

С. А. Савчанчик¹, А. Л. Стринкевич¹, В. Г. Богдан¹, А. А. Петров²,
О. В. Кураленко², А. А. Горбылев²

СОЗДАНИЕ ОРИГИНАЛЬНОГО КРОВООСТАНАВЛИВАЮЩЕГО ТУРНИКЕТА С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ЕГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Военно-медицинский факультет
в УО «Белорусский государственный медицинский университет»¹,
ОАО «Лента» г. Могилев²

Наложение кровоостанавливающего жгута (турникета) в опасной тактической зоне (под огнем противника) при ранениях конечностей рассматривается как один из ключевых факторов сохранения жизни раненых. Сотрудниками военно-медицинского факультета в УО «Белорусский государственный медицинский университет» совместно с сотрудниками ОАО «Лента» (г. Могилев) был разработан кровоостанавливающий турникет ТКБ-1¹, применение которого обеспечивает эффективный гемостаз при ранениях конечностей (в том числе – в порядке самопомощи при ранении одной из рук). Турникет ТКБ-1 соответствует требованиям, предъявляемым к индивидуальному медицинскому оснащению военнослужащих, благодаря эффективному решению целого ряда конструктивных задач.

Ключевые слова: кровоостанавливающий турникет, гемостаз, индивидуальное медицинское оснащение военнослужащих.

S. A. Saushanchyk, A. L. Strynkevich, V. G. Bohdan, S. A. Pyatrow, O. V. Kuralenka, A. A. Harbyliou

THE CREATION OF AN ORIGINAL HEMOSTATIC TOURNIQUET WITH THE POSSIBILITY OF ITS INDUSTRIAL PRODUCTION ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

The imposition of a hemostatic tourniquet in a dangerous tactical zone (under enemy fire) with injuries to the limbs is considered as one of the key factors in preserving the lives of the wounded. The staff of the military medical faculty in the Belarusian state medical University together with the staff of JSC "Lenta" (Mogilev) developed a hemostatic tourniquet TKB-1, the use of which provides effective hemostasis in injuries of limbs (including – in the order of self-help in the injury of one of the hands). The tourniquet TKB-1 meets the requirements for individual medical equipment of military personnel, due to the effective solution of a number of constructive tasks.

Key words: hemostatic tourniquet, hemostasis, individual medical equipment of military personnel.

Использование жгута (турникета) для остановки артериального кровотечения у раненых имеет давнюю историю. В разные времена отношение к использованию жгута было отличным: от абсолютного показания к применению до строжайшего запрета [6]. Однако, первыми, кто включил кровоостанавливающий турникет в индивидуальное медицинское оснащение военнослужащего с обязательным обучением порядку его применения, были вооруженные силы США.

С 2001 года появились первые сообщения об эффективном использовании кровоостанавливающих турникетов на догоспитальном этапе. Дальнейшие исследования показали, что с 2003 г. по 2006 г. наряду с увеличением частоты (с 21% до 44%) и тяжести

(возросла в 2 раза) тяжелых повреждений конечностей у военнослужащих США, выживаемость раненых осталась на достаточно высоком уровне. Это связывают с широким использованием военнослужащими кровоостанавливающих турникетов [8].

В состав индивидуального медицинского оснащения военнослужащих Вооруженных Силах Республики Беларусь с 2015 года входит жгут кровоостанавливающий резиновый, прообразом которого является жгут, предложенный немецким хирургом Ф. Эсмархом во время франко-прусской войны (1870–1871). Жгут кровоостанавливающий резиновый при правильном использовании позволяет быстро и надежно остановить кровотечение, имеет низкую стоимость. Данный жгут может применяться многократно, так

¹ патент РБ на полезную модель № 11371 от 29.11.2016 г., патент РФ на полезную модель № 177273 от 14.02.2018 г., регистрационный номер медицинского изделия Мн.-7.116699/7.005-1706 от 07.09.2017 г.

