

9. Божедомов В. А. Мужское иммунологическое бесплодие (этиология, патогенез, диагностика, лечение) : автореф. дис. д-ра мед. наук: 14.00.36. М.: РМАПО, 2001. 46 с.
10. Guidelines on Male Infertility/ A.Jungwirth, et. all.. European Association of Urology, 2015. 42 p. – URL: http://uroweb.org/wp-content/uploads/17-Male-Infertility_LR1.pdf.
11. Tanaka M., Kishi Y., Takanezawa Y., Kakehi Y., Aoki J., Arai H. Prostatic acid phosphatase degrades lysophosphatidic acid in seminal plasma. *FEBS Lett.* 2014. P. 197-204.
12. Ворник Б. М. Психологические аспекты бесплодного брака. *Здоровье мужчины.* 2012. № 4. С. 146-149.

УДК 616-005.1-7:615.466

DOI <https://doi.org/10.26661/2410-0943-2018-1-10>

ВИВЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗУПИНКИ КРОВОТЕЧІ ЗА ДОПОМОГОЮ «СІЧ-ТУРНИКЕТА»

Степанова Н. В., Скоба В. С., Мікаелян Г. Р., Прокопченко О. Є., Потоцька О. І.

*Запорізький державний медичний університет
69035, Україна, Запоріжжя, вул. Маяковського, 26*

nadin2501s@gmail.com
vladyslav.skoba@gmail.com

Статтю присвячено вивченню ефективності зупинки кровотечі за допомогою «СІЧ-Турнікета», який у 90 % випадків надає можливість уникнути тяжких наслідків крововтрати при ураженні кінцівок. Постає питання: «Чи дійсно є доцільним накладання турнікета на 2 години, з 2-3 обертами закрутки турнікета (згідно протоколу), та які зміни будуть виникати в кінцівці нижче турнікета та в організмі в цілому?» Тестування проводились на добровольці при різній кількості обертів закрутки турнікета на певні проміжки часу з контролем суб'єктивних та об'єктивних даних фізіологічними методами обстеження. Отримані результати свідчать про доцільність використання «СІЧ-Турнікета» для зупинки кровотечі, але ж при 3 обертах закрутки турнікета спостерігаються зачі негативні наслідки для травмованої кінцівки і організму загалом. Достатньо проводити 1,5-2 оберти закрутки турнікета для повного припинення кровотечі, але визначення максимально можливого часу фіксації турнікета вимагає поглибленого дослідження і уточнення, що й буде метою подальшої наукової роботи.

Ключові слова: ефективність зупинки кровотечі, «СІЧ-Турнікет», наслідки використання згідно протоколу, фізіологічні показники.

Stepanova N. V., Skoba V. S., Mikaelyan G. R., Prokopchenko E. E., Pototsckaya H. I. STUDY OF THE EFFICIENCY OF THE BLEACHING STOCK WITH «SICH-TOURNICKET» ASSISTANCE / Zaporozhzhya state medical university; 69035, Ukraine, Zaporizhzhya, Mayakovskogo avenue, 26

The subject of this study is an effectiveness of stopping bleeding by «SICH-Tourniquet» use. In the conditions of ATO in Ukraine numerous mortalities of the Armed Forces of Ukraine were attributed to the delayed first aid and it became necessary to study the effectiveness of hemostatic tourniquet use. According to official data on October 28, 2017, the number of casualties for the Armed Forces of Ukraine in the Donbass region was reported at 10,710 people. Experts have proven that out of all mortalities on the battlefield about 90 % of them could be eliminated by simply using a tourniquet to stop bleeding of limbs, restoring airway patency, and a rapid treatment of an intense pneumothorax. About 15-27 % of prehospital casualties could be saved if properly treated, namely, by stopping bleeding. Is it really advisable to apply a tourniquet for a duration of 2 hours with 2-3 revolutions of its handle and what changes will occur in the whole body?

The study of an effectiveness of stopping bleeding by «SICH-Tourniquet» use with different number of revolutions of its handle was conducted by controlling some subjective and objective data and other additional methods of observation.

