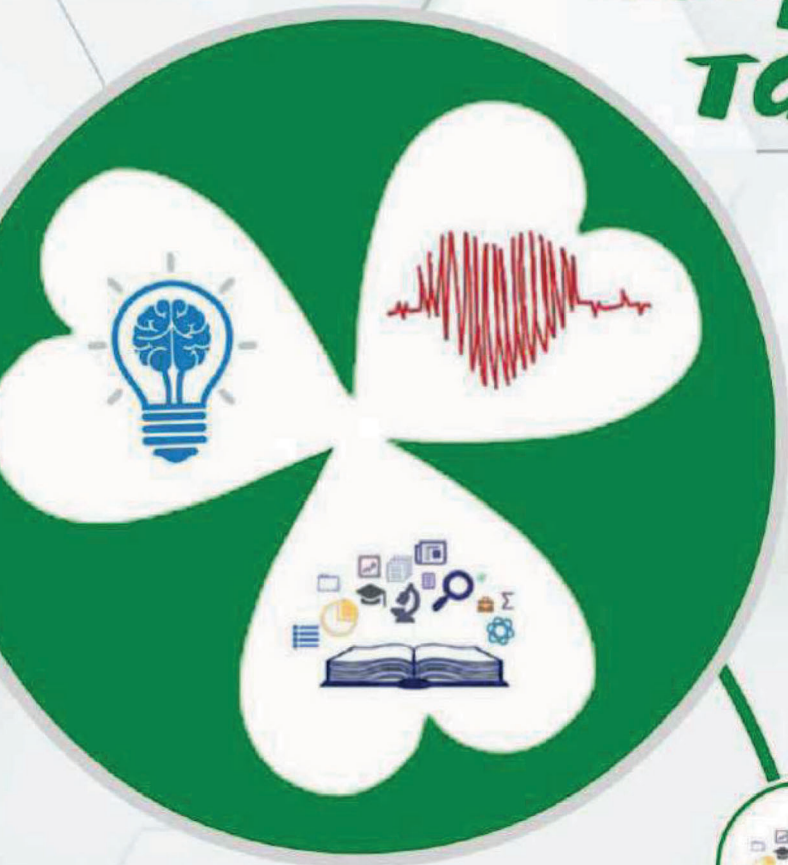




Наукові перспективи
Видавнича група

Перспективи та інновації науки



СЕРІЯ "ПЕДАГОГІКА"



СЕРІЯ "ПСИХОЛОГІЯ"



СЕРІЯ "МЕДИЦИНА"



№4(38)2024

УДК 616-005.4-001.45:616.584

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-4\(38\)-1449-1460](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-4(38)-1449-1460)

Чорна Валентина Володимирівна доцент, канд. мед. наук, доцент кафедри медицини катастроф та військової медицини, Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова, <https://orcid.org/0000-0002-9525-0613>

Зарічнюк Марина Леонідівна студентка 5 курсу, Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова, <https://orcid.org/0009-0009-4344-1600>

Король Ірина Анатоліївна студентка 5 курсу, Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова, <https://orcid.org/0009-0005-9766-3867>

Липкань Василь Михайлович аспірант кафедри ендоскопічної та серцево-судинної хірургії, Вінницький національний медичний університет імені М.І.Пирогова, м.Вінниця, судинний хірург I категорії, майор медичної служби, начальник відділення лікарняного банку крові Військово-медичного клінічного центру Центрального регіону, <https://orcid.org/0009-0007-9662-609X>

Рибінський Максим Володимирович кандидат медичних наук, доцент Вінницький національний медичний університет імені М.І.Пирогова, <https://orcid.org/0009-0002-1617-8332>

Дубовий Олександр Олександрович старший викладач кафедри медицини катастроф та військової медицини, Вінницький національний медичний університет імені М.І.Пирогова, <https://orcid.org/0009-0005-2546-7824>

КОМПАРТМЕНТ-СИНДРОМ ПРИ ВОГНЕПАЛЬНИХ УШКОДЖЕННЯХ КІНЦІВОК

Анотація. Актуальність вогнепального компартмент-синдром (ВКС) сьогодення є через зростання цієї патології на війні, а також, через виникнення анатомічної передумови розвитку компартмент-синдрому у військовослужбовця через зростання підфасціального тиску в закритому кістково-фасціальному просторі і таким чином зменшує кровопостачання тканин до нижчого за життєво необхідним рівнем. Зі сторони м'язів відбувається набряк і він може збільшуватися в об'ємі на 30-70%, при цьому збільшення місткості фасціального футляра відбувається на 7-12%. Отже, виникає компартмент-синдром, який потребує негайної фасціотомії. У 25% пацієнтів з переломами