как производится из эластичной резины высокого качества, стойкой к многократной химической специальной обработке, в его составе отсутствуют токсичные и вызывающие аллергические реакции компоненты. Однако резиновый жгут имеет и ряд недостатков, резко ограничивающих его применение на поле боя. К таким недостаткам относятся необходимость создания значительного давления для остановки кровотечения без возможности дозирования (при наложении жгута в условиях боя давление на ткани составляет 600–1000 мм рт. ст., что достоверно приводит к повреждению сосудисто-нервного пучка [2, 5]), проскальзывание в руках при попадании на жгут влаги (крови), разрывы ленты жгута при растяжении, сложность в фиксации на штатные крепежные элементы, непригодность к использованию при температуре окружающей среды ниже 5 °С [1]. При замене жгута, входящего в состав индивидуального медицинского оснащения военнослужащих, на кровоостанавливающий турникет, данные недостатки могут быть нивелированы.

Опыт использования кровоостанавливающих турникетов в качестве индивидуального медицинского оснащения военнослужащих в ходе военных конфликтов позволил сформулировать основные требования, предъявляемые к данным изделиям [14].

Так, турникет должен в обязательном порядке:

обеспечивать полное перекрытие артериального кровотока в бедре (окружность бедра = 26,7 дюймов (68 см));

легко накладываться на верхнюю и нижнюю конечности меньше чем за 1 минуту (в опасной зоне) после минимального ознакомления с инструкцией по его применению;

не должен смещаться (к ране) во время сжатия или после применения;

позволяет в зоне укрытия в кратчайшее время ослабить натяжение ленты для оценки правильности его применения;

применяться многократно;

весить менее 230 граммов;

быть автономным, не требуя подключения внешних устройств или источников энергии (батарея и т.п.); иметь срок хранения не менее 10 лет.

Турникет должен желательным (но не обязательно):

иметь ширину ленты не менее чем 2 дюйма (5 см);

обеспечивать возможность использования одной рукой при травмировании другой верхней конечности;

обеспечивать возможность применения при длительном сдавлении конечности;

иметь защиту от чрезмерного затягивания [14].

Thomas J. и соавт. (2005 г.) считают, что основными критериями при выборе турникета являются эффективность, а также полный размер, вес и стоимость [14]. При этом эффективность турникета определяется простотой его использования после непродолжительного обучения при условии гарантии дли-

тельного перекрытия артериального кровотока без чрезмерного давления на подлежащие ткани [13].

Предупредить избыточность давления на ткани при наложении турникета можно, обеспечив возможность плавной регулировки интенсивности затягивания утягивающей ленты. Это помогает раненому по интенсивности (прекращению) кровотечения создать необходимое давление для перекрытия кровотока и одновременно избежать повреждения сосудисто-нервного пучка [3]. Известно, что давление турникета на подлежащие ткани обратно пропорционально ширине утягивающей ленты [8,12]. Однако бесконтрольно увеличивать ширину ленты невозможно, так как, во-первых, это будет требовать повышения усилий для скручивания ленты. А во-вторых, это будет приводить к прогибам ленты (заломам, скручиванию), что в свою очередь перераспределяет давление с краев ленты на ее центр и тем самым уменьшает ее функциональную ширину [9]. На сегодняшний день экспериментальным путем установлено, что для кровоостанавливающего турникета оптимальным является использование ленты шириной ~1,5 дюйма (~4 см) и длиной 37,5 дюймов (~95 см) [10].

Эффективность турникета может снижаться из-за его механической поломки [7]. Так, использование турникетов CAT в Афганистане в течение 6 месяцев в условиях перепада температур и воздействия ультрафиолета привело к падению их эффективности на 63% и к их поломке в 8% случаев. Поэтому элементы конструкции турникета должны обладать запасом прочности для исключения разрыва (разгибания, деформации) деталей изделия при чрезмерной нагрузке, даже после воздействия на него неблагоприятных факторов окружающей среды [4].