The obtained results indicate that a quick application (or use) of «SICH-Tourniquet» stops bleeding. After analyzing the experiment with 1,5 and 2 revolutions of the tourniquet handle we received almost identical data in those series, but there were some differences as well. The differences can be noticed in the heart

rate increase at 1,5 revolutions compared with 2 revolutions. The heart rate at 1,5 was measured at 18 beats per minute, while at 2 revolutions the heart rate increased to 22 beats per minute, and at 3 revolutions up to 41 beats per minute, indicating a decreased pressure on the hemodynamic system at 1,5-2 revolutions compared with 3 revolutions. When studying the diameter of arteries the same indicators were observed: all arteries below the tourniquet experienced a lack of blood flow, and above it – a.subclavia = 0,9 at 1,5-2 revolutions, which is smaller than at 3 revolutions (the diameter was 1,1) indicating less change in central hemodynamics. At the same time BM at 1,5 revolutions increased to 19, at 2 revolutions to 20, and at 3 revolutions the pain increased significantly to 24. There was also some indication of a decreased pressure on the respiratory system at 1,5-2 revolutions of the tourniquet handle compared with 3 revolutions. During the experiment subjective sensations were constantly changing: the pain was increasing at 3 revolutions to 10 points; and at 1,5-2 only to 7-8 points which was much easier tolerated by the subject. A rather intense feeling (according to the protocol we used no anesthetics) caused the study to stop on the 30th minute due to a feeling of numbness and a decreased sensitivity close to a complete anesthesia was observed at 3 revolutions; and at 1,5-2 revolutions - the severity of those feelings were significantly lower.

After conducting this research by the team of authors the following conclusions were made: 3 revolutions of the tourniquet handle could have negative effects on the injured limb and the whole body. It is sufficient to make 1,5-2 revolutions to stop bleeding efficiently. In order to determine the most optimal time for tourniquet application and use further study and verification will be required. It will be very important to develop a standard scale for tourniquet use and the effectiveness of the number of its handle revolutions for objective evaluation.

Key words; an effectiveness of stopping bleeding, «SICH-Tourniquet», revolutions of the tourniquet.

ВСТУП

В умовах АТО в Україні смертність бійців залежить від своєчасної і якісної першої допомоги, що й зумовило необхідність у вивченні ефективності застосування кровоспинних турнікетів. За офіційними даними на 28 жовтня 2017 року бойові втрати ЗСУ на Донбасі становлять 10710 людей. Фахівцями доведено, що з усіх потенційно можливих причин смерті на полі бою, близько 90 % можна уникнути простим застосуванням джгута при кровотечі з кінцівок, відновлення прохідності дихальних шляхів та швидкого лікування напруженого пневмотораксу. Близько 15-27 % поранених, які гинуть, не потрапивши до лікувального закладу, можна врятувати, якщо вжити необхідних заходів, а саме зупинити кровотечу. Дослідження причин загибелі американських вояків у воєнних конфліктах після Другої світової війни засвідчили, що майже 90 % загинули через те, що їм несвоєчасно надали першу допомогу. Через кровотечі кінцівок живими до госпіталів не довели 60 % поранених. Щоб змінити ситуацію, армія почала шукати безпечний та ефективний засіб, який міг би зручно застосовуватися будь-яким бійцем, пораненим на полі бою [3].

Зараз золотим світовим стандартом у боротьбі з кровотечею кінцівок є САТ-турнікет (COMBAT APPLICATION TOURNIQUET), а в Україні одним з аналогів – «СІЧ-ТУРНИКЕТ», ефективність застосування якого, і є предметом дослідження. У протоколах надання першої медичної допомоги на полі бою [5] вказано, що при зупинці кровотечі «рятувальник» мусить накласти турнікет якомога проксимальніше від місця кровотечі, до її зупинки, закрутити закрутку на 2-3 оберти до відсутності дистального пульсу [2]. Також із різних джерел відомо, що в літній або зимовий час накладати турнікет дозволяється на 2 години [1, 2, 5].

Зназначене викликало інтерес: чи дійсно є доцільним накладання турнікета на 2 години, з 2-3 обертами закрутки [2] турнікета, та які зміни будуть виникати в мікроциркуляторному руслі та в організмі взагалі під час його використання в умовах тестування, що дозволить надалі визначити критично допустимий проміжок часу фіксації турнікета залежно від зміни обертального моменту сили закрутки.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проводилися на базі кафедри нормальної фізіології Запорізького державного медичного університету в межах науково-дослідницької роботи студентів під керівництвом доцента кафедри Н.В. Степанової.

