

10

М'язово-скелетна Травма

ЦІЛІ Після прочитання цього розділу і засвоєння знань, представлених у курсі ATLS®, ви зможете:

1. Пояснити важливість м'язово-скелетних травм у контексті оцінки стану пацієнта під час первинного огляду.
2. Визначити і розпочати надання допомоги при м'язово-скелетних травмах, які можуть становити загрозу втрати кінцівки або життя, відповідно до алгоритму ATLS.
3. Підібрати і використати відповідні допоміжні іммобілізаційні засоби під час первинного і вторинного огляду.
4. Описати елементи оцінки м'язово-скелетних травм під час вторинного огляду.
5. Описати ознаки і симптоми компартмент-синдрому.
6. Визначити зв'язок між механізмом травми і специфічними типами ушкоджень опорно-рухового апарату
7. Розпізнати м'язово-скелетні травми, що вимагають своєчасного переведення.

10

М'язово-скелетна Травма

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

За оцінками, до 60% травмованих пацієнтів мають певні ушкодження опорно-рухового апарату, що підкреслює необхідність для клінічних спеціалістів вміло виявляти і лікувати ці ушкодження в більш широкому контексті надання допомоги при травмі. Ушкодження опорно-рухового апарату можуть призвести до стійкого порушення функціональності і довгострокової втрати працездатності. Це підкреслює важливість своєчасного і систематичного виявлення та лікування ушкоджень усіх ступенів тяжкості для досягнення оптимальних довгострокових результатів. Затримка у виявленні та лікуванні цих травм може призвести до небезпечної для життя кровотечі, втрати кінцівки та/або стійкої інвалідизації.

ВСТУП

У процесі надання допомоги травмованим пацієнтам м'язово-скелетні ушкодження представляють значну клінічну проблему через їх високу поширеність і потенційну складність. Ці травми, хоча й не виділені в окремий етап алгоритму xABCDE, мають вирішальний вплив на пріоритети лікування протягом усього процесу надання допомоги пацієнту. Травми опорно-рухового апарату можуть варіюватися від станів, що загрожують втраті кінцівки або життя, до менш серйозних ушкоджень, які, незважаючи на це, можуть відволікати увагу від більш критичних проблем.

Знання про взаємозв'язок між конкретними механізмами травмування і характером ушкодження м'язів і кісток є надзвичайно важливим для передбачення потенційних травм та обґрунтованого застосування діагностичної візуалізації. Необхідним у процесі оцінки супутніх ушкоджень та визначення підходів до

лікування при таких травмах є розуміння топографічної анатомії і шляхів проходження основних нервово-судинних структур.

Серйозні травми, такі як масивні порушення цілісності тазового кільця і переломи стегнових кісток, часто асоційовані з ризиком значної кровотечі. Особливості невідкладного надання допомоги при таких травмах, включаючи застосування тазових бандажів і шин для тракції стегнової кістки, підкреслює необхідність спеціалізованих знань для стабілізації цих критичних станів.

Крім того, такі ушкодження, як відкриті переломи, переломовивихи з ураженням нервово-судинних структур, гострий компартмент-синдром і масивне розчавлення, можуть становити негайну загрозу втрати кінцівки. Травми опорно-рухового апарату, які не становлять негайної і безпосередньої загрози для життя, можуть призвести до тривалої втрати працездатності, якщо не надати своєчасну та належну допомогу.

Інформація про догоспітальний етап відіграє ключову роль в оптимізації надання медичної допомоги і результатів лікування. Передача інформації фахівцями екстреної медичної допомоги (ЕМД) у форматі MIST (англ., Mechanism of injury or illness, Injuries sustained, Signs and symptoms, Treatment - Механізм травми / захворювання, Інформація про ушкодження, Симптоми, Терапія / надана допомога) дає цінну інформацію про механізм травми і можливі ушкодження опорно-рухового апарату, що допомагає підготувати необхідне обладнання, персонал та ресурси. Ключова інформація, яку слід отримати, наведена у вигляді переліку в **блоці 10-1**. Для комплексного планування допомоги надзвичайно важливим є рання комунікація з командами вузьких спеціалістів, зокрема з ортопедами, судинними і пластичними хірургами. **Важливими складовими ефективного лікування травм є також розуміння можливостей місцевого лікувального закладу і впровадження протоколів для своєчасного переведення пацієнтів на вищий рівень медичної допомоги.**

ПАТОФІЗІОЛОГІЯ

На патофізіологію травм опорно-рухового апарату, що включають як переломи кісток, так і

ушкодження м'яких тканин, істотно впливають механізми травмування. До цих механізмів належать тупі, проникаючі і вибухові травми, а також розчавлення. **Кінетика травми і сила, що діє на тканини, визначають тяжкість ушкодження.** Розглянемо пішоходів, яких збивають рухомі транспортні засоби. Розмір транспортного засобу (вантажівка чи седан) і висота зросту пішохода визначатимуть місце удару й отримані травми. Окрім розміру, форми і ваги транспортного засобу, швидкість, з якою стався удар, також може впливати на характер травм (**рис. 10-1**). Ці сили діють на всі типи тканин, включаючи кістки, зв'язки, сухожилля, шкіру, м'язи, судини і нерви. Якщо не врахувати наявності цих травм у пацієнта, це може призвести до тяжкої інвалідизації. Потрібно зберігати високий рівень підозри на ушкодження прилеглих структур.

МЕХАНІЗМ ТРАВМУВАННЯ

Тупа травма - падіння, ДТП або прямий удар - є частою причиною переломів. **Сила, необхідна для того, щоб зламати кістку, дуже варіює залежно від розміру і щільності кістки, віку людини, а також від напрямку і величини сили.** Наприклад, при високоенергетичних зіткненнях діє значна сила, яка є достатньою, щоб спричинити перелом

Блок 10-1: Важлива інформація, яку потрібно отримати від фахівців догоспітального етапу

стегнкової кістки - однієї з найміцніших кісток в організмі. І навпаки, щоб зламати ключицю - набагато меншу кістку, розташовану практично під шкірою, потрібно значно менше зусиль.

Аналогічно, щоб спричинити осколковий (мультифрагментарний) перелом, потрібна набагато більша енергія, ніж для простого перелому; при цьому вплив великої енергії передбачає набагато більшу зону ушкодження (як кісток, так і м'яких тканин). На **рис. 10-2А** показано простий перелом, спричинений механізмом з низькою кінетичною енергією, а на **рис. 10-2В** показано осколковий перелом, спричинений механізмом з високою кінетичною енергією. Поріг, при якому кістка ламається, також залежить від таких факторів, як щільність кісткової тканини. Уражена остеопорозом кістка ламається внаслідок набагато меншого навантаження порівняно зі здоровою.

Тупа травма також може спричинити ряд ушкоджень м'яких тканин, включаючи забої, розтягнення і розриви. Тяжкість цих ушкоджень залежить від величини сили та еластичності ураженої тканини. Високоенергетичні удари можуть спричинити серйозні розтягнення і розриви зв'язок, а також ушкодження м'язових волокон і сухожилків, що призводить до значного порушення їх функцій.

Важлива інформація, яку потрібно отримати від фахівців догоспітального етапу

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Тип і швидкість транспортного засобу (засобів) • Використання засобів безпеки або захисного обладнання • Виліт (викидання) • Висота падіння • Вибух; потужність; відкритий або закритий простір • Приблизний час травмування, особливо якщо є незупинена кровотеча або клінічне погіршення, відкритий перелом, вивих суглоба та/або затримка в транспортуванні до лікарні • Потреба у вивільненні постраждалого, затримка вивільнення чи транспортування • Кровотеча або наявність калюжі крові на місці події, оцінка приблизного об'єму • Час накладання турнікета (якщо він був накладений) і причина його застосування • Позиція, в якій пацієнт був знайдений на місці події, та чи міг він самостійно рухатися • Візуально помітні деформації | <ul style="list-style-type: none"> • Відкриті рани поблизу візуально помітних або підозрюваних переломів • Кістки, суглоби, кінці зламаних кісток (або інші глибокі структури), які могли бути спочатку оголені, особливо якщо після первинної обробки рани їх більше не видно. • Чи відкритий перелом стався у забрудненому середовищі? • Чи був фактор стиснення, який міг призвести до краш-синдрому • Наявність або відсутність моторної та/або сенсорної функції в кожній кінцівці • Зміни в функції кінцівок, перфузії або неврологічному статусі, особливо після іммобілізації або під час транспортування • Вправлення переломів або вивихів на місці події • Накладання пов'язок і шин, з особливою увагою до тиску на кісткові виступи, що може призвести до травмування тканин, компресії нервово-судинного пучка або компартмент-синдрому • Чи піддавався пацієнт впливу екстремальних температур, хімічних речовин або радіації? |
|---|--|

Рисунок 10-1: Точка удару залежить від транспортного засобу й індивідуальних особливостей постраждалого (наприклад, висота бампера автомобіля / вік і розміри тіла пацієнта).

