

ГОУ ВПО «Кемеровская Государственная медицинская академия» Росздрава
ГУЗ «Кемеровский областной центр медицины катастроф» департамента
охраны здоровья населения Кемеровской области

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛЕЧЕНИЯ КОМПРЕССИОННОЙ ТРАВМЫ МЯГКИХ ТКАНЕЙ

Методические рекомендации

Кемерово, 2008

ГОУ ВПО Кемеровская Государственная медицинская академия
ГУЗ Кемеровский областной центр медицины катастроф департамента
охраны здоровья населения Кемеровской области



ОРГАНИЗАЦИЯ ЛЕЧЕНИЯ КОМПРЕССИОННОЙ ТРАВМЫ МЯГКИХ ТКАНЕЙ

Методические рекомендации

Кемерово, 2008

Аннотация

В методических рекомендациях изложены меры по прогнозу, предупреждению осложнений и лечению компрессионной травмы мягких тканей.

Предназначены для врачей реанимационно-противошоковых групп ВГСЧ, скорой медицинской помощи, медицины катастроф.

Авторы

А.Л.Кричевский, И.К.Галеев, В.И.Рудаев, В.Н.Дроботов, Е.А.Крапивин, О.И.Рубанова, Е.И.Ардашева, Т.К.Самойлова, Д.В.Афанасьев.

Рецензенты

Н.М.Водянов	- доктор медицинских наук, профессор, директор Кузбасского НИИ травматологии и ортопедии
А.М.Путинцев	- доцент кафедры хирургических болезней ГОУ ВПО «Кемеровская Государственная медицинская академия», главный хирург Кемеровской области

Рекомендованы Ученым Советом Кемеровской Государственной медицинской академии. Решение от 30.10.08 г. № 2.

Кемерово, 2008

Накопленный в XX столетии опыт по организации медицинской помощи пострадавшим в условиях землетрясений, аварий в шахтах, обрушений зданий и других крупных подобных катастрофах показывает, что компрессионная травма мягких тканей (КТ), как правило, сопутствует другим тяжелым повреждениям или встречается самостоятельно у 20% и более пораженных. При этом летальность от осложнений КТ колеблется в очень широких пределах от 5–7% до 20–90% и исчисляется сотнями и тысячами пораженных. [1, 2]

Для решения проблем медицинской помощи при КТ на догоспитальном этапе в условиях ЧС следует, прежде всего, учесть те существенные особенности его патогенеза, от которых зависит дальнейшая судьба пораженных и которые должны быть учтены и положены в основу действий спасательных формирований.

Главнейшими особенностями КТ мягких тканей, которые следует учесть на догоспитальном этапе следующие:

1. Основой патогенеза любого варианта КТ следует считать ишемический компонент, обусловленный полным или частичным прекращением кровотока в пораженных тканях [3]. КТ протекает в 2 периода: компрессионный и декомпрессионный. Главным источником всех изменений, ведущих к тяжелым поражениям жизненно важных органов и систем, является **ишемизированная часть организма, включенная в общий кровоток после декомпрессии** [4].

2. Изменения в ишемизированных мягких тканях (мышцы, кожа, подкожная клетчатка) в периоде компрессии в течение первых 2-х часов после сдавления – полностью обратимы. За этот период опасной для организма концентрации ишемических токсинов в ишемизированных мягких тканях не образуется. Более длительный период ишемизации увеличивает вероятность необратимых изменений в мягких тканях.

3. Характерной особенностью постишемической реперфузии конечности является кровоток по “скользящим тканям” – подкожной клетчатке и соединительнотканым образованиям с ограничением или прекращением перфузии мышц. Вначале она проявляется их реактивной гиперемией, напоминающей таковую при снятии жгута и сопровождается неадекватным кровораспределением в пораженных ишемией мягких тканях на фоне капилляро-трофической недостаточности и повышенной их проницаемости. Последнее является причиной нарастания ишемического отека и вторичной циркуляторной гипоксии тканей, повинных в пролонгировании цитолиза и эндотоксикоза. В связи с этим лечебные мероприятия, направленные на создание гипоперфузии при возобновлении кровотока в длительно ишемизированных тканях ограничивают или предупреждают вышеизложенные постишемические расстройства и связанные с ними осложнения.