стегнової, мало- та великогомілкової кісток виникає гострий компартмент-синдром. При несвоєчасній діагностиці та лікуванні ВКС може призвести до інвалідизації, а летальність при ньому становить 49,7%. У більшості пацієнтів виникають незворотні ураження нервів та атрофія м'язів. Частота ампутацій кінцівки становить близько 50%. Предиктором некрозу м'язів є відкритий перелом з пошкодженням м'яких тканин, із запізненням встановлений діагноз гострого компартмент-синдрому, не проведені вчасно в залежності ступеня важкості медичної допомоги, виконання техніки фасціотомії з порушенням. Під час АТО кількість вогнепальних поранень кінцівок складала 64,0% в порівнянні з пораненням тулуба до 20%. Компартмент-синдром у пацієнтів виникає через вогнепальне поранення кінцівок: 55,0% - перелом гомілки, 39,0% - стегна, 3,4% сідничної ділянки, 3,4% стопи. Через вогнепальні множинні переломи у 86,8% виникав ВКС, з яких 20,0% передувало пошкодження судинно-нервового пучка, виконання техніки фасціотомії з порушенням: 31,0% - фасціотомія лише одного футляра ураженого сегмента, 27,0 – фасціотомія, яка не забезпечувала адекватного декомпресійного ефекту та інші. У 37,9% випадків через помилки, які пов'язані з неврахуванням етіопатогенетичних механізмів розвитку ВКС спричиняли розвитку необоротних ішемічних змін. Рання діагностика ВКС з використанням магнітно-резонансної томографії, УЗД, виконання фасціотомія є запорукою зменшенню негативних наслідків: утворення ішемічної контрактури (гострий період – реактивно-відновлений, резидуальний період); нейродистрофічні розлади; розвиток псевдоартрозів, остеомієліту; сповільнена консолидація перелому, формування несправжнього суглоба; смерті пацієнта.

Ключові слова: гострий компартмент-синдром, фасціотомія, хронічний компартмент синдром, компартмент-тиск, підфасціальний тиск.

Chorna Valentyna Volodymyrivna Md, PhD, associate professor of the Department of Disaster Medicine and Military Medicine, Medicine National Pirogov Memorial Medical University Vinnytsya, <https://orcid.org/0000-0002-9525-0613>

Zarichniuk Maryna Leonidovna 5rd year student, Medicine National Pirogov Medical University Vinnytsya, <https://orcid.org/0009-0009-4344-1600>

Korol Iryna Anatolyivna 5rd year student, Medicine National Pirogov Medical University Vinnytsya, <https://orcid.org/0009-0005-9766-3867>

Lypkan Vasyl Mykhailovych postgraduate student of the Department of Endoscopic and Cardiovascular Surgery, Medicine National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia, Vascular surgeon - I category, Major of the Medical Service. Head of the Blood Bank Department at the Military Medical Clinical Center of the Central Region, <https://orcid.org/0009-0007-9662-609X>

Rybinskyi Maksym Volodymyrovych docent at the Department of Traumatology and Orthopaedics, National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, <https://orcid.org/0009-0002-1617-8332>

Dubovyi Oleksandr Oleksandrovich senior lecturer in the Department of Disaster Medicine and Military Medicine, Medicine, National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia, <https://orcid.org/0009-0005-2546-7824>

COMPARTMENT OF THE SYNDROME IN GUNSHOT INJURIES OF THE EXTREMITIES

Abstract. The relevance of acute compartment syndrome (ACS) today is due to the increase in this pathology in warfare, as well as the emergence of anatomical predisposition for the development of compartment syndrome in military personnel due to increased subfascial pressure in the closed osteofascial space, thereby reducing tissue perfusion to levels below vital necessities. Muscle swelling occurs, increasing in volume by 30-70%, with an increase in the capacity of the fascial compartment by 7-12%. Therefore, compartment syndrome arises, necessitating immediate fasciotomy. Acute compartment syndrome occurs in 25% of patients with fractures of the femur, tibia, and fibula. Untimely diagnosis and treatment of ACS can lead to disability, with a mortality rate of 49.7%. Most patients suffer irreversible nerve damage and muscle atrophy. The frequency of limb amputations is approximately 50%. Predictors of muscle necrosis include open fractures with soft tissue damage, delayed diagnosis of acute compartment syndrome, and improper execution of fasciotomy techniques. During military operations, the percentage of firearm injuries to limbs was 64.0% compared to 20% for torso injuries. Compartment syndrome in patients arises from firearm injuries to limbs: 55.0% - tibial fractures, 39.0% - femoral fractures, 3.4% - gluteal region, 3.4% - foot. In 86.8% of cases with multiple firearm fractures, ACS occurred, of which 20.0% preceded vascular-nerve bundle damage, 31.0% - fasciotomy of only one affected compartment, 27.0% - inadequate decompression effect of fasciotomy, and others. In 37.9% of cases, mistakes related to not considering the etiopathogenetic mechanisms of ACS development led to irreversible ischemic changes. Early diagnosis of ACS using magnetic resonance imaging, ultrasound, and performing fasciotomy ensures a reduction in negative consequences: formation of ischemic contracture (acute period - reactively restored, residual period), neurodystrophic disorders, development of pseudoarthrosis, osteomyelitis, delayed fracture consolidation, formation of a false joint, patient death.