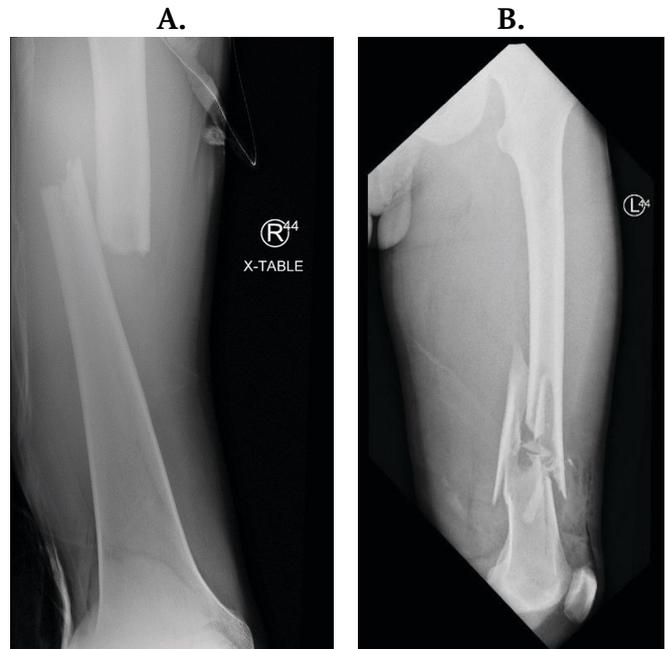


Сила, необхідна для розриву або зміщення м'яких тканин, таких як зв'язки й сухожилля, також варіює. Наприклад, передня хрестоподібна зв'язка в коліні може розірватися під час сильного удару по носі й раптової зміни напрямку руху, що часто трапляється під час занять спортом. Вивихи суглобів трапляються, коли сила, що діє на суглоб, перевершує стабільність, яку забезпечують зв'язки суглоба разом з капсулою і конгруентністю суглобових поверхонь (наприклад, вивих плеча внаслідок падіння на витягнуту руку).

Проникаючі травми, наприклад ті, що спричинені кулями або гострими предметами, можуть призвести до переломів, тяжкість яких залежить від кількості переданої кінетичної енергії. Навколишні м'які тканини, такі як м'язи, сухожилля, нерви та кровоносні судини, також піддаються ризику.

Вибухи можуть спричинити дуже серйозні ушкодження, особливо коли вони стаються в закритому просторі. Вторинне вибухове ураження виникає внаслідок ушкодження осколками й уламками навколишніх предметів, які перетворюються на високошвидкісні снаряди, що спричиняють проникаючі або тупі травми. Третинне вибухове ураження виникає внаслідок того, що вибуховий вітер з силою кидає пацієнта на землю або на інші предмети, і це призводить до переломів і травм м'яких тканин.

Рисунок 10-2: А. Оглядова рентгенограма стегнової кістки, на якій видно простий перелом зі зміщенням. **В.** Мультифрагментарний перелом стегнової кістки. Дистальний уламок стегнової кістки повернутий на 90 градусів відносно проксимального уламка. Таке ушкодження свідчить про механізм з високою кінетичною енергією.



Розуміння механізмів м'язово-скелетних травм і сил, які їх зумовили, має вирішальне значення для діагностики, лікування і профілактики. Ступінь тяжкості і складність цих травм вимагають комплексного підходу до лікування, що включає невідкладну допомогу, можливе хірургічне втручання та довгострокову реабілітацію для відновлення функцій і запобігання тривалій інвалідизації.

ОЦІНКА

ПЕРВИННИЙ ОГЛЯД

ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНІ ДЛЯ ЖИТТЯ М'ЯЗОВО-СКЕЛЕТНІ ТРАВМИ

Під час первинного огляду надзвичайно важливо швидко виявити і зупинити кровотечу внаслідок м'язово-скелетної травми.

Кровотеча з великих артерій таза і кінцівок становить серйозну проблему. Якщо ушкоджені судини проксимальних відділів кінцівок (стегнові або плечові артерії), існує більший ризик сильної кровотечі. Без своєчасного втручання навіть невеликі ушкодження артерій можуть призвести до значної крововтрати, що потенційно може спричинити швидке

погіршення клінічного стану і знекровлення. **Усунення описаних проблем є пріоритетним і здійснюється на етапі "х" алгоритму хABCDE, маючи перевагу над іншими клінічними проблемами. Основною метою є «зупинити кровотечу» (англомовне гасло "Stop the Bleed") за допомогою різних стратегій. Початкові заходи включають прямий тиск, тампонування рани або, можливо, накладання турнікета.** Надання належного положення і шинування кінцівки, де є активна кровотеча й супутні переломи, також допомагає зупинити кровотечу. Необхідно враховувати, що після важких травм може розвинутися краш-синдром і травматична жирова емболія.

Важливе застереження для медиків, які надають початкову допомогу: наявність ушкодження судини без активного витікання крові не повинна відволікати від негайної зупинки загрозової для життя кровотечі або інших критичних станів. Ушкодження судин, які становлять загрозу ішемії кінцівки, є другорядними. Їх усувають після стабілізації більш ургентних, загрозливих для життя станів.

ПЕРЕЛОМИ ТАЗА

КРОВОТЕЧА, СПРИЧИНЕНА ПЕРЕЛОМАМИ ТАЗА

Переломи таза є потенційними джерелами значної кровотечі у пацієнтів з високоенергетичною тупою травмою. До таких випадків належать ДТП, травми пішоходів і падіння з висоти. Тазове кільце складається з клубової, сідничної, лобкової та крижової кісток, з'єднаних між собою міцними зв'язками.

Ці кістки анатомічно пов'язані з великими судинами і нервами. Кровотеча з ділянки таза може виникнути внаслідок перелому кісток, розриву м'язів або ушкодження вен та артерій. Зовнішні ознаки травми часто відсутні. Однак у ділянці таза можуть спостерігатися болючість, екхімози (таза, промежини чи калитки), а іноді й розходження лобкового симфізу, яке можна пропальпувати.

Патерни переломів таза можна розглядати за багатьма класифікаціями. **Будь-який тип перелому цієї ділянки може спричинити значну кровотечу. Передньо-задній компресійний перелом III типу і вертикальний зсувний перелом визначені як патерни, які найімовірніше потребуватимуть втручання для зупинки кровотечі. Інші фактори, визначені як предиктори необхідності виконання процедур зупинки кровотечі, включають відкритий перелом таза і вік старше 64 років.** Найважливіше розрізнити гемодинамічно стабільних і нестабільних пацієнтів. Особливості патернів переломів і методи розмежування механічно стабільних переломів від нестабільних мають менше значення, коли у пацієнта спостерігається активна кровотеча. Всесвітнє товариство невідкладної хірургії (англ., World Society of Emergency Surgery) рекомендує відносити кожного пацієнта, який перебуває в гемодинамічно нестабільному стані внаслідок перелому таза, до IV класу (**табл. 10-1 і рис. 10-3**) незалежно від характеру перелому. **У майже половини пацієнтів із переломом таза також будуть супутні ушкодження.**

Таблиця 10-1: Представлена класифікація переломів таза базується на гемодинамічному стані пацієнта. Розподіл за видами переломів та анатомічна стабільність мають другорядне значення. Лікування гемодинамічно нестабільних пацієнтів може включати накладання тазового биндажа, ендovasкулярну оцінку і лікування, тампонування передочеревинної ділянки або стабілізацію кісток. REBOA (англ., resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta) - невідкладна ендovasкулярна балонна оклюзія аорти; WSES - Всесвітнє товариство невідкладної хірургії.

