

**В. В. ТАИРОВ, А. А. АРУТЮНОВА, К. К. ЕГУНЯН, И. А. КАМЫШНИКОВА,
В. А. ИВАЩЕНКО, С. И. РИСОВАННЫЙ**

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДСТВ, ПРЕДОТВРАЩАЮЩИХ ПОЯВЛЕНИЕ ИНГИБИРОВАННОГО СЛОЯ НА ПОВЕРХНОСТИ КОМПОЗИТА

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, ул. Седина, д. 4, Краснодар, Россия, 350063.*

АННОТАЦИЯ

Цель. Оценить эффективность предотвращения образования слоя, ингибированного кислородом, или уменьшения его количества с применением различных средств.

Материалы и методы. Исследования проводили на базе кафедры терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ МЗ России и лаборатории приборного завода «Каскад» г. Краснодар. Для изготовления модельных образцов использовался композит Filtek Ultimate (3M ESPE, USA) путем помещения композиционного материала в чистые пластиковые формы диаметром 13,5 мм, толщиной 4 мм и полимеризации, были выбраны следующие материалы, предотвращающие контакт кислорода с поверхностью композита: раствор глицерина, лавсановая пластинка, тефлоновая лента. Для сравнения со стандартным методом устранения ингибированного кислородом слоя применяли финирирование поверхности композита. Измерялась поверхностная твердость образцов каждой группы и подгруппы при помощи аппарата-твердомера ПМТ-3 по методу Виккерса. Был проведен многофакторный дисперсионный анализ ANOVA в программе Statistica 13. Отдельно образцы окрашивали раствором чая «Lipton» с 2015 года в течение 3 лет. Оценивалась степень отложения пигмента.

Результаты. Определяющим фактором длительного функционирования композитной реставрации является стабильность поверхностного слоя. Полученные результаты исследования показали самую низкую микротвердость у образцов из группы без каких-либо блокаторов проникновения кислорода без финирирования (56HV), самую высокую микротвердость – образцы из группы покрытых тефлоновой лентой с финирированием (107HV). Значение достоверности $p < 0,05$ было получено для всех групп исследования. Были оценены результаты изменения цвета реставрации в окрашивающей среде. Оценка изменения окрашивания проводилась в течение 3 лет. Результаты окрашивания позволили подтвердить полученные данные исследования: 1) интенсивность окрашивания всех образцов с течением времени возрастает, 2) в большей степени окрасились образцы из групп без покрытия глицерином перед полимеризацией, без финирирования по сравнению с образцами из групп без глицерина, но с финирированием, 3) в наименьшей степени окрасился образец с покрытием глицерином и финирированием.

Заключение. Таким образом, полученные результаты исследования позволяют рекомендовать для повышения эффективности реставрации композитом и увеличения срока его функционирования применять средства, предотвращающие образование ингибированного кислородом слоя. В качестве блокаторов кислорода в зависимости от клинической ситуации можно применить глицерин, лавсановую пластинку или тефлоновую ленту.

Ключевые слова: ингибированный кислородом слой, композит, поверхностная твердость, окрашивание реставрации, глицерин, лавсановая пластинка, тефлоновая лента, финирирование поверхности

Для цитирования: Таиров В.В., Арутюнова А.А., Егунян К.К., Камышникова И.О., Иващенко В.А., Рисованный С.И. Сравнительная характеристика средств, предотвращающих появление ингибированного слоя на поверхности композита. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2018; 25(5): 98-103. DOI: 10.25207 / 1608-6228-2018-25-5-98-103

For citation: Tairov V.V., Arutunova A.A., Egunyanyan K.K., Kamyshnikova I.O., Ivashchenko V.A., Risovannyj S.I. Comparative characteristics of the means preventing the appearance of the inhibited layer on the surface of the composite. *Kubanskiy nauchnyy medicinskiy vestnik*. 2018; 25(5): 98-103. (In Russ., English abstract). DOI: 10.25207 / 1608-6228-2018-25-5-98-103

**V. V. TAIROV, A. A. ARUTUNOVA, K. K. EGUNYAN, I. O. KAMYSHNIKOVA, V. A. IVASHCHENKO,
S. I. RISOVANNYJ**

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE MEANS PREVENTING THE APPEARANCE
OF THE INHIBITED LAYER ON THE SURFACE OF THE COMPOSITE

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kuban State Medical University of the
Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Sedina str., 4, Krasnodar, Russia, 350063.*

ABSTRACT

Aim. This study was designed to evaluate the effectiveness of preventing the formation of a layer inhibited by oxygen or reducing its amount using various means.