Немаловажным фактором является фактор ущемления тканей элементами жгута (турникета), что вызывает дополнительные болевые ощущения, а иногда провоцируют развитие зон некроза [1]. Кроме того, Ryan W. Polston и соавт. (2013 г.) указывают, что вследствие сильных болевых ощущений раненые, щадя поврежденную конечность, не обеспечивают максимально тугую первоначальную затяжку ленты турникета, что в свою очередь удлиняет время наложения турникета и увеличивает объем кровопотери, а часто и вовсе приводит к неэффективности турникета [11]. Поэтому конструкция кровоостанавливающего турникета должна исключать возможность ущемления кожи для минимизации дополнительных болевых ощущений, а также обеспечить тугую первоначальную затяжку ленты турникета при минимальных манипуляциях с поврежденной конечностью.

Цель исследования – создать модель кровоостанавливающего турникета, соответствующую современным требованиям к индивидуальному медицинскому оснащению военнослужащих, с возможностью его производства на отечественных предприятиях.

Материалы и методы

Работа по созданию турникета была направлена на разработку отдельных конструктивных элементов, объединенных общим замыслом (рисунок 1):

- подбор утягивающей ленты;
- создание устройства для первичного затягивания и фиксации утягивающей ленты;
- создание воротка;
- создание подложки;
- создание устройства для фиксации воротка и фиксации времени наложения турникета.

Исследование проводилось на базе конструкторского бюро и химической лаборатории ОАО «Лента» г. Могилев. Для подбора утягивающей ленты турникета были выбраны 5 образцов ременной ленты и 1 образец подкладочной ленты. Ширина каждого образца 40 ± 1 мм. Для исследования были взяты по 10 отрезков каждого образца, длина каждого отрезка 700 ± 1 мм.

Образцы оценивались по следующим критериям: жесткость, вес ленты, гигроскопичность, набухание при намокании, усадка при высушивании и замораживании.

Для определения жесткости на ленту после закрепления подвешивался груз массой 32 кг. На ленте в нижней части делалась контрольная метка, после чего лента скручивалась воротком на 3 полуоборота (180°). При помощи штангенциркуля измерялась толщина полученного узла в наиболее широкой его части. Рядом с лентой располагалась сантиметровая линейка таким образом, чтобы нулевая отметка была рядом с контрольной меткой. Сверху еще один полуоборот воротком, замерялось укорочение ленты.

Образцы взвешивались с точностью до 1 г. после чего погружались в водопроводную воду (температура $+24 \pm 2$ °C), после извлечения вода свободно стекала в течение 10 с, производилось взвешивание образцов, для определения поглотительной способности ленты и ее утяжеления при попадании



а



б

Рис. 1. Турникет ТКБ-1 в развернутом (а) и сложенном (б) виде

в воду. Производилось вычисление поглощенной воды 1 см ленты. После высыхания образцов измерялась длина и ширина каждой ленты для определения усадки.

Эти же образцы вновь погружались в водопроводную воду, после помещались в морозильную камеру на 60 мин. После извлечения ленты просушивались, измерялась длина и ширина каждого образца.

Затем образцы помещались в воду температурой $+33 \pm 2$ °C на 10 мин., измерялась длина и ширина каждого образца, для определения степени набухания ленты под воздействием теплой воды.

По совокупности результатов выбирался образец, наиболее подходящий для утягивающей ленты турникета.

На последнем этапе оценивалась прочность выбранной ленты. Учитывая, что в процессе использования на ленту турникета могут оказывать воздействие различные химические вещества. Проводилась оценка влияния на прочность ленты поверхностно-активных веществ (ПАВ), септоцида Р, хлогексидина биглюконата (ХГБ), бензина АИ-92, дизельного топлива.

Для этого на 15 мин в раствор каждого вещества помещались по 10 кусков выбранной ленты. После извлечения все ленты просушивались и были разорваны при помощи аппарата «Тестер прочности 7010 А2» (единица измерения – ньютон, погреш-

ность измерений $\pm 1\%$). В качестве контроля использовались 10 кусков ленты, не подвергавшейся воздействию химических веществ.