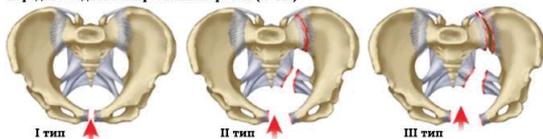
Клас за WSES	Опис	Класифікація Янга-Берджеса	Гемодинамічний статус	Механіка	Раннє лікування
I	Легка травма	ПЗКП I типу, БКП I типу	Норма	Стабільний	Рутинне оцінювання
II	Травма середньої тяжкості	БКП II/III типу, ПЗКП II/III типу	Норма	Нестабільний	Тазовий биндаж, можлива ангіоемболізація; можлива зовнішня фіксація або оперативне лікування
III	Травма середньої тяжкості	ВЗП	Норма	Нестабільний	Тазовий биндаж, можлива ангіоемболізація; оперативне лікування
IV	Тяжка травма	Будь-який тип	Шок	Не має значення	Тазовий биндаж, тампонування передочеревинного простору, механічна фіксація, REBOA, ангіоемболізація

БКП - бічний компресійний перелом; ПЗКП - передньо-задній компресійний перелом; ВЗП - вертикальний зсувний перелом; REBOA - ретроградна ендovasкулярна балонна оклюзія аорти.

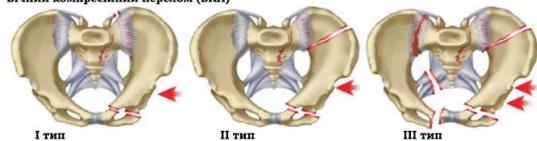
Рисунок 10-3: Класифікація переломів таза за Янгом-Берджесом (англ., Young-Burgess).

Передньо-задній компресійний перелом виникає в результаті дії вектора сили в напрямку спереду назад, що призводить до характерного розходження (діастазу) лобкових кісток. Переломи класифікують за ступенем тяжкості від першого до третього типу. Бічні компресійні переломи є найпоширенішими і виникають в результаті дії бічного вектора сили. Ступінь тяжкості зростає першого до третього типу. Переломи внаслідок вертикального зсуву виникають у результаті дії сил, прикладених по довгій осі. Характерними є ушкодження крижової кістки та крижово-клубових суглобів, а також зміщення однієї половини таза догори.

Передньо-задній компресійний перелом (ПЗКП)



Бічний компресійний перелом (БКП)



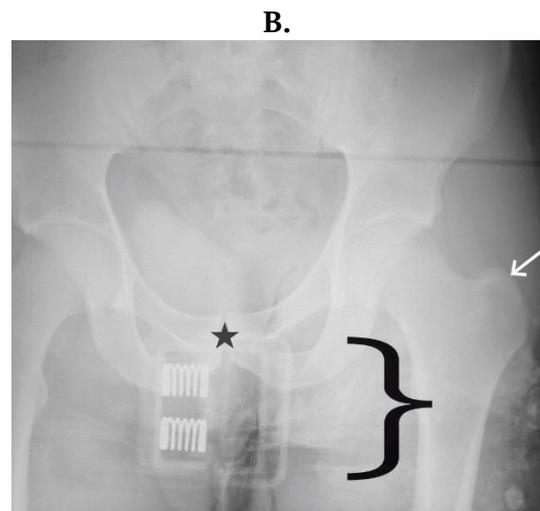
Вертикальний зсувний перелом (ВЗП)



Агресивне натискання з розведенням кісток таза (дистракція) для оцінки його анатомічної стабільності не рекомендоване, оскільки це може посилити кровотечу. Натомість можна виконати легке натискання на ділянку передніх верхніх клубових остей і бічне стискання в ділянці клубових гребенів. Біль, рухливість або крепітація вказують на перелом. Помітна різниця в довжині кінцівок може вказувати на перелом або вивих стегнової кістки. **Таз може вмістити від 4 до 6 літрів крові, тому навіть ізольовані травми можуть спричинити гемодинамічну нестабільність. Таз необхідно стабілізувати за допомогою простирадла або комерційного тазового биндажа (якщо цього не було зроблено на догоспітальному етапі).** Биндажем або простирадлом охоплюють таз на рівні великих вертлюгів стегнової кістки. У результаті цього маневру повинна відбутись внутрішня ротація нижніх кінцівок. Ноги також можна зафіксувати разом в області гомілковостопних суглобів - це сприятиме зменшенню об'єму таза й обмеженню крововтрати. Такий маневр запобігає руху в місці перелому і може допомогти тампонувати венозну кровотечу, щоб

обмежити втрату крові. Ця техніка буде описана детальніше на станції практичних навичок етапу С. У 85% випадків кровотеча в порожнину таза є венозною, що пояснює успіх компресії. Для зменшення крововтрати проводять гемостатичну ресусцитацію невеликими об'ємами з обмеженням кристалоїдів і переважним застосуванням цільної крові та/або її компонентів, а також вводять транексамову кислоту не пізніше трьох годин після отримання травми. Тактика лікування при кровотечі внаслідок перелому кісток таза може бути визначена за допомогою візуалізаційних досліджень органів грудної клітки і таза, а також процедур для оцінки внутрішньочеревної кровотечі. Важливою є ургентна консультація хірурга. Класичні результати візуалізації показані на **рис. 10-4**.

Рисунок 10-4: А. Рентгенограма таза, на якій видно розширення лобкового симфізу, характерне для передньо-заднього компресійного перелому за Янгом-Берджесом (стрілка). В. Рентгенограма таза пацієнта, якому було накладено тазовий бандаж. Зірочка позначає положення лобкового симфізу, стрілка вказує на лівий великий вертлюг, фігурна дужка - на пристрій для стабілізації тазу (ПСТ). ПСТ повинен бути розташований нижче великих вертлюгів. С. Вертикальний зсувний перелом. Рентгенограма таза іншого пацієнта з переломом через крижово-клубовий суглоб зі зміщенням догори правої половини таза. Тонкі стрілки вказують на крижово-клубові суглоби (зверніть увагу на розширення суглобової щілини праворуч). Широка стрілка вказує на зміщення правої половини таза догори.



Відкриті переломи таза можуть призвести до знекровлювальної кровотечі. На щастя, такі травми трапляються нечасто. Зазвичай вони вимагають негайного тампонування рани й ургентної консультації хірурга.

ЗНАЧНІ УШКОДЖЕННЯ АРТЕРІЙ І ТРАВМАТИЧНА АМПУТАЦІЯ

Існує багато причин, які можуть призвести до значного ушкодження артерій, зокрема проникаючі травми, високоенергетичні тупі удари, розчавлення і роздроблення кінцівок.

Переломи або вивихи поблизу проходження артерії також можуть призвести до її ушкодження зі значною кровотечею (назовні або у м'які тканини). Пацієнти з травматичною ампутацією мають підвищений ризик загрозової для життя кровотечі, і можуть потребувати негайного накладання турнікета. У випадках значного ушкодження судин пацієнт потребує ургентного скерування до хірургічного відділення.

ОЦІНКА СТАНУ

Оцінка стану травмованих кінцівок повинна включати пошук як явних, так і прихованих ознак кровотечі, пальпацію периферичного пульсу - зникнення або зміна характеристики раніше пальпованого пульсу, а також його асиметрія на різних кінцівках. Будь-яка з цих ознак може вказувати на ушкодження судин. Важливо позначити точки, де пальпується пульс на периферії - це полегшить подальшу оцінку. Якщо дозволяють ресурси, корисним може бути використання доплерівського ультразвуку і вимірювання кісточково-плечового індексу (КПІ) або індексу травмованої кінцівки (травмована кінцівка порівняно з неушкодженою). **КПІ визначається шляхом ділення найвищого систолічного артеріального тиску, виміряного на щиколотці, на систолічний тиск в ділянці плеча (плечової артерії).** Співвідношення вище 0,9 вказує на нормальну перфузію в нетравмованих осіб (рис. 10-5). Неоднаковий КПІ на різних кінцівках може вказувати на ушкодження артерії або порушення в ній кровотоку. Подібним чином можна порівняти систолічний тиск на травмованій і нетравмованій руці (рис. 10-6). Чітку візуалізацію серйозних ушкоджень судин і незупиненої кровотечі дає КТ-ангіографія, але зазвичай вона застосовується лише у стабільних пацієнтів або у випадках визначення тактики ендovasкулярних втручань. Якщо є супутні переломи, то перед остаточною ангіографічною оцінкою вони зазвичай вимагають вивірювання і тимчасової стабілізації.

Важливо пам'ятати, що наявність доплерівського сигналу не виключає значного ушкодження артерій. Такі ознаки, як поступове збільшення пульсуючої гематоми, відсутність пульсу на периферії або видима

артеріальна кровотеча, є чіткими індикаторами ушкодження артерій.