Materials and methods. The study was performed at the Department of Therapeutic Dentistry of the FSBEI HE KubSMU of the Ministry of Health care of Russia and the laboratory instrument factory "Cascade", Krasnodar. The composite Filtek Ultimate (3M ESPE, USA) was used for the production of model samples by placing the composite material in clean plastic molds with a diameter of 13.5 mm, thickness of 4 mm and polymerization, the following materials were selected to prevent contact of oxygen with the surface of the composite: glycerin solution, lavsan plate, Teflon tape. For the comparison with the standard method of elimination of the layer inhibited by oxygen we used the finishing of the surface of the composite. The surface hardness of the samples of each group and subgroup was measured using the apparatus-hardness tester PMT-3 by the Vickers method. The multivariate analysis of variance (ANOVA) was conducted in Statistica software 13. The samples were stained separately with a solution of "Lipton" tea from 2015 for 3 years. The degree of pigment deposition was evaluated.

Results. The determining factor in the long-term functioning of the composite restoration is the stability of the surface layer. The results of the study showed the lowest microhardness of the samples from the group without any blockers of oxygen penetration without finishing (56HV), the highest microhardness was in samples from the group covered with Teflon tape with finishing (107HV). The probability value $p < 0.05$ was obtained for all study groups. The results of the color change of the restoration were evaluated in the coloring medium. The assessment of changes in the coloring was carried out for 3 years. The results of staining allowed to confirm the obtained data of the study: 1) the intensity of staining of all samples increases over time, 2) the samples from the groups without glycerin coating were stained to a greater extent before the polymerization, without finishing in comparison with the samples from the groups without glycerin but with finishing, 3) the sample with glycerin coating and finishing was stained the least.

Conclusion. Thus, the results of the study allow us to recommend using the means preventing the formation of the oxygen-inhibited layer to improve the efficiency of the restoration of the composite and increase the duration of its functioning. Depending on the clinical situation, glycerin, lavsan plate or Teflon tape can be used as oxygen blockers.

Keywords: oxygen-inhibited layer, composite, surface hardness, restoration staining, glycerin, lavsan plate, Teflon tape, surface finishing

Введение

Возрастающий спрос пациентов на эстетику в стоматологии привел к усовершенствованию реставрационных свойств композитных материалов. Несмотря на нововведения и изменения в химической структуре пломбирочного материала, остается актуальным вопрос нарушения краевого прилегания с течением времени, что всегда сопровождается разгерметизацией соединения композит-зуб, а также часто приводит к изменению цвета самой реставрации [1, 2]. В данной статье исследуется возможность решения данной проблемы путем оценки эффективности различных методов по предотвращению образования ингибированного кислородом слоя (ИКС) [3, 4].

Процесс полимеризации композита происходит за счет цепной реакции, которая инициируется свободными радикалами [5]. Во время этого процесса кислород воздуха, с которым контактирует композит, уменьшает ответную реакцию фотоинициаторов на свет и стабилизирует свободные радикалы, таким образом задерживая полимеризацию [6]. Как результат – на поверхности композита образуется слой, ингибированный кислородом [7].

В идеальных условиях все мономеры, содержащиеся в композиционном материале, должны превратиться в полимеры, но чаще всего этого не происходит, и некоторые мономеры остаются в неизменном виде [8, 9].

Непрореагировавшие мономеры уменьшают механическую прочность реставрации, способ-

ствуют изменению цвета за счет процессов окисления [10, 11].

Таким образом, объем полимеризации композита выражается в степени конверсии, то есть степени перехода мономеров в полимерные цепи. Усиление конверсии связей делает поверхность композита более твердой, прочной на износ [12-17].

В будущем этот слой снижает поверхностную твердость, устойчивость на износ и краевое прилегание композита. Полностью удалить его финирированием и полированием невозможно, однако, для того, чтобы минимизировать его количество, можно использовать доступные для врача-стоматолога средства: лавсановая разделительная пластина, тефлоновая лента или раствор глицерина [18].