Keywords: acute compartment syndrome, fasciotomy, chronic compartment syndrome, compartment pressure, subfascial pressure.

Постановка проблеми. Актуальність вогнепального компартмент-синдром (ВКС) сьогодення є актуальним через зростання цієї патології на війні, а також, через виникнення анатомічної передумови розвитку компартмент-синдрому у військовослужбовця через зростання підфасціаль-

ного тиску в закритому кістково-фасціальному просторі і таким чином зменшує кровопостачання тканин до нижчого за життєво необхідним рівнем. Зі сторони м'язів відбувається набряк і він може збільшуватися в об'ємі на 30-70%, при цьому збільшення місткості фасціального футляра відбувається на 7-12%. Отже, виникає компартмент-синдром, який потребує негайної фасціотомії. Компартмент-синдром розвивається дуже швидко протягом декількох годин або днів. Тому якщо не провести адекватного лікування це може призвести до втрати функції, ампутації ураженої кінцівки, смерті.

Гострий компартмент-синдром зустрічається у майже 25% пацієнтів з переломами стегнової, мало- та великогомілкової кісток, а при вогнепальних ушкодженнях ці числа сягають до 40%.

Це досить небезпечний стан, що призводить до інвалідизації, а летальність при ньому становить 49,7%, при несвоєчасній діагностиці та лікуванні. Також у більшості пацієнтів виникають незворотні ураження нервів та атрофія м'язів. Частота ампутацій кінцівки становить близько 50% [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За результатами ретроспективного дослідження Mortensen S. (2019) у пацієнтів, яким проводили фасціотомію при гострому компартмент-синдрому нижніх кінцівок за період 2000-2015 рр. встановлено, що у 14,6% пацієнтів був відкритий перелом гомілки, 21,3% множинні травми нижніх кінцівок. У 59% пацієнтів з некротичними м'язами проводили до трьох хірургічних втручань. Предиктором некрозу м'язів є відкритий перелом з пошкодженням м'яких тканин, із запізненням встановлений діагноз гострого компартмент-синдрому, не проведені вчасно в залежності ступеня важкості медичної допомоги, виконання техніки фасціотомії з порушенням [2].

Наукові дані Страфун С.С. (2019) щодо структури поранень під час АТО кількість вогнепальних поранень кінцівок складала 64,0% в порівнянні з пораненням тулуба до 20%. Компартмент-синдром у пацієнтів виникає через вогнепальне поранення кінцівок: 55,0% - перелом гомілки, 39,0% - стегна, 3,4% сідничної ділянки, 3,4% стопи. Через вогнепальні множинні переломи у 86,8% виникав ВКС, з яких 20,0% передувало пошкодження судинно-нервового пучка, виконання техніки фасціотомії з порушенням: 31,0% - фасціотомія лише одного футляра ураженого сегмента, 27,0 – фасціотомія, яка не забезпечувала адекватного декомпресійного ефекту та інші. У 37,9% випадків через помилки, які пов'язані з неврахуванням етіопатогенетичних механізмів розвитку ВКС спричиняли розвитку необоротних ішемічних змін [3].

Мета статті. Проведення аналізу наукових досліджень вітчизняних, іноземних даних щодо виникнення компартмент-синдрому при вогнепальних ушкодженнях кінцівок, ступеню важкості, лікуванні, помилок при лікуванні, наслідки їх.

Виклад основного матеріалу. Компартмент-синдром виникає часто при травмі від вогнепальної зброї, при якому є ушкодження кісток (частіше проксимальна третина кісток гомілки або передпліччя), м'язів, нервів, що спричиняє формуванню гематоми в місці травми між двома шарами фасції і призводить до підвищення підфасціального тиску, спазму судин, ішемії

протягом 4 годин, що у свою чергу призводить до ушкодження ендотелію капілярів, збільшенню набряку тканин, підвищення підфасціального тиску, розвитку некрозу м'язів при невчасному наданні медичної допомоги. У цьому просторі зазвичай є невелика кількість рідини, яка дає м'язам скорочуватися і розслаблюватися всередині фасції. Тобто там немає місця для додаткової рідини. Тобто, компартмент-синдром виникає, коли всередині компартменту створюється додатковий тиск, і м'язи тиснуть на фасцію більше, ніж повинні (рис.1, 2)



Рис.1 Клінічний випадок: Множинне вогнепальне осколкове сліпе поранення (МВОСП) лівої гомілки з розвитком компартмент-синдрому.