4. Реперфузия большой массы длительно ишемизированных мягких тканей увеличивает вероятность развития опасного для жизни ишемического токсикоза – от 5–10% при сдавлении мягких тканей верхней конечности и плечевого пояса до 100% при тотальном сдавлении мягких тканей. «Ишемические токсины» при любой ишемической травме поражают органы и системы, поражают мозг, сердце, печень, почки, легкие, систему крови. Это приводит к полиорганной и полисистемной несостоятельности [5]. Ткани ишемизированной конечности являются «поставщиками» миоглобина, калия, фосфора и других компонентов цитоплазмы клеток и продуктов нарушенного обмена, в т.ч. веществ низкой и средней молекулярной массы. Появление в общем кровотоке ишемических токсинов является прямым следствием реперфузии ишемизированных сдавленных мягких тканей [4]. Чем длительнее период компрессии, тем больше склонность у ишемизированных клеток к выходу цитоплазмы через поврежденную клеточную мембрану и выше сосудистая и клеточная проницаемость, обуславливающая гипергидратацию и мембраногенный постишемический отек как поврежденных тканей, так и общую, иногда смертельную гипергидратацию организма.

5. В период компрессии большой массы мягких тканей смерть пораженных от осложнений ишемического токсикоза не наступает. Ампутация сдавленной конечности под прессом или под жгутом, наложенным проксимальнее сдавленных тканей, предотвращает постишемический эндотоксикоз. Своевременная эфферентная терапия несомненно дает терапевтический эффект. К последнему виду лечения относится патогенетически обоснованная местная терапия, которую целесообразно назвать «регионарной реанимацией» [6].

6. Болевой фактор в патогенезе тяжелой КТ **нельзя считать ведущим**, хотя, он, бесспорно, отягощает ее течение, но практически не прослеживается в патогенезе позиционной компрессии, связанной с потерей сознания от отравлений, комы и других подобных состояний, сопровождающихся аналгезией в периоде компрессии. При длительной компрессии мягких тканей значительной силы (порядка 8-10 кг/см²) элементы рефлекторной дуги сдавленных конечностей морфологически разрушены, поэтому проводниковая анестезия (эндо-, перинеуральная) не дает полного обезболивающего эффекта. Гуморальное происхождение боли для ее уменьшения при КТ диктует целесообразность применения анальгетиков общего действия.

Указанные патогенетические особенности КТ мягких тканей следует учитывать спасательным формированиям при разработке стратегии оказания помощи пораженным на догоспитальном этапе. Помощь следует начинать ещё в периоде компрессии до развития у пораженных эндотоксикоза.

Существующая, устоявшаяся терминология СДС, как показывает опыт помощи пораженным в условиях стихийных бедствий и при обрушениях зданий (Армения, Нефтегорск, Томск) пригодна, главным образом, для условий специализированного ЛПУ. На догоспитальном этапе, где для обследования пораженных условия ограничены временем и неблагоприятной медико-тактической обстановкой компрессионного периода – данная терминология малоприспособна, т.к. она не ориентирует спасателей на рациональную последовательность действий по срочности спасения и предупреждения эндотоксикоза. Нами предложена терминология КТ мягких тканей на госпитальном этапе в условиях чрезвычайных ситуаций.

Говорить о профилактике СДС некорректно, поскольку сам термин означает уже возникшее осложнение реперфузии, которая в компрессионном периоде не бывает.

Существенно важным для медицинских формирований и спасателей является ответ на вопрос, кого из пораженных следует освобождать в первую очередь, кому из пораженных освобождение не грозит развитием эндотоксикоза, как осуществить освобождение мягких тканей от сдавления, чтобы это не стало причиной смерти пораженного от ишемического токсикоза.

С этой целью предлагаем в компрессионном периоде разделить все многочисленные варианты КТ мягких тканей на **прогностически легкие** и **прогностически тяжелые формы**. Для их диагностики достаточно знать длительность и объем (массу) сдавленных тканей, находящихся в данный момент под прессом.

Длительной, исходя из представленного патогенеза, следует считать – компрессию свыше 2-х часов, а **большой** (критической) массой ишемизированных тканей в биожидкостях — массу, равную 1000,0 г и более, рассчитанную по концентрации миоглобина [7] и соответствующую массе более чем кисть с предплечьем.