Разработка других узлов турникета потребовала создания прототипов турникета, в ходе работы с которыми выявлялись наиболее подходящие элементы, размеры и свойства.

Статистическая обработка данных осуществлена с применением прикладного программного пакета «STATISTICA 10,0». Проверка статистических гипотез о виде распределения количественных признаков осуществлялась на основании критерия Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk's W test). По данным проведенных исследований рассчитаны медиана (Me) и интерквартильный размах (25-й; 75-й процентиля). Результаты представлены в формате Me (25-й; 75-й процентиля). Для сравнения динамики изменения показателя в исследуемых группах использовали критерий Уилкоксона для парных сравнений (Wilcoxon matched pairs test). Для определения различий в независимых группах использовался критерий Манна-Уитни. Различия считали достоверными при $P < 0,05$

Результаты и обсуждение

Сведения о параметрах образцов, отобранных для **подбора утягивающей ленты**, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сведения о свойствах исследуемых образцов ленты

	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5	Образец 6
Изначальная длина ленты, мм	700 (699;701)	700 (700;701)	700 (699;700)	700 (700;700)	700 (700;700)	700 (700;701)
Изначальная ширина ленты, мм	40 (40;40)	40 (40;40)	40 (39;40)	40 (40;40)	40 (40;40)	40 (40;40)
Толщина узла при скручивании ленты, мм	15 (14;16)	11,5 (11;12)	25 (24;26)	22 (21;22)	21(20;22)	26 (25;27)
Сокращение длины ленты при совершении дополнительного полуоборота воротком, мм	34 (33;35)	23 (22;24)	67,5 (65;70)	35 (34;36)	46 (44;47)	75 (74;78)
Вес сухой ленты, г	18 (18;18)	8 (8;8)	31 (31;32)	21 (21;21)	24 (24;24)	36 (36;36)
Вес ленты после намокания, г	28 (28;28)	13 (13;13)	52 (52;52)	37 (37;37)	44 (44;44)	46 (46;46)
Длина ленты после высыхания, мм	698,5 (698;699)	700 (700;701)	699 (698;700)	700 (700;700)	680 (680;681)	695 (695;696)
Ширина ленты после высыхания, мм	40 (40;40)	40 (40;40)	39 (39;39)	40 (40;40)	40 (40;40)	40 (40;40)
Длина ленты после замораживания, оттаивания и высушивания, мм	698 (698;699)	680 (680;682)	699 (698;700)	700 (700;700)	670 (670;672)	675 (675;676)
Ширина ленты после замораживания, оттаивания и высушивания, мм	40 (40;40)	39 (39;39)	39 (39;40)	40 (40;40)	39 (39;39)	40 (40;40)
Длина ленты после погружения на 10 мин в воду с температурой $+33$ °C, мм	700 (699;700)	700 (697;700)	670 (670;671)	700 (700;700)	695 (695;696)	675 (675;676)
Ширина ленты после погружения на 10 мин в воду с температурой $+33$ °C, мм	40 (40;40)	39,5 (39;40)	39 (39;39)	40 (40;40)	39 (39;39)	40 (40;40)

Из представленных данных видно, что при скручивании образца 2 получается наименьший по толщине узел наименьший по толщине узел (11,5 (11;12) мм), что обеспечивает возможность наиболее плавной регулировки давления при затягивании турникета. Однако формирующийся узел замывается, а сама лента значительно меняет свою ширину (до 1,25%) и длину (до 2,86%) при воздействии влаги. Образец 5 также был исключен из дальнейшего исследования из-за значительно сокращения размеров после воздействия (сокращение ширины до 2,5%, длины – до 4,29%). Образцы 3 и 6 не могут быть использованы в турникете, так как при скручивании образуют грубые узлы толщиной 25 и 26 мм соответственно, что исключает возможность плавной регулировки давления при скручивании ленты воротком. Образец 4 был исключен из исследования, так как при погружении в воду становилась почти в 2 раза тяжелее, поглощая воду в количестве 0,23 г/см.