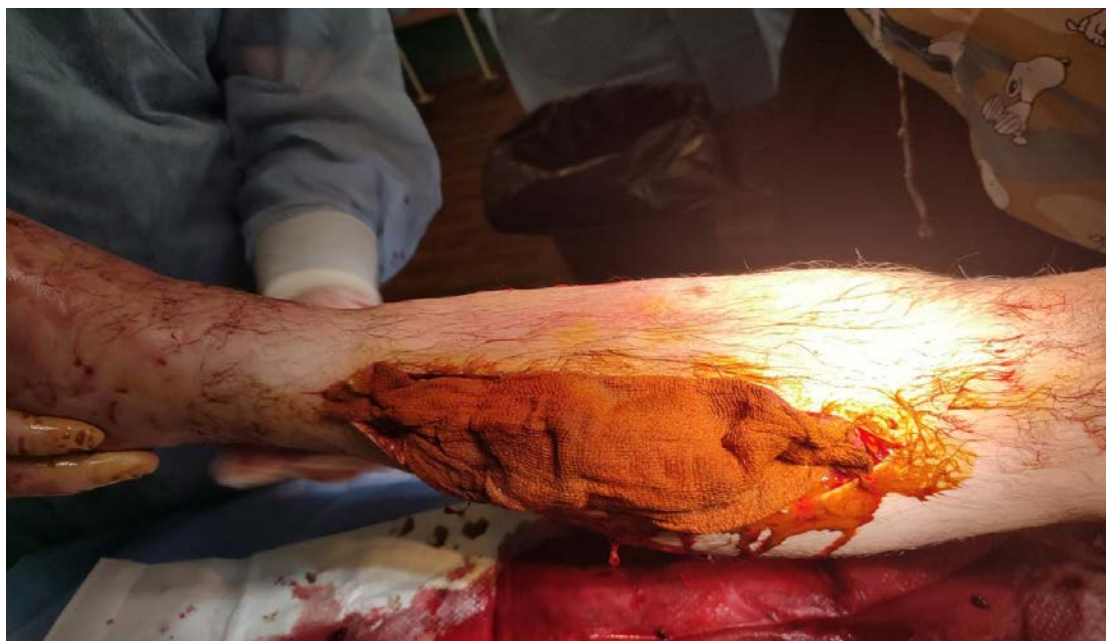


Рис. 2 Клінічний випадок: Виконано декомпресійна відкрита фасціотомія мязевих футлярів

Для розвитку компартмент-синдрому мінімальною межею тиску є 30 мм. рт. ст. (при нормі 10 мм.рт.ст.). Варто зазначити, що тиск не є абсолютним показником у компартмент-синдромі. Тому варто приділити увагу наявній клініці.

Гострий компартмент-синдром виникає раптово (зазвичай після важкої травми), при цьому стані швидко наростають симптоми і це може спричинити незворотне пошкодження м'язів, параліч або смерть [4, 5].

Хронічний (тривалий) компартмент-синдром у більшості випадків наростає повільно, частіше після інтенсивних фізичних навантажень або фізичних вправ. Тобто, найчастіше уражає спортсменів, через велику кількість фізичних навантажень. Хронічний компартмент-синдром зазвичай не є невідкладним станом, але він все одно може бути надзвичайно болючим [6, 7].

Клінічну картину можна поділити по ступеням важкості:

•Легкий ступінь - без порушення кровотоку магістральних артерій (пульс на магістральних артеріях є).

Уражена кінцівка тепла, багряно-ціанотична, пульс збережений, наявна парестезія або гіпестезія пальців.

Підфасціальний тиск менший на 30-40 мм рт. ст. від діастолічного артеріального тиску або наближається до нього.

•Середній ступінь - без порушення кровотоку магістральних артерій. Уражена кінцівка прохолодна, ціанотична, пульс слабкий, відмічається гіпестезія або анестезія пальців.

Підфасціальний тиск рівний діастолічному або більший нього

•Тяжкий ступінь - із первинним або вторинним порушенням кровотоку по магістральних артерій. Кінцівка холодна, бліда, пульс відсутній, анестезія пальців [8].

Підфасціальний тиск більший ніж діастолічний, а інколи рівний або перевищує систолічний.

Найбільш **раннім об'єктивним симптомом** є напружене, або «дерев'яне» відчуття ураженої кінцівки. Біль, як правило, сильний, непропорційний травмі. На ранніх стадіях біль може бути присутнім тільки при пасивному розтягуванні. Однак цей симптом може бути відсутнім при тривалому гострому компартмент-синдромі. В патогенезі розвитку даного симптому лежить напруження м'язів, що призводить до спонтанного болю, як ознаки ішемії м'язів.