Прогностически легкая КТ – это варианты компрессии мягких тканей, при которых сдавлению подверглась **малая масса** мягких тканей независимо от длительности их нахождения под прессом или **большая масса** мягких тканей длительностью сдавления до 2-х часов. При кратковременной компрессии изменения в тканях обратимы, при длительной – могут быть необратимы полностью или частично. Но любой из вариантов легкой КТ мягких тканей не сопровождается после освобождения краш-синдромом и поэтому оказание помощи как можно большему числу пораженных этой группы следует начинать с освобождения поврежденной части конечности.

Прогностически тяжелая КТ – это варианты компрессии мягких тканей, при которых сдавлению подверглась **большая масса** мягких тканей в течение длительного (более 2-х часов) периода. В этих случаях при освобождении пораженного вероятен краш-синдром, основным, опасным для жизни проявлением которого, является постишемический токсикоз.

При прогностически тяжелых формах КТ мягких тканей помощь пораженным в компрессионном периоде следует начинать с профилактики ишемического токсикоза. Только после этого можно проводить полное освобождение мягких тканей от сдавления.

Всё изложенное является патогенетической основой, на которой и строится стратегия помощи пораженным при КТ мягких тканей. А стратегия заключается в том, что возможны действия, направленные на профилактику эндотоксикоз и худший вариант помощи пораженным – лечение уже возникшего эндотоксикоза.

Наиболее радикальным способом профилактики эндотоксикоза, особенно в неблагоприятной медико-тактической обстановке является ампутация сдавленной конечности под прессом. Этот вид квалифицированной хирургической помощи (“операция в преисподней”) реализован в Кузбассе при завалах в шахтах в условиях угрозы повторных обрушений.

В благоприятной медико-тактической обстановке профилактика ишемического токсикоза связана с последовательными действиями спасателей, которые будут зависеть от длительности периода изоляции и массы пораженных тканей. Нами предложен способ прогнозирования тяжести КТ на основе балльной оценки сдавленного сегмента (а, в, с – сумма баллов сдавленных сегментов: кисть – 1 балл, предплечье – 2, плечо – 3, надплечье – 2; стопа – 1, голень – 4, бедро – 5, ягодичная область – 4), длительности сдавления (Т: до 2-х часов – 1 балл, от 2-х до 6 часов – 2, более 6 часов – 3), возраста пораженного (Квоз.: от 18 до 45 лет – 3 балла, от 46 до 60 лет – 2, более 61 года – 1) и тяжести открытого поражения – раздавливания (К рана: точечные раны, ссадины – 4 балла, раны размером от 2 до 10 см – 3, раны размером более 10 см – 2, рана с открытыми переломами костей, с повреждением магистральных сосудов – 13). При этом прогноз определяют по формуле $\Pi = (a + b + c \dots) \times T + K_{\text{воз.}} + K_{\text{рана}}$, где Π – прогноз тяжести КТ. Для удобства подсчета сумма баллов сдавленного сегмента сведена в таблицу 1.

Таблица 1

Сумма баллов сдавленных сегментов на пересечении ячеек для определения прогноза тяжести КТ

	Кисть	Пред-плечье	Плечо	Над-плечье	Стопа	Голень	Бедро	Ягодичная область
Кисть	2	3	4	3	2	5	6	5
Предплечье	3	4	5	4	3	6	7	6
Плечо	4	5	6	5	4	7	8	7
Надплечье	3	4	5	4	3	6	7	8
Стопа	2	3	4	3	2	5	6	5
Голень	5	6	7	6	5	8	9	8
Бедро	6	7	8	7	6	9	10	9
Ягодичная область	5	6	7	6	5	8	9	8

Сумма баллов: до 5 – прогностически легкая КТ, от 6 до 15 – не опасная для жизни КТ, 15 и более – опасная для жизни КТ – прогностически тяжелая КТ мягких тканей.

Если период изоляции не превышает 2-х часов, то действия спасателей должны быть направлены, прежде всего, на освобождение пораженных от сдавления мягких тканей пораженных с прогностически тяжелой КТ, а потом пораженных с прогностически легкой КТ. В этот период ишемические изменения в сдавленных тканях у пораженных ещё обратимы и токсикоз весьма маловероятен. Его лечение, проводимое в редчайших

случаях кратковременного сдавления большой массы мягких тканей, поддается консервативным мероприятиям, которые можно начать на догоспитальном этапе в виде ощелачивания организма, обезболивания, местного охлаждения, иммобилизации.