Цель исследования: оценить эффективность предотвращения образования слоя, ингибированного кислородом, или уменьшения его количества с применением различных средств.

Материалы и методы

Для изготовления модельных образцов использовался композит Filtek Ultimate (3M ESPE, USA), лампа LED-B (Woodpecker, Китай, мощность 850-1000 мВт/см²). Образцы изготавливались путем помещения композиционного материала в чистые пластиковые формы диаметром 13,5 мм, толщиной 4 мм и полимеризации.

Исходя из сущности механизма образования

ИКС, были выбраны следующие материалы, предотвращающие контакт кислорода с поверхностью композита: раствор глицерина, лавсановая пластинка, тефлоновая лента. Для сравнения со стандартным методом устранения ИКС применяли финирирование поверхности композита.

Образцы были разделены на группы: группа 1 – никаких средств для исключения образования ИКС не применяли; группа 2 – образцы покрыты глицерином и полимеризованы 40 секунд; группа 3 – образцы покрыты лавсановой пластинкой (толщиной 0,8мм) и полимеризованы 40 секунд; группа 4 – образцы покрыты тефлоновой лентой (толщина – 0,10 мм, плотность – 0,28 г/см³) и полимеризованы 20 секунд, после чего лента была удалена и образцы полимеризованы еще 20 секунд.

В каждой группе было изготовлено по 2 образца, один из образцов группы подвергался финирированию поверхности (ФП) диском средней грубости Sof Lex Medium (3M ESPE, США), другой нет.

Измерялась поверхностная твердость образцов каждой группы и подгруппы при помощи аппарата-твердомера ПМТ-3 по методу Виккерса (единица измерения – HV) с нагрузкой 100 г и 200 г на базе лаборатории приборного завода «Каскад» г. Краснодар. Исходя из полученных результатов (табл. 1), был проведен многофакторный дисперсионный анализ ANOVA в программе Statistica 13 для подтверждения следующих нулевых гипотез:

H0 – ФП повышает микротвердость реставрации; H0 – глицерин повышает микротвердость реставрации; H0 – лавсановая пластина повышает

микротвердость реставрации; H0 – тефлоновая лента повышает микротвердость реставрации.

В ходе исследования часть образцов подвергалась воздействию имитации окрашивания пищевыми красителями для оценки изменения цвета реставрации во времени. Как окрашивающий продукт применяли раствор чая. Для приготовления среды для окрашивания дистиллированную воду нагрели до кипения, поместили пакетики чая («Lipton», черный байховый в пакетиках) и выдержали 5 минут, раствор охладили до комнатной температуры. После погрузили образцы в раствор чая. Образцы окрашивали погружением и выдержкой в экстракте чая с ноября 2015 года по настоящее время.

Таким образом, наблюдению подверглись следующие группы образцов: 1-я группа – сплошной слой композита без глицерина (с ФП), 2-я группа – сплошной слой композита с глицерином (с ФП), 3-я группа – слой композита встык без глицерина (с ФП), 4-я группа – слой композита встык с глицерином (с ФП), 5-я группа – сплошной слой композита без глицерина (без ФП), 6-я группа – сплошной слой композита с глицерином (без ФП), 7-я группа – слой композита встык без глицерина (без ФП), 8-я группа – слой композита встык с глицерином (без ФП).

Результаты и обсуждение

Поверхностная твердость образцов, отраженная в таблице 1, отображает следующие показатели.

Таблица 1 / Table 1

Результаты исследования микротвердости

The results of the microhardness study

Номер образца	ФП	Группы	Нагрузка, г	Микротвердость, HV
1	без ФП	контроль	100	56
2	без ФП	контроль	200	53
3	с ФП	контроль	100	94
4	с ФП	контроль	200	90
5	без ФП	глицерин	100	67
6	без ФП	глицерин	200	65
7	с ФП	глицерин	100	99
8	с ФП	глицерин	200	95
9	без ФП	лавсановая пластинка	100	83
10	без ФП	лавсановая пластинка	200	82
11	с ФП	лавсановая пластинка	100	103
12	с ФП	лавсановая пластинка	200	100
13	без ФП	тефлоновая лента	100	90
14	без ФП	тефлоновая лента	200	85
15	с ФП	тефлоновая лента	100	107
16	с ФП	тефлоновая лента	200	100

Микротвердость образцов без ФП и с ФП увеличивается с 1-й по 4-ю группу соответственно (рис. 1).