Також може бути щільний набряк, що прогресує протягом 2-3 діб після травми (є основною клінічною ознакою).

До пізніх ознак належать парестезії, гіпестезії, парез або плегія уражених м'язів.

Є група симптомів що дозволяють запідозрити компартмент синдром, в незалежності від причини його розвитку, це так звані «**6 Ps**»:

1. Pain (біль)
2. Paresthesia (парестезія)
3. Poikilothermia (різниця у температурі між кінцівками. Вражена кінцівка холодніша)
4. Pallor (блідість)
5. Paralysis (параліч)
6. Pulselessness (відсутність пульсу).

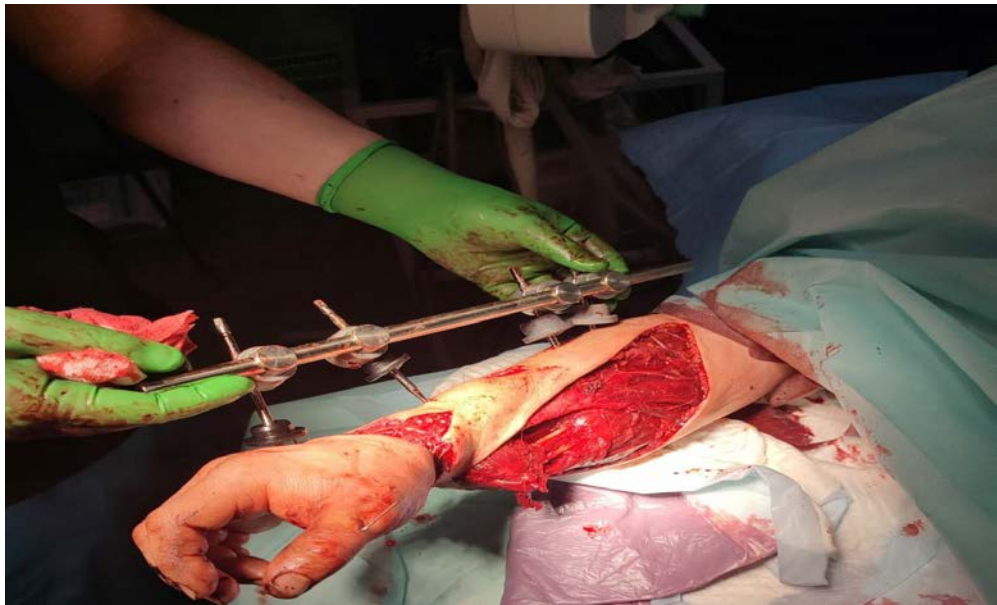


Рис. 2 Клінічний випадок: вогнепальне кульове наскрізне поранення правого передпліччя з пошкодженням судинно-нервовий пучок (СНП), та вогнепальним переломом обох кісток передпліччя.

Виконано первинну хірургічну обробку (ПХО) ран, лігування променевої артерії, монтаж апарату зовнішньої фіксації. Відкрита фасціотомія футлярів правого передпліччя, розсічення карпальної зв'язки,

Зачасту у пацієнта з компартмент синдромом лабораторні методи дослідження не є інформативними, тому необхідності здавати кожному пацієнту їх немає. Але при наявності гострого компартмент синдрому може знадобитись обстеження на предмет рабдоміолізу, а саме такі показники як:

- Креатинфосфокіназа (СРК)
- Дослідження функції нирок
- Загальний аналіз сечі
- Міоглобін сечі [9].

Золотим стандартом дослідження захворювання є магнітно-резонансна томографія (рис. 2), де наявний дифузний набряк і набрякоподібний сигнал у всьому бічному відділі (стрілки). Фасція вигнута з боків і може бути трохи потовщеною. Крім того, сигнал, подібний до набряку, спостерігається поруч із фасцією в підшкірно-жировій клітковині [10].

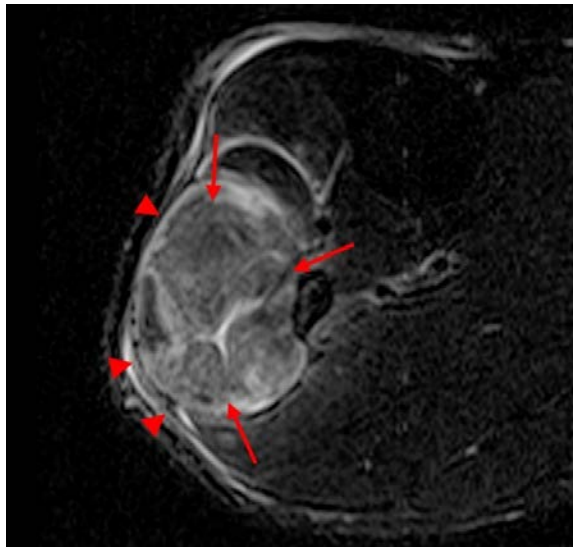


Рис. 2 Магнітно-резонансна томографія, як золотий стандарт дослідження при ВКС

Також більш простим та доступним методом інструментальної діагностики є УЗД (рис.3). На представленому рисунку діагностика свідчить про наявність гематоми між чотириголовим м'язом і передньою поверхнею кори стегнової кістки. [11].