ЛІКУВАННЯ

Якщо кровотеча не катастрофічна, її контроль починається з негайного вивірювання деформації кінцівки і застосування прямого мануального тиску на рану. Можливе поетапне посилення заходів контролю кровотечі, з накладанням, врешті-решт, ручного або пневматичного турнікета. На рис. 10-7 зображені комерційно виготовлені турнікети. **Критично важливим є правильне накладання турнікета з перекриттям артеріального кровотоку без подальшого погіршення стану кінцівки, а також точний запис часу накладання для прийняття подальших рішень щодо життєздатності кінцівки.**

Рисунок 10-5: Вимірювання кісточково-плечового індексу (КПІ). А. Артеріальний тиск (АТ) вимірюють вручну за допомогою спеціальної манжети, яку накладають на неушкоджену верхню кінцівку, нагнітають тиск, вищий за САТ, і повільно здувають. В. Для визначення тиску, при якому відновлюється кровотік, до кінцівки прикладають доплер. С. Ту ж манжету накладають на травмовану ногу, нагнітають до тиску, вищого за САТ, і повільно здувають. D. Тиск, при якому відновлюється кровотік, реєструють за допомогою доплера. Другий показник порівнюють із першим, отриманим після вимірювання на верхній кінцівці. Значення <0,9 свідчить про ушкодження судин.

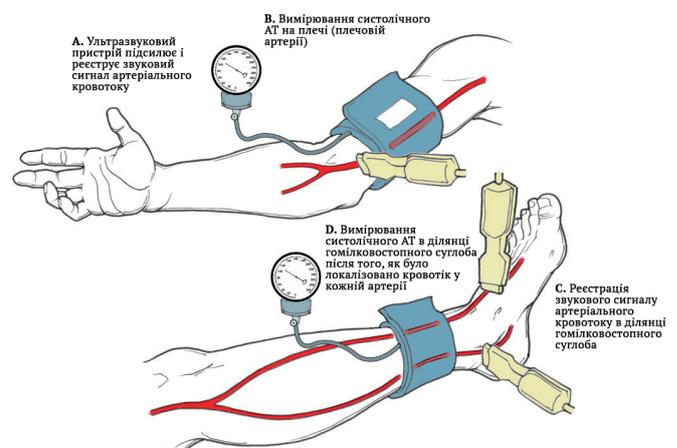


Рисунок 10-6: Індекс uszkodженої кінцівки. А. АТ вимірюють вручну за допомогою спеціальної манжети, яку накладають на неушкоджену верхню кінцівку, нагнітають тиск, вищий за САТ, і повільно здувають. В. Для визначення тиску, при якому відновлюється кровотік, до кінцівки прикладають доплер. С. Кроки А і В повторюють на uszkodженій верхній кінцівці. D. Обчислюють індекс uszkodженої кінцівки, порівнявши травмовану кінцівку зі здоровою. Значення <0,9 свідчить про ушкодження судин. КПІ - кістково-плечовий індекс; АТ - артеріальний тиск; САТ - систолічний артеріальний тиск.

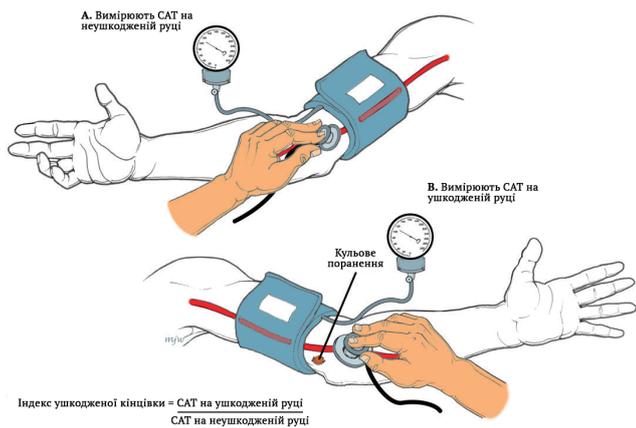


Рисунок 10-7: У продажу є кілька моделей турнікетів. А. Бойовий турнікет САТ (англ., Combat application tourniquet). В. Тактичний турнікет Сил спеціальних операцій - SOFTT (англ., Special Operations Forces Tactical Tourniquet). С. Турнікет SAM XT, виробник SAM Medical. D. Медичний турнікет із зубчастим механізмом. Е. Турнікет ТХ-3. F. Тактичний механічний турнікет ТМТ™. Комітет з Допомоги пораненим в умовах бойових дій (англ., Committee on Tactical Combat Casualty Care), також відомий як CoTCCC або TCCC, є джерелом, яке використовує програма Stop the Bleed® (“Зупини кровотечу”) Комітету з питань травми для надання рекомендацій щодо обладнання. Ці турнікети схвалені і внесені до додаткового переліку TCCC, однак тут відображені не всі версії схвалених турнікетів. Повний перелік можна знайти на вебсторінці: <https://learning-media.allogy.com/api/v1/pdf/ef9c8ec7-c4b2-4948-9ff5-fb34f504032a/contents>.



Турнікет накладають на 5–8 см вище від місця поранення, уникаючи накладання на суглоби. Оклюзія лише венозної системи може збільшити кровотечу і призвести до набряку та ціанозу кінцівки. Для досягнення ефекту пневматичний турнікет може вимагати тиску 250 мм рт. ст. або більше на верхній кінцівці та 400 мм рт. ст. або більше на нижній кінцівці.

Пам'ятайте, що значна частина компресійного ефекту від такого високого тиску витрачається на стискання м'яких тканин, і показники тиску на турнікеті не відображають безпосередній тиск на судину. **Переконайтеся, що час накладання турнікета чітко задокументовано.** Наступним критично важливим кроком є ургентна хірургічна консультація. Розгляньте варіант раннього переведення пацієнта до травма-центру з відділенням судинної хірургії. Життєздатність кінцівки залежить не тільки від масштабу і характеру первинної травми, але й від тривалості ішемії, а також від наявності та глибини шоку. Якщо час перебування турнікета на кінцівці перевищує 90–120 хв, може бути доцільним контрольовано послабити тиск в турнікеті й повторно оцінити, чи триває кровотеча, а також вирішити, чи потрібно знову накачувати турнікет, чи застосувати інші методи контролю кровотечі. Тривале перебування турнікета на кінцівці є ризикованим; рішення залишити чи послабити турнікет залежить від постійної оцінки кровотечі й загального стану кінцівки. Більш детальну інформацію щодо конверсії турнікета див. у розд. 14 «Початкова оцінка стану: вторинний огляд». Кінцівка, яка потребує накладання турнікета, за визначенням є кінцівкою, що перебуває під загрозою втрати.

При травматичних ампутаціях зазвичай доцільно якомога раніше накласти турнікет (як правило, на догоспітальному етапі). Ведення такого пацієнта передбачає консультацію хірурга. Хоча можливість реплантації після повної ампутації існує, її необхідно оцінювати з урахуванням загального профілю ушкоджень пацієнта і життєздатності ампутованої частини. Зазвичай реплантація застосовується лише у пацієнтів з ізольованими травмами кінцівок. Пацієнти з множинними травмами, які потребують інтенсивної ресусцитації та/або

невідкладної хірургічної допомоги, не завжди підходять для хірургічної реплантації. Для забезпечення належної оцінки, прийняття рішень та лікування пацієнтів з травматичними ампутаціями слід передати хірургічній бригаді, яка має досвід у проведенні процедур реплантації. Якщо це можливо, ампутовану частину слід ретельно промити від забруднення ізотонічним розчином (наприклад, лактатом Рінгера), а потім загорнути у вологу стерильну марлю.

Підготовлену в такий спосіб ампутовану частину обгортають вологим стерильним рушником, кладуть у герметичний поліетиленовий пакет і транспортують в холодильній камері, наповненій подрібненим льодом, в одній машині з пацієнтом. Важливо не класти ампутовану частину безпосередньо в лід, щоб уникнути термічного ушкодження (заморожування). Це може порушити її життєздатність і потенційно зробити кінцівку непридатною для реплантації, якщо тільки лікарня, яка приймає пацієнта, або хірургічна бригада не надасть інших інструкцій. Травматичні ампутації є серйозною фізичною й емоційною подією для пацієнтів, тому психологічна підтримка є важливою при їх оцінці та в лікуванні.

Кінцівка, що має деформацію або порушення кровообігу, вимагає негайного вирівнювання, шинування та повторної оцінки, оскільки це може відновити артеріальний кровотік. Завжди ретельно оцінюйте та документуйте нейросудинний статус кінцівки до та після будь-якого втручання, а також протягом усього часу взаємодії з пацієнтом, щоб забезпечити найкращі можливі результати.