Если период изоляции превышает 2 часа, то в компрессионном периоде группе пораженных с прогностически тяжелой КТ следует проводить профилактику ишемического токсикоза перед освобождением мягких тканей от сдавления. Объем показанных профилактических мероприятий состоит в следующем:

1. Обезболивание анальгетиком общего действия. Для этого можно применить ненаркотический анальгетик типа стадол, кетопрофен и др. Эффективен в качестве анальгетика ГОМК, обладающей помимо обезболивающего действия свойством повышать устойчивость тканей к гипоксии, а также снижать калий, избыток которого при эндотоксикозе нередко вызывает нарушение деятельности сердца. Местная анестезия не показана, так как морфологически разрушена рефлекторная дуга.

2. Ощелачивание организма путем введения (энтерально или парентерально) щелочных кровезаменителей (лактосол, бикарбонат натрия). Ощелачивание способствует растворению и выведению из организма кристаллизующегося внеклеточно циркулирующего миоглобина, блокирующего почечную фильтрацию крови пораженного.

3. Жгут проксимальнее сдавления конечности на период освобождения её из-под пресса (завала).

4. Освобождение сдавленной конечности, вынос пострадавшего в безопасное место, где жгут должен быть заменен на эластический бинт. Тугое бинтование от периферии до уровня ранее наложенного жгута необходимо для создания гипоперфузии в поверхностных ишемизированных тканях. Для этой же цели вместо бинта применяют пневмошины.

5. Постепенное, дискретное включение ишемизированной конечности в кровоток путем временного пальцевого прижатия приводящей магистральной артерии с постепенным уменьшением силы ее прижатия в течение 20-30 мин. По данным эксперимента, такое пособие способствует снижению постишемического отека на 68,4% в сравнении с контрольной группой животных ($p < 0,01$). Аналогичные данные получены при оказании помощи пораженным при завалах в шахтах и обрушении зданий.

6. Охлаждение сдавленных тканей подручными и табельными средствами с целью «консервации» ишемических токсинов и снижения их выработки.

7. Транспортная иммобилизация.

8. Транспортировка пораженного в отделение эфферентной терапии, в котором возможны экстракорпоральные способы очищения крови и лимфы (сорбция, аферез, диализ). Необходимо учесть, что на фоне КТ стимуляция гемодинамики при шоке способствует одновременно и стимуляции кровотока в ишемизированных тканях, что может усилить токсикоз, поэтому противошоковые мероприятия на догоспитальном этапе следует проводить только после выполнения мероприятий обозначенных в п. 3–7. При этом ишемизированная ткань максимально сохраняет свою архитектуру вследствие щадящего режима возобновления в ней кровотока, созданием условий гипоперфузии на время восстановления реактивности и резистентности сосудистой стенки.

9. При невозможности быстрой (в течение 30–40 минут) транспортировки пораженного в отделение эфферентной терапии стационара целесообразно уже на догоспитальном этапе провести силами и средствами РПГ или ПМГ регионарную детоксикацию крови методом гемосорбции по вено-венозному контуру, располагая колонку с адсорбентом на пути оттока крови из зоны поражения.

10. Пораженные с легкой КТ мягких тканей как не нуждающиеся в профилактике и лечении эндотоксикоза эвакуируются в хирургические, травматологические отделения для преимущественно местного лечения, включающего и хирургическое. Сюда же направляют и пораженных, которым показана ампутация по жизненным показаниям нежизнеспособной конечности или её сегмента без снятия ранее наложенного жгута.