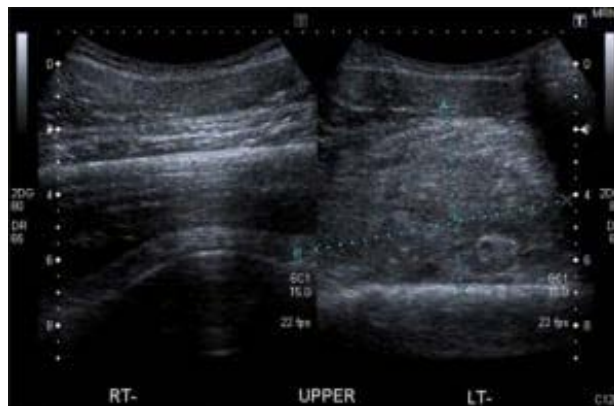


Рис. 3 Наявність гематоми між чотириголовим м'язом і передньою поверхнею кори стегнової кістки при УЗД

При необхідності можна виміряти внутрішній тиск. Фіксують датчик на відстані 5 см від зони ушкодження. Передній відділ є найбільш ураженим і доступним у носі, і часто тут спочатку вимірюють тиск у відділі. Досліджують всі відділи ураженої кінцівки, якщо є потреба [12, 13].

Обов'язковим у немедикаментозних місцевих заходів є усунення зовнішніх стискаючих сил, зняття всіх тиснучих пов'язок. Уражену кінцівку не можна піднімати, а натомість необхідно тримати «на рівні серця», щоб не зменшувати артеріальний кровообіг. Уникнення позиційного стиснення та дозоване охолодження уражених м'язових футлярів (прохолодною водою).

При медикаментозному лікуванні обов'язковим є оцінка гіповолемії, метаболічного ацидозу та міоглобінемії для попередження можливої ниркової недостатності. Можуть знадобитися дезінтоксикаційні/антиоксидантні розчини та розчини для покращення реологічних властивостей крові, сечогінні, знеболюючі, нестероїдні протизапальні препарати, додатковий кисень. Важливо підтримувати нормальний тиск, адже через гіпотензію може ще більше знизитись перфузія та це може спричинити будь-яке пошкодження тканин [14, 15].

Необхідна остаточна хірургічна фасціотомія в екстреному порядку. У комбінації з фасціотомією для усунення супутніх травм часто може знадобитися ортопедична, судинна та пластична хірургія. Незалежно від тяжкості ушкодження необхідна комбінована/відкрита фасціотомія (ревізія судинно-нервового пучка). В залежності від ступеня важкості: при легкому ступені необхідно провести підшкірну фасціотомію, при середньому ступеню – комбіновану фасціотомію, при тяжкому ступені – дерматофасціотомію, ревізію судинно-нервового пучка, некротомію та вторинне закриття рани. Необхідно також врахувати, ще специфіку самого перелому, який буде залежати від типу зброї.

Наслідки компартмент-синдрому можуть бути наступні: утворення ішемічної контрактури (гострий період – реактивно-відновлений, резидуальний період); нейродистрофічні розлади; розвиток псевдоартрозів, остеомієліту; сповільнена консолидація перелому, що може призвести до формування несправжнього суглоба; при невчасній кваліфікованій допомозі – смерть пацієнта [16, 17].

Первинна ампутація може розглядатись, якщо діагноз встановлений із запізненням, немає функції м'язів, порушення кровообігу і була значна травма цієї кінцівки.

Хід фасціотомії включає:

- Розріз ушкодженої ділянки. Британська ортопедична асоціація та Британська асоціація пластичних та реконструктивних хірургів рекомендували техніку двох розрізів. Сюди входить передньолатеральний і задньомедіальний розріз.

- Повне видалення всіх некротизованих тканин
- Збереження життєвої структури
- Санація рани

Покриття шкіри на більш пізньому терміні (7-10 днів). Більшість виступає за те, щоб залишати рани відкритими з відстроченим первинним закриттям або пересадкою шкіри протягом 7-10 днів, коли компартмент-синдром повністю зникне. Повторний огляд і санація зазвичай необхідні через 48-72 години. Для проміжного покриття використовуються прості абсорбуючі пов'язки та напівпроникні мембрани [18].