Выявлено, что микротвердость образцов с ФП в каждой группе больше образцов без ФП (рис. 2).

Средний показатель микротвердости без ФП равен 72,63 HV, с ФП – 98,5HV (рис. 3).

Самую низкую микротвердость показали образцы из группы 1 без ФП (56HV), самую высокую микротвердость – образцы из группы 4 с ФП (107HV).

Средние показатели микротвердости таковы: группа 1 – 73,25, группа 2 – 81,5, группа 3 – 92, группа 4 – 95,5 HV.

Учитывая, что значение достоверности $p < 0,05$ для всех 4 групп и ФП, то полученные результаты микротвердости достоверно отличаются, следовательно все 4 нулевые гипотезы подтвердились.

Были оценены результаты изменения цвета реставрации в окрашивающей среде. Впервые оценка изменения окрашивания проводилась спустя 3 месяца, затем через 6 месяцев, 1 год, 1,5 года, 2 года и 2,5 года. Результаты окрашивания позволили наглядно подтвердить полученные данные в ходе исследования:

1) интенсивность окрашивания всех образцов с

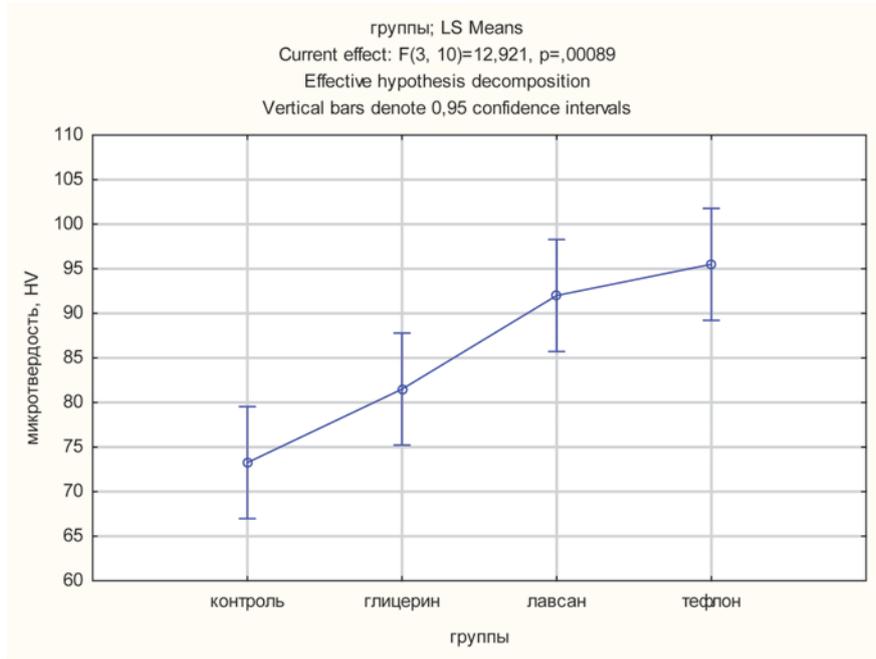


Рис. 1. Различия микротвердости всех 4 групп образцов.
Fig. 1. Differences in microhardness of all 4 groups of samples.

