi R.B. Investigating failure behavior and origins under supposed “shear bond” loading. *Dent. Materials*. 2015; 31 (7): 807–13. dx.doi.org/10.1016/j.dental.2015.04.007

REFERENCES

- Starodubova A.V., Vinnichenko Yu.A., Pourovskaya I.Ya. Determination of physical and mechanical properties of the mantle dentine by

- nanoindentation. “VI Scientific-practical conference of young scientists “Actual problems of dentistry and maxillofacial surgery”. *Stomatologiya*. 2015; (6): 60–1. doi: 10.17116/stomat201594654-79 (in Russian)
- GOST 31574-2012. [Stomatologiya. Materialy polimernye vosstanovitel'nye. Tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200101794>. Accessed May 20, 2016 (in Russian)
- [Patent RF na izobretenie № 2537247/27.12.2014. Byul. № 36. D'yakonenko E.E., Poyurovskaya I.Ya., Pozharkov O.F., Sutugina T.F. Sposob polucheniya gidroksilapatitnoy keramiki v kachestve modeli tverdykh tkaney zuba]. Available at: http://www.freepatent.ru/images/img_patents/2/2537/2537247/patent-2537247.pdf. Accessed May 20, 2016 (in Russian)
- Krechina E.K., Poyurovskaya I.Ya., Sogachev G.V., Rusanov F.S. Adhesion as criterion of choice of materials for dental restorations of defects in cervical area. *Stomatologiya*. 2015; (4): 29–34. doi:10.17116/stomat201594429-34
- Bechtle S., Fett T., Rizzi G., Habelitz S., Klocke Arndt, Schneider G.A. Crack arrest within teeth at the dentinoenamel junction caused by elastic modulus mismatch. *Biomaterials*. 2010; 31 (14): 4238–47. doi: 10.1016/j.biomaterials.2010.01.127
- Sultan H., Kelly J.R., Kazemi R.B. Investigating failure behavior and origins under supposed “shear bond” loading. *Dent. Materials*. 2015; 31 (7): 807–13. dx.doi.org/10.1016/j.dental.2015.04.007

Поступила
Принята в печать

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 616.314-089.28-611

Оганян А.И., Апресян С.В., Акулович А.В.

ШТИФТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ ЗУБНОГО РЯДА

ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, 127473, г. Москва, Россия

В статье приведены результаты определения прочностных свойств индивидуальных штифтовых культевых вкладок из диоксида циркония в различных участках зубного ряда при разных величинах угла окклюзионной нагрузки. Наибольшую прочность демонстрировали моляры под углом нагрузки 0°, наименьшую – резцы под углом нагрузки 30°.

Ключевые слова: штифтовая вкладка; диоксид циркония; прочность.

Для цитирования: Оганян А.И., Апресян С.В., Акулович А.В. Штифтовые конструкции из диоксида циркония, применяемые в различных участках зубного ряда. *Российский стоматологический журнал*. 2017; 21 (3): 135-137. DOI 10.18821/1728-2802.2017.21(3):135-137

Oganyan A.I., Apresyan S.V., Akulovich A.V.

PETROLEUM STRUCTURES FROM ZIRCONIUM DIOXIDE APPLIED IN VARIOUS PLANTS OF DENTAL RANGE

Moscow State Medical Dental University named A.I. Evdokimov Ministry of health of Russia, 127473, Moscow, Russia

The results of the determination of the strength properties of individual zirconium zirconium inoculum inserts in different parts of the dentition at different occlusal load angle values are given in the article. The greatest strength was demonstrated by molars at a loading angle of 0°, the smallest incisors, at a loading angle of 30°.

Keywords: pin insert; zirconia; strength.

For citation: Oganyan A.I., Apresyan S.V., Akulovich A.V. Petroleum structures from zirconium dioxide applied in various plants of dental range. *Rossiyskiy stomatologicheskij zhurnal*. 2017; 21 (3): 135-137. DOI 10.18821/1728-2802.2017.21(3):135-137.