В обстеженні брав участь студент-доброволець, який дав письмову згоду. Дослідження проведено за однакових умов (положення тіла, лежачи на кушетці.) Однаковий температурний режим (t повітря приміщення ≈ 25 градусів). Турнікет накладався тільки на праву верхню кінцівку, якомога проксимальніше. Зі слів досліджуваної особи – проблеми зі здоров'ям – відсутні. На момент обстеження скарг не надає. Перед початком тестування обстежуваному були проведені антропометричні виміри, до яких входили: зріст, вага, об'єм кінцівки в місці накладення турнікета в стані спокою, які не змінювалися під час експерименту й були сталими.

На момент обстеження проводилося вимірювання АТ, ЧСС, ЧД, капілярного тесту, t кінцівки в ділянці анатомічної табакерки, тактильної чутливості, перед початком експерименту та з проміжками часу – кожні 5 хвилин після накладання турнікета. Також враховувалися суб'єктивні відчуття в обстежуваного, а саме інтенсивність болю від 0-10 балів з варіантами оцінки болю: 0 – немає болю; 2 – слабкий біль; 4 – помірний біль; 6 – сильний біль; 8 – дуже сильний біль; 10 – нестерпний біль. за вербальною описальною шкалою оцінки болю – *Verbal Descriptor Scale* [4]; та відчуття оніміння в кінцівці під час проведення тестування. Для дослідження капілярного тесту ми натискали на нігтьову пластину фаланги пальця, після цього візуалізується біла пляма, яка згодом заповнювалася кров'ю. Норма – до 2 секунд. Також під час дослідження було виявлено стійке оніміння, яке описувалося спеціальними термінами. Підтвердженням правильності накладання турнікета й зупинки кровотечі була відсутність пульсації на *a. radialis*, *a. ulnaris*, *a. humerus*, що підтверджувалося пальпаторно, а також і дуплексним скануванням апаратом УЗД (Aloka ASU-32 WL Echo Camera SSD-630) з урахуванням показника діаметра артерій нижче турнікета та відсутністю показників швидкості кровотоку. Також вимірювали діаметр на *a. subclavia* вище турнікета. Були використані тестувальні моделі: накладання турнікета на 3 оберти закрутки, на 2 та 1,5 оберта з подальшою рестрацією фізіологічних показників.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Кожне обстеження проводилося за однаковим сценарієм, до граничної зони комфорту в досліджуваного. Спершу проведено тестування на 3-х обертах закрутки згідно з протоколом [2, 5], що дозволило отримати результати, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Динаміка основних фізіологічних показників до та після накладання турнікета при 3-х повних обертах закрутки

Показники	До накладання турнікета	На 5 хв експерименту	На 10 хв експерименту	На 15 хв експерименту
АТ, мм рт.ст	120/80	120/80	130/90	130/90
ЧСС, уд/хв	84	108	120	125
ЧД, за хв	12	13	16	24
Капілярний тест, с	1	3,8	7	10
Температура оболонки кінцівки, °С	36,6	33,6	32,9	32,5
Суб'єктивні відчуття	-	Сильне оніміння по всій кінцівці	Біль, оніміння тяжко рухати пальцями	Оніміння всієї кінцівки
Шкала болю (від 1-10)	0	6	8	Близько до 10
Тактильні відчуття (тест голкою)	Повні	Гіперстезія вище ліктьового суглобу. Анестезія до верхньої третини передпліччя	Анестезія кисті й передпліччя	Анестезія до місця накладання турнікета

Відчуття болю за шкалою було максимальним, що зумовило зупинку тестування на 15-й хвилині.

Аналіз отриманих результатів виявив такі зміни: підвищення артеріального тиску на 10 мм. рт. ст; ЧСС зросла на 41 уд/хв (тобто підвищення в 1,5 разу); частота дихання зросла у 2 рази з 12 до 24; капілярний тест з 1 с в спокої через 15 хв після накладання турнікета став 10с (підвищення в 10 разів); температура кінцівки впала на 4,1°C.

За 15 хвилин спостереження змінювались і суб'єктивні відчуття: постійно наростав біль до максимальної градації за шкалою болю, було виражене оніміння вже з 5-ї хвилини, відбувалося зниження чутливості аж до повної анестезії від фаланг пальців до верхньої частини передпліччя (табл. 1).