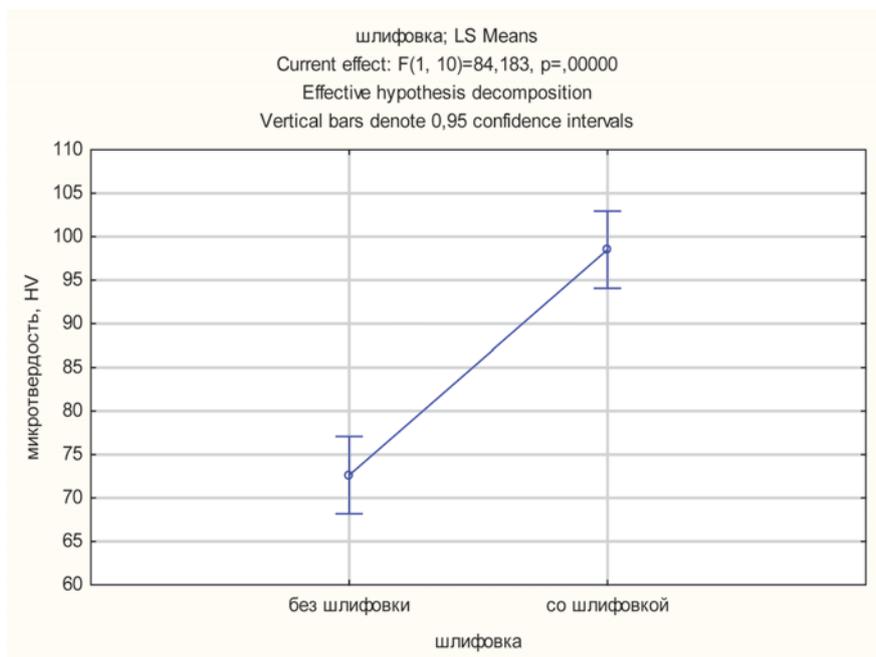


Рис 2. Влияние ФП на микротвердость.
Fig. 2. Effect of finishing on microhardness.



Рис. 3. Совместное влияние ФП и всех групп образцов на микротвердость.

Fig. 3. Joint effect of finishing and all groups of samples on microhardness.

течением времени возрастает;

2) в большей степени окрасились образцы из групп 5, 6, 7, 8 (без ФП) по сравнению с образцами из 1, 2, 3, 4 групп (с ФП);

3) в большей степени окрасился образец из группы 1 (без глицерина, с ФП), чем образец группы 2 (с глицирином, с ФП);

4) в большей степени окрасился образец из группы 5 (без глицерина и без ФП), чем образец группы 6 (с глицирином, без ФП).

Заклучение

Таким образом, данное исследование позволило изучить и оценить эффективность действий, направленных на предотвращение образования или уменьшение уже образованного ИКС. Полученные результаты позволяют предположить, что лавсановая пластинка и тефлоновая лента (3-я, 4-я группы) в большей степени предотвращают контакт кислорода с мономерами, что и обуславливает высокие результаты значений микротвердости. Глицерин, в свою очередь, также хорошо герметизирует композит от воздуха, однако, уже имея в своем составе определенное количество кислорода, может немного способствовать образованию ИКС.

Удаление 0,2 мм материала с поверхности композита посредством финирирования и полирования привело к значительному увеличению поверхностной твердости по сравнению с тем, что наблюдается без них. Этот результат обусловлен удалением ИКС.

Полученные результаты исследования позволяют рекомендовать для повышения эффективности реставрации композитом и увеличении срока его функционирования применять средства,

предотвращающие образование ингибированного кислородом слоя. В качестве блокаторов кислорода в зависимости от клинической ситуации можно применить глицерин, лавсановую пластинку или тефлоновую ленту.

Плоские поверхности – покрывать лавсановой пластинкой перед полимеризацией поверхностного слоя, рельефные поверхности – покрыть тефлоновой лентой, а сложные рельефные поверхности – глицерином.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Opdam N.J., Roeters J.J., Joosten M. Veeke O. Porosities and voids in Class I restorations placed by six operators using a packable or syringable composite. *Dent Mater.* 2002; 18: 58-63.
- Unlu N., Krakaya S., Ozer F., Say E.C. Reducing microleakage in composite resin restorations: An in vitro study. *Eur. J. Prosthodont Restor Dent.* 2003; 11(4): 171-175.
- Адамчик А.А., Каливрадзян Э.С., Лещёва Е.А., Соловьёва А.Л., Бурлуцкая С.И. *Долговечность, эффективность и эстетика в реставрации зубов. Учебное пособие.* Воронеж. 2005; 97. [Adamchik A.A., Kalivardzhiyan E.H.S., Leshchyova E.A., Solov'yova A.L., Burluckaya S.I. *Dolgovechnost', ehffektivnost' i ehstetika v restavracii zubov.* Uchebnoe posobie. Voronezh. 2005; 97. (In Russ.).]
- Ueta H., Tsujimoto A., Barkmeier W.W. Influence of an oxygen-inhibited layer on enamel bonding of dental adhesive system: surface free-energy perspectives. *Eur. J. Oral. Sci.* 2016; 124: 82-88.
- Bortolotto Krejci. The effect of temperature on hardness of a light-curing Composite. *J. Dent. Res.* 2003; 82: 23.
- Bouschlicher M.R., Vargas M.A., Boyer D.B. Effect of composite type, light intensity, configuration factor and laser polymerization on polymerization contraction forces. *Am. J. Dent.* 1997; 10(2): 88-96.
- Bijelic-Donova J., Garoushi S., Lassila L.V.J. Oxygen inhibited layer of composite resins: effects of layer thickness and surface