Таким образом, для дальнейших исследований был использован образец 1 (артикул 9С762 рис. 1993), обеспечивающий возможность плавного увеличения давления на подлежащие ткани при стягивании ленты без залома узла, обладающий минимальным поглощением воды при намокании (55% к исходному весу), сохраняющим неизменность ширины при намокании и высушивании с минимальным изменением длины (до 0,29%).

При погружении данного образца в агрессивные жидкости, воздействие которых возможно в процессе эксплуатации турникета в воинской части, прочность ленты на разрыв изменилась от +0,8% (бензин АИ-92) до -15,5% (септоцид Р) (таблица 2).

Таблица 2. Показатели усилия, необходимого для разрыва ленты 9С762 рис. 1993 после ее обработки агрессивными жидкостями

ПАВ	3% ХА	Септоцид Р	0,5% ХГБ	Дизельное топливо	Бензин АИ-92	Контроль
9791,5 (9757;9798) U = 49 p = 0,969850	8828,5 (8799;8843) U = 0,00 p = 0,000183	8266 (8235;8349) U = 0,00 p = 0,000183	9591,5 (9577;9604) U = 0,00 p = 0,000183	8500 (8489;8526) U = 0,00 p = 0,000183	9856 (9830;9869) U = 10 p = 0,002827	9776 (9744;9802)

Однако прочность ленты после воздействия данных жидкостей обеспечивает возможность создания давления, многократно превышающего пороговые значения, необходимые для перекрытия кровотока в артериях верхних и нижних конечностей (для плечевой артерии давление должно превышать систолическое на 50–75 мм рт. ст., для бедренной – на 100–150 мм рт. ст.) [1] (таблица 3).

Таблица 3. Расчетное давление, оказываемое на подлежащие ткани в момент разрыва ленты 9С762 рис. 1993 после ее обработки агрессивными жидкостями

Единица измерения	ПАВ	3% ХА	септоцид Р	0,5% ХГБ	Дизельное топливо	бензин АИ-92	контроль
Паскаль	2175778	1965288	1854178	2134844	1906429	2193977	2176644
мм рт. ст.	16320	14740	13907	16013	14299	16456	16326

В ходе опытной эксплуатации турникетов ни одного случая разрыва или повреждения утягивающей ленты не было.

При создании устройства для первичного затягивания и фиксации утягивающей ленты предпочтение отдавалось металлической фурнитуре, не меняющей своих свойств при воздействии факторов окружающей среды и обеспечивающей возможность длительного хранения. Самозажимная пряжка, применяемая в турникете SOFTT-W, в нашем исследовании не получила дальнейшего развития, так как ее конструкция не обеспечивала плотной первичной затяжки утягивающей ленты. Так же отказались от применения одно- и двухщелевых пряжек, применение которых предполагает использование самоклеющейся липучки велькро, имеющей ряд эксплуатационных недостатков и не производящейся в Республике Беларусь.

Для дальнейшей оптимизации была использована самозажимная пряжка турникета НИИС РККА, обеспечивающая бесшумную плотную первичную затяжку ленты без необходимости удерживания самого устройства. Для использования пряжки с данным принципом в ее конструкцию был внесен ряд изменений:

пряжку расширили для работы с лентой шириной 40 мм;

уменьшили угол между подвижными элементами пряжки для повышения ее прочности и обеспечения возможности создания большего усилия при затягивании ленты;

устранили язычок, являвшийся основной причиной самораспускания турникета НИИС РККА;

создали специальный крючок по принципу карабина (далее крючок), который позволял смыкать-размыкать пряжку при необходимости наложения турникета на нижние конечности.

В ходе опытной эксплуатации турникетов ни одного случая деформации или поломки устройства для первичного затягивания и фиксации утягивающей ленты не было.