Тактика лечение тяжелой формы компрессионной травмы

Наш опыт свидетельствует о том, что среди двух конкурирующих до настоящего времени тактик лечения тяжелых форм компрессионной травмы мягких тканей конечностей – все преимущества на стороне эфферентных методов лечения. Летальность в этой группе обусловлена недостатками курации этих больных и их крайне поздним поступлением. Хирургическая тактика как необоснованная патогенетически даже в комбинации с эфферентными методами дает явно худшие результаты, как по проценту летальности (Рогачевский Д.В. и др., 2001; Самохвалов И.М. и др., 2004), так и по количеству осложнений. Ампутация же будет полезной только в тех чрезвычайных ситуациях, если она будет проведена до начала реперфузии «под прессом» или под жгутом. Ставя перед собой задачу «спасти конечность» нанесением фасциотомических ран или лампасных разрезов у больных с тяжелой компрессионной травмой мягких тканей, хирург или травматолог создает тем самым проблему нагноений, сепсиса, раневого белкового истощения и гипокоагуляционного кровотечения при экстракорпоральной детоксикации, а также усугубления тяжелых последствий токсикоза. Эти вмешательства в виде закрытой фасциотомии допустимы и полезны при легкой компрессионной травме, последствия которой при реперфузии не угрожают токсикозом и эфферентная терапия при которой не нужна.

Включение перфторана в комплекс эфферентных методов лечения больных с тяжелой компрессионной травмой мягких тканей в периоде их реперфузии, прежде всего, не причиняет дополнительного вреда больным, являясь вполне обоснованным компонентом противоишемической терапии. Наши наблюдения позволяют сделать вывод о купирующем влиянии перфторана на течение ишемического токсикоза и ОПН у больных с тяжелой компрессионной травмой мягких тканей. Подкожное введение перфторана больным пока не разрешено, хотя по данным экспериментов – безопасно (Ардашева Е.И. и др., 2001). Поэтому, несмотря на то, что в эксперименте этот способ введения перфторана оказался достаточно эффективным, больным применен перфторан только внутривенно и в виде аппликаций. У всех пациентов констатирован положительный терапевтический эффект, выражающийся в купировании нарастания тяжести токсикоза, ОПН и местных реперфузионных осложнений. У них отмечается более раннее восстановление чувствительности и активных движений травмированных конечностей.

Предложенным нами способом (эфферентная терапия с дополнением инфузии перфторана и оксигенотерапии) пролечено 19 больных с тяжелой формой компрессионной травмой мягких тканей. Из них не погиб ни один (табл. 2).

Таблица 2

Список больных с тяжелой компрессионной травмой мягких тканей, пролеченных с применением перфторана и ГБО

Ф. имя, отчество	Возраст	Дата госпитализации	№ истории болезни
1. З. Евгений Александрович	19	21.04 – 16.05.03	17380
2. С. Максим Владимирович	33	20.03 – 23.04.03	948
3. Л. Алексей Владимирович	27	25.04 – 13.05.03	17664
4. Д. Алексей Александрович	25	15.07 – 27.07.04	22689
5. М. Андрей Владимирович	32	13.10 – 07.11.03	29764
6. С. Виталий Владимирович	24	12.02. – 13.03.01	524
7. Р. Дмитрий Сергеевич	24	25.03 – 16.04.03	15683
8. Б. Василий Геннадьевич	29	17.07 – 15.08.03	22638
9. Д. Евгений Сергеевич	21	30.09 – 29.10.04	27458
10. В. Андрей Юрьевич	29	24.06 – 24.07.02	2049

11. Г. Олег Михайлович	29	29.11 – 14.01.05	31357
12. Н. Сергей Федорович	47	25.01 – 24.02.04	11903
13. Х. Дмитрий Иванович	26	05.12.03 – 10.01.04	33045
14. Ц. Николай Анатольевич	47	20.09 – 06.10.04	26725
15. В. Максим Александрович	20	01.01 – 28.01.04	10476
16. Г. Алексей Александрович	24	20.04 – 16.05.03	17303
17. Н. Станислав Валерьевич	31	21.08 – 16.09.03	26658
18. Н. Максим Викторович	22	12.06 – 08.07.05	11452
19. Ж. Евгений Александрович	26	21.02 – 18.03.05	4622

Зависимость летальности при тяжелой компрессионной травмы мягких тканей от тактики лечения по годам приведена в таблице 3.