For correspondence: Apresyan Samvel Vladimirovich, Cand. med. Sci., President of the Association of digital dentistry, dentist, E-mail: dr.apresyan@gmail.com

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Received 20.04.17

Accepted 24.04.17

Для корреспонденции: Апресян Самвел Владиславович, канд. мед. наук, президент Ассоциации цифровой стоматологии, врач-стоматолог, E-mail: dr.apresyan@gmail.com

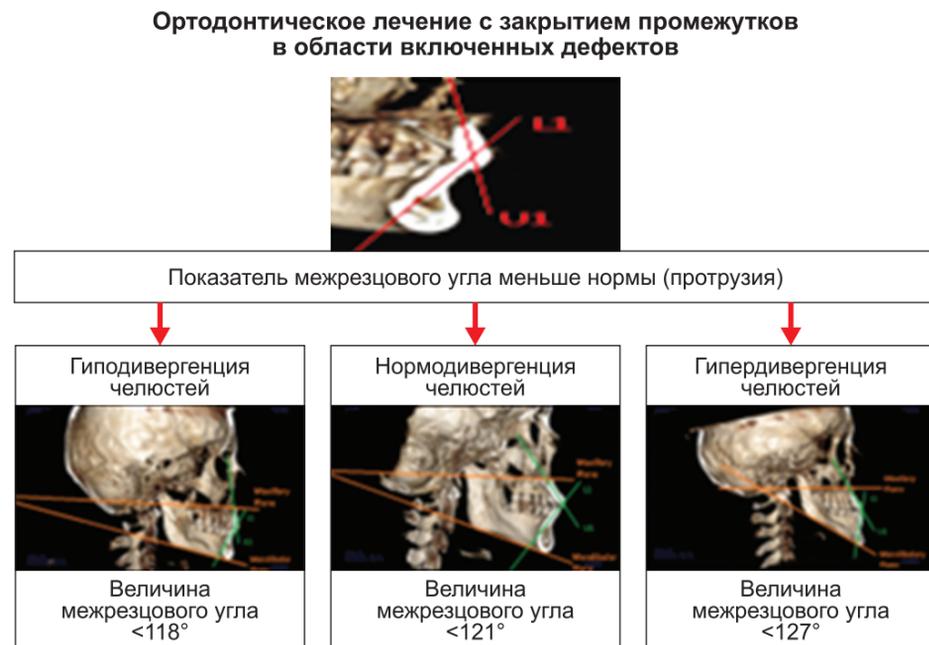


Рис. 5. Критерии выбора тактики ортодонтического лечения при закрытии промежутков в области включенных дефектов.