ПЕРЕЛОМИ ОБОХ СТЕГНОВИХ КІСТОК

Пацієнти з переломами обох стегнових кісток або із множинними переломами довгих кісток мають суттєво вищий ризик ускладнень і смертності. Ці травми свідчать про вплив значної сили. **Пацієнти з переломами обох стегнових кісток більш схильні до значної крововтрати, тяжких супутніх ушкоджень, легеневих ускладнень, поліорганної недостатності та смерті порівняно з пацієнтами з переломом однієї стегнової кістки.** Ізольований закритий перелом діафізи стегнової кістки може призвести до значної

крововтрати, яка може досягати 2 л, що для пацієнта вагою 70 кг становить понад 40 % від загального об'єму крові. Переломи обох стегнових кісток можуть зумовити вдвічі більшу крововтрату. Відкриті переломи спричиняють швидку втрату крові, що призводить до гемодинамічної нестабільності. Відсутність ефекту тампонування при відкритих переломах може призвести до загрозливої для життя втрати крові. Закриті переломи можуть кровити повільніше, але також неминуче прогресують до геморагічного шоку. **Зважаючи на це, надзвичайно важливими є накладання шини, застосування тракції, зупинка кровотечі в місці поранення, а також ретельна й обережна ресусцитація. Рекомендовано якнайшвидше скерувати таких пацієнтів до травма-центру, оснащеного комплексним ортопедичним і хірургічним обладнанням.**

Належне лікування, іммобілізація і ресусцитація пацієнтів із множинними переломами зменшують ризик системних ускладнень. Утім, завжди зберігається ризик жирової емболії, коли кістковий мозок потрапляє в кровоносну систему й призводить до обструкції легеневих артерій. Гостра реакція дихальної системи на емболію може бути доволі вираженою, особливо якщо стан супроводжується тривалою гіповолемією.

М'ЯЗОВО-СКЕЛЕТНІ ТРАВМИ, ПРИ ЯКИХ ІСНУЄ ПОТЕНЦІЙНА ЗАГРОЗА ВТРАТИ КІНЦІВКИ

Травми, які не становлять безпосередньої загрози для життя, але зумовлюють погіршення стану кінцівки в найближчий час чи у довгостроковій перспективі, не є пріоритетними і розглядаються тільки після проведення невідкладної ресусцитації і стабілізації пацієнта. Сюди належать відкриті переломи, проникаючі травми суглобів, вивихи великих суглобів, травми судин з ішемією кінцівки, компартмент-синдром та значні травми від розчавлювання. Усі ці травми вимагають окремої уваги й детальніше описані нижче. Такі ушкодження є критичними і потребують своєчасного виявлення та лікування, щоб запобігти тяжким наслідкам або потенційній втраті травмованої кінцівки. Оцінка м'язово-скелетних травм і прийняті рішення під час первинного огляду можуть

значно вплинути на прогноз пацієнта і його шлях до остаточного відновлення.

ВІДКРИТІ ПЕРЕЛОМИ І ПРОНИКАЮЧІ ТРАВМИ СУГЛОБІВ

При відкритих переломах і проникаючих травмах суглобів існує пряме сполучення між зовнішнім середовищем і ділянкою перелому або суглобовою порожниною (рис. 10-8). Це трапляється, коли ушкоджується шкіра і глибше розташовані тканини, такі як фасції або м'язи, причому ступінь ушкодження м'яких тканин зазвичай пропорційний силі удару. **Сполучення з зовнішнім середовищем, поєднане з ризиком бактеріального зараження, зумовлює більшу схильність таких травм до розвитку ускладнень, таких як інфікування, сповільнене загоєння і порушення функцій.** Для лікування таких травм необхідна негайна ретельна їх оцінка.

ОЦІНКА СТАНУ

Виявити відкритий перелом або проникаючу травму суглоба надзвичайно важливо. **Це потрібно робити під час ретельного фізикального обстеження, у процесі якого медик повинен знайти всі відкриті рани, пов'язані з переломом.**

Не кожна рана шкіри поблизу перелому означає відкриту травму; проте, бажано зберігати високий рівень підозри і за умови виявлення такої рани вести її як відкриту травму (що, як правило, є безпечнішим). Під час первинного огляду не рекомендовано зондувати рани, щоб не збільшувати ризик інфікування, розвитку кровотечі та ятрогенного травмування. Документування даних про рани починається на догоспітальному етапі із детального опису ушкодження і наданої початкової допомоги. Візуальне підтвердження наявності кісткового уламка, який виступає крізь шкіру з рани, є діагностичною ознакою відкритого перелому. Підозра на відкриту травму суглоба, яка не є очевидною, може вимагати підтвердження за допомогою комп'ютерної томографії. Виявлення газу в порожнині суглоба при візуалізації є надійним

індикатором відкритої травми і вимагає ранньої консультації ортопеда для можливого хірургічного втручання.

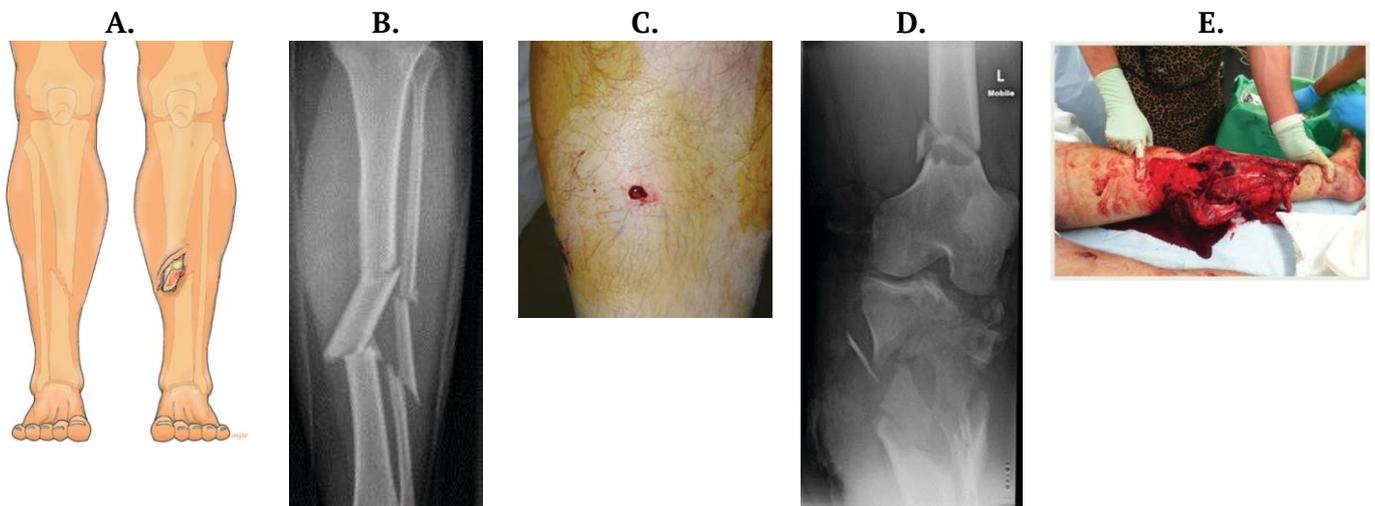
Фотографування травм для документування й отримання консультації фахівця може мати певну користь, якщо це клінічно доцільно і здійснюється з дотриманням місцевих настанов. Фотографії допомагають точно передати ступінь тяжкості травми консультантам і сприяють плануванню хірургічного втручання, а також слугують для юридичної документації. За можливості слід отримати згоду пацієнта на фотографування, забезпечуючи повагу до його приватного життя і гідності.

ЛІКУВАННЯ

Стратегії лікування повинні базуватися на комплексному аналізі анамнезу травми і даних клінічного огляду. **Всім пацієнтам з відкритими переломами рекомендоване внутрішньовенне введення антибіотиків, причому пріоритет надається цефалоспорином першого покоління та іншим препаратам, залежно від механізму травми та місцевих протоколів (табл. 10-2).** Затримка антибіотикотерапії більше ніж на 3 години з моменту травмування збільшує ризик розвитку інфекції. **В ідеалі антибіотики слід вводити в межах 1 год після прибуття пацієнта до відділення екстреної медичної допомоги (ВЕМД).**

У ВЕМД можна провести раннє очищення рани від бруду за допомогою стерильних інструментів і накрити рану вологою стерильною пов'язкою. Далі, після проведення детального обстеження, яке включає огляд м'яких тканин, оцінку кровообігу й неврологічний статус, травму стабілізують. Не потрібно відкладати консультацію хірурга і травматолога. При всіх значних відкритих травмах опорно-рухового апарату рекомендованою є профілактика проти правця, за винятком випадків, коли підтверджено недавню вакцинацію або введення вакцини протипоказано (табл. 10-3).