При **создании воротка** использовали дюралюминий, так как использование пластика резко снижает прочность воротка при условии длительного хранения и инсоляции. В то же время применение дюралюминия позволяло избежать деформации воротка при опытной эксплуатации турникета (в том числе при его использовании для извлечения условно раненых из бронетехники и их эвакуации из моделированной опасной зоны).

Размеры воротка подбирали опытным путем для обеспечения оптимального соотношения его веса, прочности и функциональности при закручивании утягивающей ленты. Для предупреждения выскальзывания из рук при намочении (попадании крови) на вороток по его краям нанесли мелкие насечки, а для устранения демаскирующего блеска вороток покрыли черной краской.

В ходе опытной эксплуатации турникетов ни одного случая деформации или поломки воротка не было.

Создание подложки потребовало разработки ленты с латексными нитями для предупреждения проскальзывания турникета при затягивании. На данную ленту для придания ей жесткости нашивали разделенную на три части более плотную ремennую ленту, что позволило складывать турникет компактно при одновременном сохранении прочности конструкции.

В ходе опытной эксплуатации турникетов при многократных тренировочных наложениях (от 1500 до 3000 тренировочных наложений) потребовалось точно усилить прошивание в месте соединения нижнего и верхнего элементов подложки.

Необходимость исключения ущемления кожи при вращении воротка привело к введению в конструкцию турникета нового конструктивного элемента – **ограничительного кольца**. Кроме основного предназначения данное кольцо обеспечило возможность плавной регулировки давления турникета на конечность, а также ограничивало движение утягивающей ленты, препятствуя созданию избыточного давления на ткани.

В ходе опытной эксплуатации турникетов ни одного случая деформации или поломки ограничительного кольца не было.

Создание устройства для фиксации воротка было необходимо для предупреждения его самопроизвольного раскручивания. Так как турникет должен обеспечивать возможность его наложения одной рукой, наиболее эргономичным решением была признана металлическая скоба, размещенная рядом с крючком пряжки. При таком расположении скоба располагается в пределах видимости раненого, что облегчает фиксацию воротка. Кроме того, изготовление скобы из стали обеспечивает возможность ее использования как упора для облегчения докручивания воротка. Закрытие разреза скобы липучкой обеспечило возможность использования данной ленты для фиксации времени наложения турникета.

В ходе опытной эксплуатации турникетов ни одного случая деформации или поломки скобы, а также разрыва липучки для фиксации времени наложения турникета не было.

Выводы

1. Утягивающая лента турникета ТКБ-1 имеет высокие показатели прочности и устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды (высокие и низкие температуры, загрязнение, намочение, воздействие агрессивных жидкостей). Ширина ленты не изменяется при воздействии неблагоприятных факторов, что обеспечивает минимальное повреждение тканей при наложении турникета. При скручивании воротком лента не заламывается и обеспечивает возможность плавного увеличения давления на подлежащие ткани при стягивании ленты.

2. Устройство для первичного затягивания и фиксации утягивающей ленты (пряжка) турникета ТКБ-1 обеспечивает:

- свободное перемещение по утягивающей ленте;
- плотное первичное затягивание утягивающей ленты до максимума одним резким движением;
- предотвращение самопроизвольного распускания утягивающей ленты;

- возможность смыкания-размыкания для наложения турникета на нижние конечности без визуального контроля;

- устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды (высокие и низкие температуры, инсоляция, загрязнение, намочение), в том числе при длительном хранении.

3. Вороток турникета ТКБ-1 выдерживает любую механическую нагрузку при использовании турникета по назначению, в том числе в качестве многофункционального средства. Вороток устойчив к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, в том числе при длительном хранении.

4. Подложка турникета ТКБ-1 препятствует его скольжению при первичном затягивании утягивающей ленты и обеспечивает возможность компактного складывания турникета.