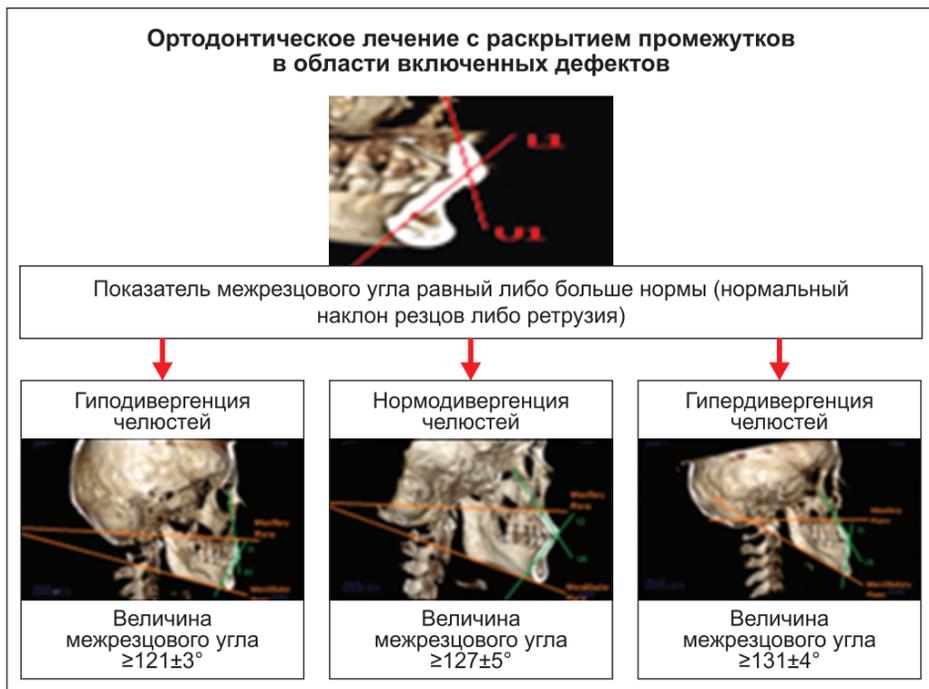


Рис. 6. Критерии выбора тактики ортодонтического лечения при раскрытии промежутков в области включенных дефектов.

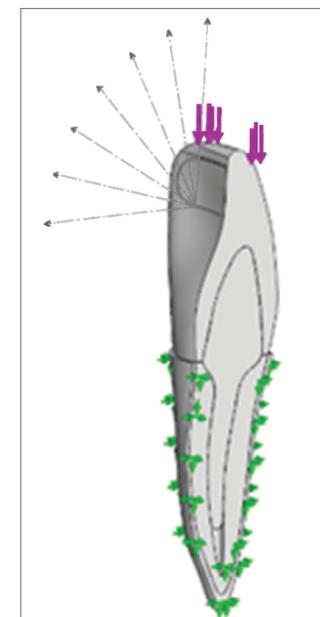


Рис. 1. Модель штифтовой конструкции.

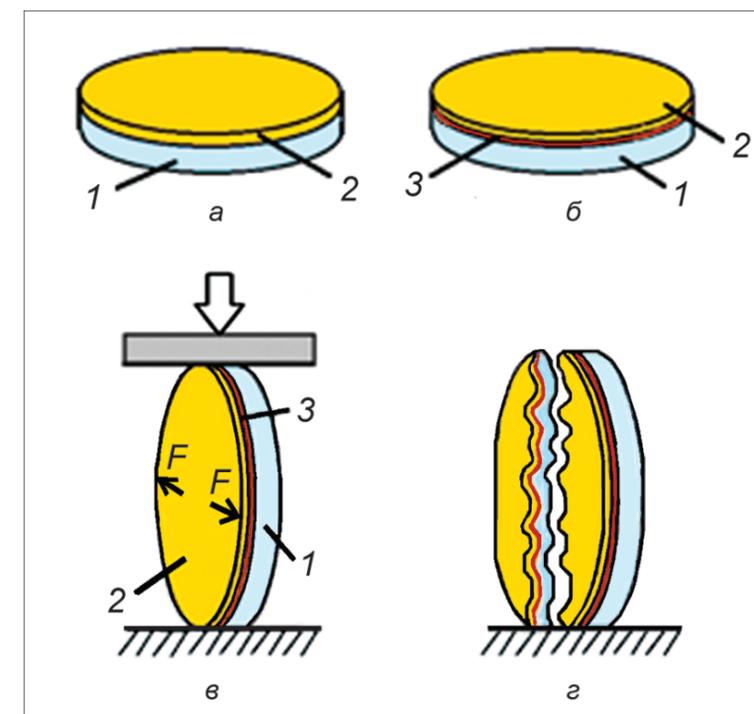


Рис. 1. Вид и схема испытания на диаметральное сжатие двух- и трехслойных образцов для определения прочности соединения композитов с модельной подложкой из ГАП.

a – двухслойный образец, слой композита Filtek Z550 (2) на модельном диске из ГАП (1); *б* – слой композита Filtek Z550 на слое из текучего композита SDR, два слоя на ГАП; *в* – схема нагружения трехслойного образца при испытании на диаметральное сжатие, боковые стрелки (F) указывают направление сил, приводящих к диаметральному разрыву образца (*z*).