Рис. 10-8: Відкриті і закриті переломи великогомілкової кістки. А. На рисунку показано різницю між відкритим (ліворуч) і закритим (праворуч) переломом великогомілкової кістки. При відкритому переломі кістка виступає крізь шкіру з рани, що створює ризик забруднення й інфікування. При закритому переломі цілісність шкіри збережена й кістка залишається оточеною м'якими тканинами. Дуже важливо розпізнати відкритий перелом, щоб зменшити ризик інфікування. В. Рентгенограма поєднаного перелому великогомілкової і малогомілкової кісток з множинними осколками. Дистальна частина осколка великогомілкової кістки розташована близько до поверхні шкіри. С. Фотографія правої ноги пацієнта, чия рентгенограма описана в пункті В. На цьому зображенні видно невелику відкриту рану на шкірі над переломом діафіза великогомілкової кістки, що вказує на відкритий перелом. Навіть при мінімальному ушкодженні шкіри існує ризик забруднення й розвитку інфекції. Належний догляд за раною, антибіотики та хірургічне висічення є необхідними компонентами лікування відкритих переломів для попередження ускладнень. D. На рентгенограмі зображено перелом дистального відділу стегнової кістки з численними кістковими осколками і значним зміщенням. Такі переломи часто є наслідком сильної травми і можуть супроводжуватися значним ушкодженням м'яких тканин. Е. Фотографія лівої ноги пацієнта, чия рентгенограма описана в пункті D. Наявний масивний відкритий перелом дистального відділу стегнової кістки та проксимального відділу великогомілкової кістки зі значним ушкодженням м'яких тканин та оголенням кісток. Травма представляє високий ризик забруднення, інфікування і кровотечі. негайне лікування включає зупинку кровотечі, стабілізацію кісткових уламків, введення антибіотиків та ретельний дебридмент.



Таблиця 10-2: Схема антибіотикотерапії при відкритих переломах залежно від тяжкості і ступеня забруднення. За класифікацією Густіло-Андерсона (англ., Gustilo-Anderson) відкриті переломи оцінюють за шкалою від 1 до 3 залежно від ступеня забруднення й ушкодження тканин, де тип 1 — це чиста рана довжиною менше 1 см, а тип III — сильно забруднена рана зі значним ушкодженням м'яких тканин і судин.

Режими антибіотикопрофілактики при відкритих переломах

	Відсутність потенційного забруднення ґрунтом або водою	Наявність потенційного забруднення ґрунтом (за відсутності забруднення водою)	Наявність забруднення водою
Перелом Густіло-Андерсона I або II типу			
Рекомендований режим	Цефазолін 2 г ВВ кожні 8 год	Цефазолін 2 ВВ кожні 8 год ПЛЮС метронідазол 500 мг ВВ кожні 8 год або Цефтріаксон 2 г ВВ кожні 24 год ПЛЮС метронідазол 500 мг ВВ кожні 8 год	Рекомендації, наведені ліворуч, не потребують змін
Альтернативний режим за умови гіперчутливості до бета-лактамів	Ванкоміцин <ul style="list-style-type: none"> • Навантажувальна доза 20 – 35 мг/кг • Підтримувальна доза 15 – 20 мг/кг кожні 8–12 год (доза визначається на основі індивідуальних факторів пацієнта і коригується відповідно до порогових рівнів) 	Кліндаміцин 900 мг ВВ кожні 8 год	Рекомендації, наведені ліворуч, не потребують змін
Перелом Густіло-Андерсона III типу			
Рекомендований режим	Цефазолін 2 г ВВ кожні 8 год ПЛЮС гентаміцин 5 мг/кг ВВ кожні 24 год або Цефтріаксон 2 г ВВ кожні 24 год	Цефтріаксон 2 г ВВ кожні 24 год ПЛЮС метронідазол 500 мг ВВ кожні 8 год або Цефазолін 2 г ВВ кожні 8 год ПЛЮС гентаміцин 5 мг/кг ВВ кожні 24 год ПЛЮС метронідазол 500 мг ВВ кожні 8 год	Забруднення прісною водою: Піперацилін/тазобактам 4,5 г ВВ кожні 6 год Забруднення солоною водою: Піперацилін/тазобактам 4,5 г ВВ кожні 6 год ПЛЮС доксициклін 100 мг ВВ/ПО кожні 12 год
Альтернативний режим за умови гіперчутливості до бета-лактамів	Кліндаміцин 900 мг ВВ кожні 8 год	Кліндаміцин 900 мг ВВ кожні 8 год ПЛЮС гентаміцин 5 мг/кг ВВ кожні 24 год	Забруднення прісною водою: Іміпенем 500 мг ВВ кожні 6 год або Меропенем 1 г ВВ кожні 8 год Забруднення солоною водою: Іміпенем 500 мг ВВ кожні 6 годин або Меропенем 1 г ВВ кожні 8 год ПЛЮС доксициклін 100 мг ВВ/ПО кожні 12 год

Примітки

- Якщо необхідно призначити цефазолін, пацієнтам вагою понад 120 кг потрібно вводити 3 г ВВ кожні 8 год
- Пацієнтам із ризиком інфікування MRSA (англ., methicillin-resistant staphylococcus aureus, метицилін-резистентний золотистий стафілокок) замість цефазоліну для покриття грампозитивних бактерій потрібно призначити ванкоміцин
- Замість доксицикліну можна використовувати фторхінолони (левофлоксацин, ципрофлоксацин)
- Профілактичне застосування антибіотиків можна припинити через 24 години після закриття рани при переломах I і II типу і через 72 години при переломах III типу
- Системну антибіотикотерапію рекомендовано розпочинати в момент постановки діагнозу
- Введення антибіотиків, активних проти грампозитивної флори, розпочинають якнайшвидше після отримання травматичного ушкодження, додаючи препарати, активні проти грамнегативної флори у випадку відкритих переломів III типу за Густіло-Андерсоном
- ВВ - внутрішньовенно, ПО - перорально

Таблиця 10-3: Рекомендації щодо імунізації проти правця відповідно до віку.

Рекомендації щодо імунізації проти правця відповідно до віку			
Вік (роки)	Анамнез вакцинації	Чисті невеликі рани	Всі інші рани
0 - 6	Невідомий або дитина імунізована проти правця серією DТаР відповідно до віку	DТаР	DТаР ППЛІ
	Дитина імунізована проти правця серією DТаР відповідно до віку	Немає показань	Немає показань
7 - 10	Невідомий або неповна імунізація серією DТаР	Tdap плюс рекомендація закінчити імунізацію відповідно до віку	Tdap плюс рекомендація закінчити імунізацію відповідно до віку ППЛІ
	Завершена імунізація серією DТаР, А ТАКОЖ минуло менше 5 років від останньої вакцинації	Немає показань	Немає показань
	Завершена імунізація серією DТаР, А ТАКОЖ минуло більше 5 років від останньої вакцинації	Немає показань	Td, але якщо дитині є 10 років, краще Tdap
11 + (Якщо вагітна, див. примітку)	Невідомий або отримано менше трьох доз вакцини, що містить правцевий анатоксин	Tdap плюс рекомендація закінчити імунізацію відповідно до віку	Tdap плюс рекомендація закінчити імунізацію відповідно до віку ППЛІ
	Отримано три або більше доз вакцини, що містить правцевий анатоксин, А ТАКОЖ пройшло менше 5 років від останньої вакцинації	Немає показань	Немає показань
	Отримано три або більше доз вакцини, що містить правцевий анатоксин, А ТАКОЖ пройшло 5-10 років від останньої вакцинації	Немає показань	Бажано Tdap (якщо ще не було отримано) або Td
	Отримано три або більше доз вакцини, що містить правцевий анатоксин, А ТАКОЖ пройшло більше 10 років від останньої вакцинації	Бажано Tdap (якщо ще не було отримано) або Td	Бажано Tdap (якщо ще не було отримано) або Td

*Вагітні пацієнтки: В рамках стандартного лікування ран для профілактики правця вагітним жінкам може бути рекомендована вакцина, що містить правцевий анатоксин, якщо з моменту попередньої ревакцинації Td минуло 5 або більше років. Якщо вагітній пацієнтці рекомендована ревакцинація Td, медичні працівники вводять Tdap. Джерело: <https://www.cdc.gov/disasters/disease/tetanus.html>.