5. Ограничительное кольцо турникета ТКБ-1 препятствует ущемлению кожи при затягивании утягивающей ленты воротком, обеспечивает возможность плавной регулировки давления ленты турникета на конечность, а также препятствует созданию избыточного давления на ткани путем ограничения движения утягивающей ленты.

6. Устройство для фиксации воротка надежно предупреждает его самопроизвольное раскручивание, обеспечивает возможность фиксации воротка одной рукой (в том числе при наложении турникета на верхнюю конечность), выдерживает механиче-



скую нагрузку при надавливании и сохранять свою прочность действию неблагоприятных факторов окружающей среды. Фиксация на скобе липучки позволяет использовать данную ленту для записи времени наложения турникета.

Литература

1. Бубнов, В. Г. Научные и практические основы повышения эффективности системы оказания первой помощи очевидцами на месте происшествия / В. Г. Бубнов – Москва: ООО «ГАЛО БУБНОВ», 2012. – 62 с.
2. Рева, А. В. Обоснование системы временной остановки наружного кровотечения при ранениях магистральных сосудов конечностей на догоспитальном этапе: автореф. дис. ... канд. мед. наук. 14.01.17 / А. В. Рева; – СПб, 2011. – 28 с.
3. Руднев, С. А. Разработка медико-технических требований к артериальному кровоостанавливающему жгуту «золотого часа» / С. А. Руднев, А. С. Лифшиц // по материалам доклада 3-го Азиатско-тихоокеанского конгресса по военной медицине – СПб, 2016. – 28 с.
4. Childers, R. Tourniquets exposed to the Afghanistan combat environment have decreased efficacy and increased breakage compared to unexposed tourniquets / R. Childers [et al.] // *Military Medicine* – 2011. – V. 176. – S. 1400–1403.
5. Colin, G. Murphy Tourniquet injuries: pathogenesis and modalities for attenuation / Colin G. Murphy, Desmond C. Winter, David J. Bouchier-Hayes // *Acta Orthopædica Belgica*. – 2005. – Vol. 71. – № 6. – S. 635–645.
6. John, F. Historical review of emergency tourniquet use to stop bleeding / F. John [et al.] // *The American Journal of Surgery* – 2011. – Vol. 203, № 2. – P. 242–252.
7. Kragh, J. F. Jr. Practical Use of Emergency Tourniquets to Stop Bleeding in Major Limb Trauma / J. F. Jr Kragh [at. all.] // *The Journal of Trauma* – 2008. – № 2. – S. 38–50.
8. Kragh, J. F. Jr. Use of tourniquets and their effects on limb function in the modern combat environment / J. F. Jr Kragh // *Foot Ankle Clin.* – 2010. – Vol. 15 (1). – P. 23–40.
9. Lee, C. Tourniquet use in the civilian prehospital setting / C. Lee, K. M Porter, T. G. Hodgetts // *Emergency Medicin Journal*. – 2007. – № 24. – P. 584–587.
10. *Memorandum* for tourniquet working group members / Department Of Defense; reviewed: Ms. C. Wasner [at. all]. – Fort Detrick, Maryland, 2010. – S. 10.
11. Polston R. W. No Slackers in tourniquet use to Stop Bleeding / R. W. Polston [at. all.] // *Journal of Special Operations Medicine*. – 2013. – V. 13, Edition 2. – P. 12–19.
12. Shahryar, N. Surgical Tourniquets in Orthopaedics / N. Shahryar [et al.] // *The Journal of Bone and Joint Surgery*. – 2009. – Vol. 91-A (12). – S. 2958–2967.
13. Snyder, D. Efficacy of prehospital application of tourniquets and hemostatic dressings to control traumatic external hemorrhage / D. Snyder, A. Tsou, K. Schoelles // Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration – 2014. – P. 145.
14. Walters, T. J. Laboratory Evaluation of Battlefield Tourniquets in Human Volunteers / T. J. Walters [et al.] // United States army institute of surgical research fort Sam Houston Texas. – USAISR technical report, 2005. – P. 31.