Таблица 3

Зависимость количества летальных исходов при тяжелой компрессионной травме от тактики лечения пораженных по годам

№ п/п	Тактика лечения	Кол-во наблюдений	Выжили	Умерли	Летальность, %	
1	Хирургическая детоксикация с лампасными разрезами, мионекрэктомия, ампутация на фоне токсикоза.	14	5	9	64,3	
2	Эфферентная терапия	1972-2002 (ГД+ГС)	203	175	28	13,8
		1996-2005 (ГД+ГС+ГБО)	92	86	6	6,5
3	Эфферентная терапия	2000-2005 (ГД+ГС+ПФ+ГБО+Перфторан)	19	19	0	0

Выводы: выполнение показанных профилактических мероприятий, направленных на предупреждение ишемических осложнений у пораженных с прогностически тяжелой компрессионной травмой мягких тканей на догоспитальном этапе и лечение их предложенным нами способом (эфферентная терапия с дополнением инфузии перфторана и оксигенотерапия) позволяют снизить летальность от компрессионной травмы до нуля.

Список литературы

1. Айбабин В. А. Значение локальной гипотермии при турникетной травме конечности: Автореф. дисс.... канд. мед. наук. – Омск, 1967. – 19 с.
2. Балаба Т.Я. Воздействие кровоостанавливающего жгута на тканевое дыхание и некоторые ферменты мышечной ткани конечности: Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. М., 1970. – С. 26.
3. Герштенкерн Р.Я. О возможности сохранения конечности при длительном раздавливании (при краш-синдроме) путём умеренной местной гипотермии и оксигенотерапии. Тезисы 2-го съезда хирургов украинской ССР. Киев, 1966. – С. 136–137.
4. Комаров Б.Д., Шиманко И.И. Позиционная компрессия тканей. М.: Медицина, 1984. – 186 с.
5. Кричевский А.Л. и др. Компрессионная травма конечности. М., 1995. С.-383.
6. Кузин М.И. Клиника, патогенез и лечение синдрома длительного раздавливания. М.: ВМОЛМИ им. И.М. Сеченова, 1969. – 139с.
7. Нечаев Э.А. и др. Синдром длительного сдавления. М.: Медицина, 1993. – 137 с.
8. Рудаев В.И., Кричевский А.Л., Галеев И.К. Острая ишемическая травма мягких тканей в условиях чрезвычайных ситуаций. Кемерово, 1999 – 360 с.

9. Шакуль В.А., Имереков Г.А., Головин В.С. и др. О роли травматической компрессии в танатогенезе тяжелых форм СДР в эксперименте. В кн. Направленное лечение тяжелой травматической ишемии конечности. Кемерово, 1978. – С. 14–20.
10. Bywaters E.G.L. 50 years on: the crush syndrome. В.М.Ж.-1990. -V. 301, №6766. P. 1412.
11. Галеев И.К. Совершенствование системы медицинского обеспечения спасения людей при взрывах и завалах в угольных шахтах Кузбасса: Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. – Кемерово, 2001. – 34 с.
12. Ардашева Е.И. Применение перфторана с целью профилактики осложнений и лечения компрессионной травмы мягких тканей (экспериментально-клинические исследования): Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – Кемерово, 2002
13. Рубанова О.И. Местное применение перфторана при острой ишемической травме конечности на примере открытой турникетной травме: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – Новосибирск, 2006.
14. Крапивин Е.А. Оптимизация заживления ран при открытой компрессионной травме паравульнарным введением оксигенированного перфторана: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – Новосибирск, 2006.
15. Способ профилактики реперфузионных осложнений после длительной компрессионной травмы конечности. Патент № 2189230 от 02.04.01 г.
16. Способ оказания неотложной медицинской помощи при длительной компрессионной травме конечности. Патент № 2142272 от 11.12.97 г.
17. Способ лечения открытой компрессионной травмы мягких тканей конечности. Патент № 2261697 от 10.10.05 г.
18. Способ профилактики местных и общих постишемических осложнений при длительной компрессионной травме конечности. Патент № 2142271 от 08.09.97 г.
19. Способ лечения открытого перелома конечности. Патент № 2281089 от 10.08.04 г.
20. Способ профилактики реперфузионных осложнений при турникетной травме. Патент № 2277412 от 10.06.06 г.
21. Способ прогнозирования тяжести синдрома длительного сдавления. Патент № 2277862 от 20.06.06 г.
22. Способ подготовки конечности к реплантации. Патент № 2290085 от 27.12.06 г.
23. Способ лечения тяжелой компрессионной травмы мягких тканей. патент № 2289395 от 20.12.06 г.