layer treatment on the interlayer bond strength. *Eur. J. Oral. Sci.* 2015; 123: 53-60.

8. Кондит М., Лейнфелдер К. Улучшение полимеризации композитов. *ДентАрт.* 2007; 2: 31-34. [Kondit M., Lejnfelder K. Uluchshenie polimirizacii kompozitov. *DentArt.* 2007; 2: 31-34. (In Russ.)].

9. Miguez P.A., Pereira P.N., Foxton R.M., et al. Effects of flowable resin on bond strength and gap formation in Class I restorations. *Dent Mater.* 2004; 20(9): 839-845.

10. Littlejohn, Greer, Puckett, Fitchie. Curing efficiency of a direct composite at different temperatures. *J. Dent. Res.* 2003; 82: 94.

11. Oberholzer T.G., Pameijer C.H., Grobler S.R., Rossouw R.J. The effect of different power densities and method of exposure on the marginal adaptation of four light-cured dental restorative materials. *J. Dent. Res.* 2003; 24(20): 3593-3598.

12. Адамчик А.А. Влияние типа фотополимеризатора и предварительного нагревания фотоотверждаемых материалов на глубину полимеризации. *Мазстро стоматологии.* 2013; 50(2): 46-48. [Adamchik A.A. Vliyanie tipa fotopolimerizatora i predvaritel'nogo nagrevaniya fotootverzhaemykh materialov na glubinu polimerizacii. *Maehstro stomatologii.* 2013; 50(2): 46-48. (In Russ.)].

13. Адамчик А.А. Оценка полимеризации композита. *Ку-*

банский научный медицинский вестник. 2015; 1(150): 7-11. [Adamchik A.A. Appraisal of composite's polymerization. *Kubanskiy nauchnyy medicinskij vestnik.* 2015; 1(150): 7-11. (In Russ., English abstract)].

14. Даронч М., Рюеггеберг Ф., Де Гоуз М. Конверсия мономеров в предварительно нагретом композите. *ДентАрт.* 2007; 1: 55-61 [Daronch M., Rueggeberg F., De Gouz M. Konversiya monomerov v predvaritel'no nagretom kompozite. *DentArt.* 2007; 1: 55-61. (In Russ.)].

15. Feilzer A.J., de Gee A.J., Davidson C.L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J. Dent. Res.* 1987; 66(11): 1636-1639.

16. Robertson L., Phaneuf M., Haimeur A. Degree of conversion and oxygen-inhibited layer effect of three dental adhesives. *Dent. J.* 2016; 4(4): 37.

17. Rueggeberg F.A., Daronch M., De Goes M.F. Monomer conversion of pre-heated composite. *J. Dent. Res.* 2005; 84(7): 663-667.

18. Hyun-Hee Park, In-Bog Lee. Effect of glycerine on the surface hardness of composites after curing. *ЖКАСД.* 2011; 36: 483-489.

Поступила / Received 01.08.2018

Принята в печать / Accepted 12.09.2018

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest

Контактная информация: *Таиров Валерий Владиславович; тел.: +7 (918) 466-42-65; e-mail: tairovvaleriy@mail.ru; Россия, 350028, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, д. 127, кв. 155.*

Corresponding author: *Valerii V. Tairov; tel.: +7 (918) 466-42-65; e-mail: tairovvaleriy@mail.ru; 127-155; 127-155, 40 let Pobedy str., Krasnodar, Russia, 350028.*