Усі артерії нижче турнікета мали мінімальний діаметр без наявності ознак току крові, а в *a.subclavia* діаметр збільшився майже вдвічі (табл. 2), що свідчить про порушення центральної гемодинаміки.

Таблиця 2 – Динаміка діаметра артерій (мм) нижче та вище турнікета при 3-х повних обертах закрутки турнікета

Назва артерії	0 хв	5 хв	10 хв	15 хв
<i>a. radialis</i>	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>a. ulnaris</i>	0,3	0,1	0,1	0,1
<i>a. brachialis</i>	0,4	0,1	0,1	0,1
<i>a. subclavia</i>	0,6	0,7	0,9	1,1

Маючи в наявності такі значні зміни у фізіологічних показниках, що можуть призвести до негативних наслідків в тканинах нижче турнікета та під ним, ми вирішили зменшити силу тиску за рахунок зменшення обертального моменту сили, тобто при 2-х та 1,5 обертах закрутки з проведенням контролю тих самих фізіологічних показників у динаміці у того ж досліджуваного на другий день, що дозволяло забезпечити повернення показників до вихідного рівня. Отримані результати наведені в таблицях 3- 6.

Таблиця 3 – Динаміка основних фізіологічних показників до та після накладання турнікета при 2-х обертах закрутки

Показники	До накладання	На 5 хв	На 10 хв	На 15 хв	На 20 хв	На 25 хв	На 30хв
АТ, мм рт. ст	120/80	120/80	124/82	126/88	130/90	130/90	125/85
ЧСС, уд/хв	90	90	95	102	110	112	98
ЧД, за хв	12	14	15	20	22	20	20
Капілярний тест, с	1	3	4	6	7	9	10
Температура кінцівки °С	35,8	35,4	34,6	33,9	33,2	32,5	↓32
Суб'єктивні відчуття	-	Легке оніміння	Оніміння посилюється	Біль. оніміння кисті	Тяжко рухати фалангами пальців	Оніміння до ліктя	Оніміння по всій кінцівці
Шкала болю (від 1-10)	0	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
Тактильні відчуття (тест голкою)	В повному обсязі	Притуплення по всіх дистальних фалангах кисті	Відсутня чутливість всіх фаланг кисті	Відсутня чутливість по всій кисті	Відсутня чутливість до середини передпліччя	Відсутня чутливість до верхньої третини передпліччя	Відсутня чутливість до ліктя

Таблиця 4 – Динаміка діаметра (мм) артерій нижче та вище турнікета до та після накладання турнікета при 2-х обертах закрутки

Назва артерії	0 хв	5 хв	10 хв	15 хв	20 хв	25 хв	30 хв
<i>a. radialis</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>a. ulnaris</i>	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>a. brachialis</i>	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>a. subclavia</i>	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9

Таблиця 5 – Динаміка основних фізіологічних показників до та після накладання турнікета на 1,5 оберта закрутки

Показники	До накладання	На 5 хв	На 10 хв	На 15 хв	На 20 хв	На 25 хв	На 30 хв
АТ, мм рт. ст	120/80	120/80	125/80	130/85	130/90	130/90	125/85
ЧСС, уд/хв	72	72	78	86	90	90	85
ЧД, за хв	12	14	15	18	20	20	19
Капілярний тест, с	1	3	4	6	7	9	10
Температура кінцівки, °С	36,2	35,8	35,2	34,9	33,0	32,5	↓32
Суб'єктивні відчуття	-	Легке оніміння	Оніміння посилюється	Біль, оніміння кисті	Тяжко рухати фалангами пальців	Оніміння до ліктя	Оніміння по всій кінцівці
Шкала болю (від 1-10)	0	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
Тактильні відчуття (тест голкою)	В повному обсязі	Притуплення по всіх дистальних фалангах кисті	Відсутня чутливість всіх фаланг кисті	Відсутня чутливість всіх поверхонь кисті	Відсутня чутливість нижньої третини передпліччя	Відсутня чутливість нижче середини передпліччя	Відсутня чутливість до ліктя

Таблиця 6 – Динаміка діаметра (в мм) артерій нижче та вище турнікета до та після накладання турнікета при 1,5 оберта закрутки

Назва артерії	0 хв	5 хв	10 хв	15 хв	20 хв	25 хв	30 хв
<i>a. radialis</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>a. ulnaris</i>	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>a. brachialis</i>	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>a. subclavia</i>	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9