DТаР — Diphtheria, Tetanus, acellular Pertussis - вакцина проти дифтерії, правця, кашлюка (ацелюлярний компонент); в Україні можна порівняти до АКДП.

Tdap — Tetanus, reduced-dose diphtheria, acellular pertussis - вакцина проти дифтерії (зменшена доза), правця, кашлюка (ацелюлярний компонент); в Україні можна порівняти до АДП-М, але з протикашлюковим ацелюлярним компонентом.

Td — Tetanus, reduced-dose diphtheria - вакцина проти дифтерії (зменшена доза) і правця; в Україні можна порівняти до АДП-М.

ППЛІ - протиправцевий людський імуноглобулін (англ., tetanus immune globulin, TIG).

УШКОДЖЕННЯ СУДИН

Якщо пацієнт з тупою або проникаючою травмою, розчавленням, скручуванням чи вивихом має ознаки судинної недостатності, насамперед потрібно запідозрити ушкодження судин. У разі виявлення значної кровотечі необхідно негайно надати допомогу відповідно до протоколів дій при загрозливих для життя травмах, як зазначено вище.

ОЦІНКА

Кінцівки спочатку можуть виглядати життєздатними завдяки колатеральному кровообігу, який може підтримувати певний кровотік. Утім, ушкодження судин без оклюзії, наприклад, розриви інтими або стиснення ззовні, можуть зумовити такі ознаки, як прохолодна на дотик шкіра, подовжений час капілярного наповнення, ослаблення периферичного пульсу і патологічний КПП. У випадках повного припинення кровотоку кінцівка буде холодною на дотик, блідою і з відсутнім пульсом, що свідчатиме про ургентність медичного втручання. Хоча ці симптоми й не становлять безпосередньої загрози для життя, їх своєчасне виявлення й початок втручань є критично важливими для запобігання незворотним ушкодженням. З метою відновлення кровотоку і попередження некрозу м'язів та ушкодження нервів, які розпочнуться вже за кілька годин після ушкодження, може бути потрібне раннє хірургічне втручання.

ЛІКУВАННЯ

Важливо усвідомлювати, що перфузію ушкодженої кінцівки неможливо адекватно оцінити, якщо не виконати її вирівнювання, ротацію і не відновити довжину. У випадку вивиху чи перелому обережне вирівнювання кінцівки з відновленням її природної довжини та надання положення, симетричного до іншої, неушкодженої кінцівки, з подальшим шинуванням, часто може відновити кровотік, особливо коли компресія артерії була спричинена зміщенням кісткових уламків. Спочатку не обов'язково досягати ідеального анатомічного вирівнювання. Метою є відновлення загального ходу нервів і судин і полегшення болю.

У випадках, коли ушкодження артерії супроводжується вивихом великого суглоба, обережно спробуйте вправити вивих або накласти шину на суглоб у тому вигляді, в якому він знаходиться, після чого зверніться за консультацією до ортопеда. КТ-ангіографія - інформативний метод оцінки судинних ушкоджень, проте вона не повинна затримувати відновлення кровотоку. Найкраще це дослідження провести після хірургічної консультації.

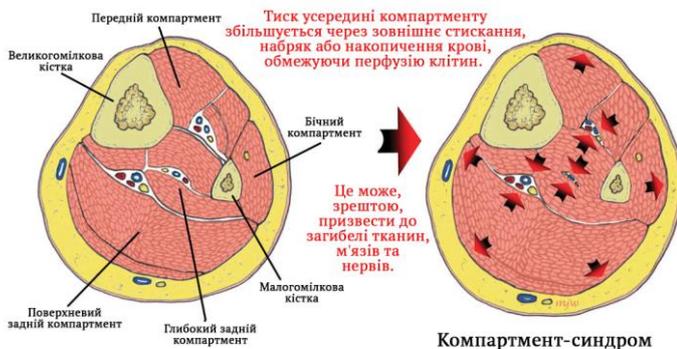
Процес фіксації травмованої кінцівки несе ризик порушення кровообігу, тому перед накладанням шини або проведенням іммобілізації, а також після цього необхідно ретельно оцінити стан судин і нервів кінцівки. Якщо після фіксації пульс став слабшим чи посилювався біль, необхідно негайно провести повторну оцінку стану. Циркулярні пов'язки, гіпси або шини, які порушують прохідність судин, необхідно послабити або зняти з метою переоцінки і запису даних про кровопостачання, переконавшись, що життєздатності кінцівки ніщо не загрожує.

КОМПАРТМЕНТ-СИНДРОМ

Компартмент-синдром розвивається тоді, коли підвищений тиск у замкненому анатомічному просторі призводить до ішемії, застою крові в судинах і подальшого аноксичного й метаболічного ушкодження тканин. Якщо не надати своєчасну допомогу, цей стан може швидко призвести до відмирання тканин. Підвищення тиску може бути спричинене такими чинниками, як внутрішня кровотеча або набряк, що виникають внаслідок травми чи реперфузії ішемізованої кінцівки, або ж через зовнішнє стискання тугими пов'язками, що обмежують об'єм окремого фасціального компартменту. **Хоча це явище часто спостерігається в міофасціальних компартментах кінцівок, наявність інтактного фасціального бар'єру не є обов'язковою умовою для розвитку компартмент-синдрому.** Шкіра також може обмежувати об'єм кінцівки; компартмент-синдром може розвиватись навіть при відкритих переломах. До ділянок, що найчастіше піддаються ризику розвитку компартмент-синдрому після травми,

належать гомілка, передпліччя, стопа, кисть, стегно та сіднична ділянка. Рис. 10-9 демонструє патофізіологічні зміни при компартмент-синдромі.

Рисунок 10-9: Патофізіологічні зміни при компартмент-синдромі в ділянці гомілки. На поперечному зрізі показані передній, бічний, поверхневий задній і глибокий задній компартменти гомілки. Підвищений тиск в одному або декількох компартментах, спричинений зовнішнім стисканням, набряком або внутрішньою кровотечею, обмежує перфузію і призводить до зниження постачання кисню до тканин. Якщо цей стан не усунути, постійний тиск порушить функціонування м'язів, нервів і судин, що призведе до ішемії та некрозу тканин. Щоб попередити незворотні ушкодження, важливі вчасне виявлення і проведення належних втручань.



ОЦІНКА СТАНУ

Біль є найпершою ознакою компартмент-синдрому. Непропорційний до ступеня ушкодження біль, який не зменшується після прийому знеболювальних засобів, а також біль при пасивному розтягуванні уражених м'язів є характерними ознаками гострого компартмент-синдрому (**Блок 10-2**). Такий діагноз ставиться клінічно на основі механізму травми і виявлення вищезазначених клінічних ознак.

Блок 10-2: Ознаки та симптоми компартмент-синдрому.

Ознаки та симптоми компартмент-синдрому

- **Біль, що перевищує очікуваний** і не відповідає стимулу або травми
- **Біль при пасивному розтягуванні** ураженого м'яза
- **Напружений набряк** ураженого компартменту
- **Парестезії або зміна чутливості** дистальніше від ураженого компартменту

Вирішальне значення для попередження тяжких наслідків, таких як стійке ушкодження нервів, відмирання м'язів, контрактури, інфекції, сповільнене загоєння кісток і, можливо, ампутація, має рання і точна діагностика. До факторів високого ризику розвитку гострого компартмент-синдрому належать:

- Переломи гомілки та передпліччя
- Травми під тугими гіпсовими пов'язками або бинтами
- Тяжкі травми від розчавлювання
- Локалізований і тривалий зовнішній тиск (циркулярні пов'язки чи гіпси, накладений турнікет)
- Підвищена проникність після ішемії
- Кругові опіки
- Екстравазація під час внутрішньосудинних інфузій

Діагноз не слід відкладати до появи пізніх ознак, таких як зменшення наповнення капілярів, втрата чутливості або відсутність пульсу, оскільки вони можуть свідчити про незворотне ушкодження. У пацієнтів із травмами спинного мозку, серйозними периферичними неврологічними ушкодженнями, множинними супутніми травмами, зміненим психічним станом, сильною седацією або фармакологічно викликаною міорелаксацією клінічні обстеження можуть бути ненадійними, що ускладнює діагностику компартмент-синдрому. У таких ситуаціях для підтвердження клінічного діагнозу може стати у нагоді пряме вимірювання внутрішнього тиску в компартменті.