Післяопераційно необхідно призначати адекватне знеболення, через посилення больового синдрому. Також необхідно ретельно спостерігати за пацієнтом щодо можливих ускладнень, зокрема рабдоміолізу та гострої ниркової недостатності.

На кінцівку накладають шину і рекомендують пасивні вправи для збільшення рухливості для запобігання контрактур.

Висновки. Рання діагностика ВКС з використанням магнітно-резонансної томографії, УЗД, виконання фасціотомія є запорукою зменшенню негативних наслідків: утворення ішемічної контрактури (гострий період – реактивно-відновлений, резидуальний період); нейродистрофічні розлади; розвиток псевдоартрозів, остеомієліту; сповільнена консолидація перелому, формування несправжнього суглоба; смерті пацієнта.

Література:

1. Grechenig P. Minimally invasive lower led fasciotomy for chronic exertional compartment syndrome – now safe is it? A cadaveric study / P. Grechenig, E. Valsamis, T. Müller & G. Hohenberger // *Orthop journal ports Med.* –2020. – Vols. 8(10):2325967120956924
2. Mortensen S. J. Predicting factors of muscle necrosis in acute compartment syndrome of the lower extremity / S. J. Mortensen, D. Zhang, A. Monhamadi & A. G. Keudell // *Injury.* – 2020. – Vols. 51(2). – P. 522-526
3. Страфун С. С. Помилки та ускладнення діагностики та лікування місцевого гіпертензивного ішемічного синдрому при вогнепальних ушкодженнях нижніх кінцівок / С. С. Страфун, Ф. М. Лакша, В. Г. Шипунов & І. О. Ложкін // *Травма.* – 2019, – Том 20, – № 4, – С.105-112
4. Bodansky D. Acute compartment syndrome: do guidelines for diagnosis and management make a difference? / D. Bodansky, A. Doorgakant, J. Alsousou & B. Narayan // *Injury.* – 2018. – Vols. 49(9). – P.1699-1702
5. Osborn C.P. Management of acute compartment syndrome / C. P. Osborn, A. H. Schmidt // *Journal Am Acad Orthop Surg.* – 2020. – Vols. 28(3):e108-e114
6. Vogels S. Association between intracompartmental pressures in the anterior compartment outcome for exercise – related led pain in military service members. / S. Vogels, E. W. Bakker, F. G. O'Connor & W. O. Zimmermann // *Arch RehabilRes Clin Transl.* – 2022. – Vols.4(1):100171
7. Callender N.W. Chronic exertional compartment syndrome of the lower extremity: diagnosis and Surgical treatment / N. W. Callender, E. Lu, K. Martin // *JBJS Essent Surg Tech.* – 2022. – Vols. 12(4):e21.00059
8. Zhang D. Association of trauma severity scores with limb amputation and death in acute led compartment syndrome / D. Zhang, M. Tarabochia, A. Keudell // *Eur journal Orthop Surg Traumatol.* – 2021. – Vols. 31(4). – P. 621-625
9. Elliott K. G. Diagnosing acute compartment syndrome / K. G. Elliott, A. J. Johnstone // *J Bone Joint Surg Br.* – 2003. – Vols. 85(5). – P. 625-632
10. McDonald S. Compartment syndromes / S. McDonald, P. Bearcroft // *Semin Musculosket Radiol.* – 2012. – Vols.14, – P. 236-244
11. Khan S. K. Spontaneous thigh compartment syndrome / S. K. Khan, S. Thati, C. Gozzard // *West J Emerg Med.* – 2011. – Vols. 12. – P.134-138
12. Donaldson J. The pathophysiology, diagnosis and current management of acute compartment syndrome / J. Donaldson, B. Haddad, W. S . Khan // *Open Orthop J.* – 2014. – Vols. 8. – P.185-193

13. Schmidt A.H. Acute compartment syndrome / A. H. Schmidt // *Injury*. – 2017. – Vols. 48 – P. 22-25
14. Gordon W. T. Acute Extremity Compartment Syndrome and the Role of Fasciotomy in Extremity War Wounds / W. T. Gordon, M. Talbot, J. C. Shero, C. J. Osier, A. E. Johnson, L. H. Balsamo, Z. T. Stockinger // *Mil Med*. – 2018. – Vols.183(suppl_2). – P.108-111
15. Sigamoney K. Compartment syndrome: challenges and solutions. / K. Sigamoney, P. Khincha, R. Badge, N. Shah // *Orthop Res Rev*. – 2015. – Vols. 7. – P.137-148
16. Osier C. Orthopedic Trauma: Extremity Fractures / C. Osier, C. Smith, D. Stinner, & Z. Stockinger // *Mil Med*. – 2018. –Vols. 183(suppl_2). – P.105-107
17. Rickert K. D. What's New in Pediatric Orthopaedic Trauma: The Lower Extremity / K. D. Rickert, P. Hosseinzadeh, E. W. Edmonds // *J Pediatr Orthop*. – 2018. –Vols. 38(8). – P. 434-439
18. Gamulin, A. Association between open tibia fractures and acute compartment syndrome: A retrospective cohort study / A. Gamulin, L. Wuarin, M. Zingg & A. I. Gonzalez // *Orthop Traumatol Surg Res*. – 2022. – Vols.108(5) – P. 103-188