Проаналізувавши дослідження з 1,5 та 2-ма обертами закрутки турнікета, ми отримали практично однакові дані в цих серіях, але вони відрізнялися від попередньої серії (3 закрутки на турнікеті). Розбіжності можемо виділити в зменшенні наростання ЧСС при 1,5 обертах закрутки, порівняно з 2-ма обертами, тобто зростання ЧСС при 1,5 обертах відбулося на 18 уд/хв, водночас при 2-х обертах закрутки турнікета ЧСС зросла до 22 уд/хв, а при 3-х обертах підвищення ЧСС було максимальне – на 41 уд/хв, що свідчить про більше навантаження на систему гемодинаміки при 3-х обертах закрутки порівняно з ситуацією при 1,5-2 обертах закрутки. Дослідження діаметра артерій виявило однакові показники: на всіх артеріях нижче турнікета, діаметр зменшився до 0,1 мм і виявлені ознаки відсутності току крові при 1,5; 2 і 3 обертах закрутки, а вище турнікета на *a.subclavia* був 0,9 мм при 1,5-2 обертах, що менше ніж при 3-х обертах закрутки, коли діаметр дорівнював 1,1 мм. Саме це і вказує на наявність найменших змін у центральній гемодинаміці при 1,5 обертах турнікета. Водночас ЧД при 2-х обертах зростала до 20, при 1,5 обертах до 19, а при 3-х обертах біль значно зріс – до 24 дихальних рухів на хвилину, що також свідчить про зменшення навантаження на дихальну систему при 1,5-2 обертах закрутки турнікета порівняно з ситуацією при трьох обертах.

За час тестування постійно змінювалися суб'єктивні відчуття – зріс біль при 3-х обертах закрутки до 10 балів, а при 1,5-2-х обертах - до 7-8 балів, що свідчило про те, що при 1,5 та 2-х обертах закрутки турнікета відчуття болю значно легше переносилося досліджуваною особою, хоча і було досить інтенсивним (ми не використовували анестетиків згідно з протоколом), що й зумовило зупинку тестування на 30-й хвилині, хоча це тестування було у 2 рази триваліше, ніж при 3-х обертах (тобто на меншій силі стискання джгута суб'єктивні відчуття значно менш негативні). При порівнянні динаміки змін щодо відчуття оніміння в кінцівці при різній кількості обертів закрутки турнікета на 15 хвилині виявлені певні відмінності: при 3-х обертах спостерігалось відчуття оніміння та зниження чутливості до повної анестезії, а при 1,5-2-х – вираженість оніміння була значно меншою. При накладанні 1,2-2-х обертів турнікета впродовж 30 хв виявляли більш виражені відчуття оніміння та зниження чутливості.

У подальшому планується розширення кількості обстежених осіб для забезпечення статистично достовірного аналізу фізіологічних змін, які відбуваються під час та після накладання турнікета.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволяє зробити висновок, що 3 оберти закрутки турнікета, при накладанні на 2 години вкрай травматичне і може спричинити негативні наслідки для травмованої кінцівки й організму взагалі. Достатньо проводити 1,5-2 оберти закрутки турнікета для ефективно зупинки кровотечі, але визначення максимально можливого часу фіксації турнікета вимагає подальшого дослідження і уточнення, що й буде метою подальшої наукової роботи. Велике значення матиме розробка стандартної шкали дії сили обертального моменту для об'єктивної оцінки сили стискання м'яких тканин під турнікетом, що дозволить здійснити експериментальне дослідження на тваринах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Березан С., Ротчук С. Тактична медицина для підрозділів спеціального призначення. Київ: 2016. 146 с.
2. Домедична допомога. Травма (алгоритм та маніпуляції): методичний посібник. Кирилюк В. О. та ін. Київ. 2017. 84 с.
3. Пінчук О. Л., Пінчук В. М., Навч. програма «Військовий медик на полі бою (Combat Medicine)». Київ: Україна, 2015. 259 с.
4. Харрисон Т. Р. Внутренние болезни. Москва: «МЕДИЦИНА» 1997. 3430 с.
5. Tactical Combat Casualty Care Guidelines. URL: <https://www.itstactical.com/medcom/tccc-medcom/2014-tccc-tactical-combat-casualty-care-guidelines>.