References:

1. Grechenig, P., Valsamis, E., Müller T., & Hohenberger, G. (2020). Minimally invasive lower leg fasciotomy for chronic exertional compartment syndrome – now safe is it? A cadaveric study. *Orthop journal ports Med*. (Vols. 8(10):2325967120956924).
2. Mortensen, S.J., Zhang, D., Monhamadi, A. & Keudell, A. G. (2020). Predicting factors of muscle necrosis in acute compartment syndrome of the lower extremity. *Injury*.(Vols. 51(2), (pp. 522-526).
3. Strafun, S.S., Laksha, A.M., Shypunov, V.G., Borzyh, N.O., Lozhkin, I.O. (2019). Mistakes and complications of diagnosis and treatment of local hypertensive ischemic syndrome with gunshot injuries to the lower extremities [Errores et complicationes diagnosis et curationis hypertensiva ischaemicae localium in iniuriis extremitatum inferiorum sclopetum] *Trauma*. Vols. 4), (pp.105-112) [in Ukrainian].
4. Bodansky, D., Doorgakant, A., Alsousou, J. & Narayan, B. (2018). Acute compartment syndrome: do guidelines for diagnosis and management make a difference? *Injury*. (Vols. 49(9), (pp.1699-1702)
5. Osborn, C.P., Schmidt, A. H. (2020). Management of acute compartment syndrome. *Journal Am Acad Orthop Surg*. (Vols. 28(3):e108-e114)
6. Vogels, S., Bakker, E. W., O'Connor, F. G. & Zimmermann, W. O. (2022). Association between intracompartmental pressures in the anterior compartment outcome for exercise – related leg pain in military service members. *Arch RehabilRes Clin Transl*. (Vols.4(1):100171)
7. Callender, N.W. Lu, E., Martin, K. (2022). Chronic exertional compartment syndrome of the lower extremity: diagnosis and Surgical treatment *JBJS Essent Surg Tech*. (Vols. 12(4): e21.00059)
8. Zhang, D., Tarabochia, M., Keudell, A. (2021). Association of trauma severity scores with limb amputation and death in acute leg compartment syndrome *Eur journal Orthop Surg Traumatol* (Vols. 31(4), (pp. 621-625)
9. Elliott, K. G., Johnstone, A. J. (2003). Diagnosing acute compartment syndrome *J Bone Joint Surg Br*. (Vols. 85(5), (pp. 625-632)
10. McDonald, S., Bearcroft, P. (2012). Compartment syndromes *Semin Musculoskelet Radiol*. (Vols.14), (pp. 236-244)
11. Khan, S. K., Thati, S., Gozzard, C. (2011). Spontaneous thigh compartment syndrome. *West J Emerg Med*. (Vols. 12), (pp.134-138)

Журнал «Перспективи та інновації науки»
(Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)
№ 4(38) 2024

12. Donaldson, J., Haddad, B., Khan, W. S. (2014). The pathophysiology, diagnosis and current management of acute compartment syndrome. *Open Orthop J.* (Vols. 8), (pp.185-193)
13. Schmidt A.H. (2017). Acute compartment syndrome. *Injury.* (Vols. 48), (pp. 22-25)
14. Gordon, W. T., Talbot, M., Shero, J. C., & Stockinger, Z. T. (2018). Acute Extremity Compartment Syndrome and the Role of Fasciotomy in Extremity War Wounds. *Mil Med.* (Vols.183(suppl_2), (pp.108-111)
15. Sigamoney, K. P. Khincha, R., Badge, N. (2015). Shah Compartment syndrome: challenges and solutions. *Orthop Res Rev.* (Vols. 7), (pp.137-148)
16. Osier, C., Smith, C., Stinner, D. & Stockinger, Z. (2018). Orthopedic Trauma: Extremity Fractures. *Mil Med.* (Vols. 183(suppl_2), (pp.105-107)
17. Rickert, K. D., Hosseinzadeh, P., Edmonds, E. W. (2018). What's New in Pediatric Orthopaedic Trauma: The Lower Extremity. *J Pediatr Orthop.* (Vols. 38(8), (pp. 434-439)
18. Gamulin, A., Wuarin, L., Zingg M. & Gonzalez, A. I. (2022). Association between open tibia fractures and acute compartment syndrome: A retrospective cohort study. *Orthop Traumatol Surg Res.* (Vols.108(5), (pp. 103-188)