Тиск у компартменті, що перевищує 30 мм рт. ст., свідчить про порушення кровотоку, яке може вимагати невідкладного медичного втручання. Розрахунок градієнта тиску (дельта-Р) є кращим індивідуалізованим рішенням для кожного пацієнта. Потрібно розрахувати різницю між діастолічним артеріальним тиском ураженої кінцівки і тиском у компартменті. Значення менше 30 мм рт. ст. підвищує рівень підозри щодо розвитку компартмент-синдрому.

Ці ознаки може бути важко відрізнити від симптомів, характерних для пацієнтів з травматичними ушкодженнями, навіть для досвідчених фахівців. Будь-яка підозра на компартмент-синдром потребує консультації

фахівця або негайної передачі інформації більш досвідченому клініцисту. Якщо місцеві фахівці не мають відповідної кваліфікації, слід розглянути можливість переведення пацієнта до іншої лікарні.

ЛІКУВАННЯ

Компартмент-синдром потребує проведення невідкладних втручань і частих повторних обстежень. Це динамічний процес, який може змінюватися під впливом переміщення рідини в організмі, продовження кровотечі та прогресування набряку тканин; тривале підвищення тиску в компартменті може спричинити значне ушкодження нервів і м'язів. Необхідно провести негайну хірургічну консультацію щодо фасціотомії (рис. 10 — фотографії, зроблені в операційній після декомпресійної фасціотомії), яка є остаточним методом лікування з метою зменшення тиску й попередження стійких ушкоджень. Критично важливим є раннє втручання; для оцінки й покращення кровотоку знімають всі матеріали, які стискають кінцівку.

З огляду на те, що характерною ознакою компартмент-синдрому є непропорційно великий біль, пацієнти з групи ризику потребують знеболення, і підходити до цього потрібно дуже ретельно. За можливості, уникають втручань, які можуть маскувати розвиток компартмент-синдрому, наприклад, регіонарної анестезії. Клініцисти повинні пам'ятати про можливі труднощі діагностики компартмент-синдрому у випадку множинних травм чи після проведення седації, зберігаючи пильність і високий рівень настороженості.

Рисунок 10-10: Фасціотомія кінцівок. А.

Фотографія фасціотомії передпліччя, зроблена в операційній. На фото - волярна (долонна) поверхня руки з поздовжнім розрізом шкіри. Розкрито підшкірну жирову клітковину, поверхневу фасцію, а також фасцію, що покриває м'язи. Мета - усунути стиснення, яке обмежує кровопостачання м'язів і нервів. В. Фотографія фасціотомії гомілки, зроблена в операційній. Виконано медіальний розріз із розкриттям поверхневого та глибокого задніх компартментів гомілки. Широко розкрито шкіру, підшкірну жирову клітковину і поверхневу фасцію. Для відновлення перфузії тканин розкрито м'язову фасцію.

А.



В.



КРАШ-СИНДРОМ / СИНДРОМ РЕПЕРFUЗІЇ

Краш-синдром, також відомий як травматичний рабдоміоліз, через значне ушкодження м'язової тканини зумовлює системну реакцію організму і чинить негативний вплив на нирки. Цей стан зазвичай розвивається внаслідок компресійного ушкодження великої групи м'язів - наприклад, стегна або литки - і характеризується поєднаним ефектом прямої травми м'язів,

ішемії і некрозу. **Такі ушкодження призводять до вивільнення міоглобіну та інших внутрішньоклітинних компонентів з їх виходом у кровеносну систему, що може спричинити гостре ураження нирок, системне запалення, метаболічні порушення і шок.** Критичним аспектом цього синдрому є швидке вивільнення електролітів і побічних продуктів анаеробного метаболізму, що може порушити серцеву провідність і функціонування нервів. Суттєвим ризиком є раптове підвищення рівня калію під час реперфузії, що може спровокувати небезпечні для життя серцеві аритмії.

На догоспітальному етапі надзвичайно важливо, щоб медичні працівники розпізнали ймовірність розвитку краш-синдрому, виходячи з механізму травми, і підтримували надалі високий рівень настороженості. Інформація про тривалість і характер стиснення, а також загальний час ішемії, має велике значення, особливо у випадках блокування постраждалого, наприклад, при ДТП із втисненням кабінки всередину.

ОЦІНКА СТАНУ

Діагностично, вивільнення міоглобіну проявляється зміною забарвлення сечі в темно-бурштиновий колір з позитивним результатом тесту на гемоглобін. За відсутності вимірювань міоглобіну в сечі маркером рабдоміолізу служить рівень креатинкінази сироватки, що перевищує 10 000 Од/л. Рабдоміоліз може призвести до метаболічного ацидозу, гіперкаліємії, гіпокальціємії та порушень згортання крові. Ці порушення можуть посилити ризики, пов'язані з шоком, крововтратою та необхідністю масивного переливання крові.

ЛІКУВАННЯ

Рання внутрішньовенна інфузійна терапія є ключовим втручанням для зменшення ураження нирок і профілактики гострої ниркової недостатності. Утім, підхід до рідинної ресусцитації має бути ретельно зважений з ризиками посилення кровотечі, особливо у травмованих пацієнтів з незупиненою кровотечею. Агресивна рідинна ресусцитація може призвести до зміщення тромбів, розведення факторів згортання крові та погіршення кровотечі.

Незважаючи на те, що єдиної думки щодо використання бікарбонату для внутрішньосудинного залуження на початковому етапі лікування тяжко травмованих пацієнтів немає, сода може відігравати певну роль пізніше, коли лікування буде проводитись досвідченим персоналом ВІТ. Балансування між пріоритетом ресусцитації при травмі та захистом нирок підкреслює складність лікування краш-синдрому у тяжкопоранених пацієнтів.

ПОШИРЕНІ ПРИЧИНИ СТІЙКОГО ПОРУШЕННЯ ФУНКЦІЙ РУХОВОГО АПАРАТУ

ЗАБОЇ І РВАНІ РАНИ

Під час оцінки простих забоїв та рваних ран важливо враховувати ймовірність непомічених судинних або неврологічних ушкоджень. Як правило, рвані рани вимагають очищення, належного дебридменту і накладання швів. Рвані рани з залученням глибше розташованої фасції можуть вимагати хірургічного обстеження для ретельної оцінки щодо глибших структурних ушкоджень. Початкова допомога при забоях, які зазвичай характеризуються локалізованим болем, набряком і чутливістю, полягає в обмеженні рухів ураженої ділянки і прикладанні льоду.

Розчавлення і внутрішнє відшарування (англ., internal degloving) м'яких тканин не завжди помітні відразу; їх можна запідозрити, спираючись лише на механізм травми. Розчавлення можуть призвести до деваскуляризації і некрозу м'язів; при травматичному відриві тканин (авульсії) можливе відокремлення шкіри від глибше розташованої фасції або від кровеносних судин, що потенційно може призвести до некрозу шкіри або накопичення в утвореній порожнині крові чи рідини - ураження Мореля-Лавалле (англ., Morel-Lavallee). Садна або синці в ділянці рани можуть свідчити про серйозне ушкодження м'язів або ризик розвитку ускладнень, таких як компартмент-синдром. У випадках підозри на описані ушкодження рекомендована консультація хірурга щодо можливого дренивання або дебридменту рани.

Ризик розвитку правця зростає у випадку наявності ран, які виникли понад 6 год тому, глибоких забоїв або саден (понад 1 см), опікових

ушкоджень, а також травм внаслідок високоенергетичного удару. Рани з сильним забрудненням, локальною денервацією тканин або ішемією також становлять підвищений ризик розвитку інфекції. У таких випадках важливо оцінити статус вакцинації проти правця.

Потрібно зазначити, що клінічна картина при значних забоях може з часом змінюватися, і початкова оцінка може не повністю відображати тяжкість травми. Документування розміру і ділянок розміщення забоїв під час первинного огляду є дуже важливим; крім цього, рекомендовано періодично переоцінювати стан ушкоджень. Іноді кровотеча в глибоких тканинах може не бути помітною на рівні шкіри протягом кількох годин або навіть днів.

УШКОДЖЕННЯ НЕРВІВ ВНАСЛІДОК ПЕРЕЛОМУ АБО ВИВИХУ

При переломах зі зміщенням уламків чи вивихом суглоба існує підвищений ризик виникнення неврологічних ушкоджень через тісний анатомічний зв'язок з великими нервами. Наприклад, задній вивих стегна може стискати сідничний нерв, а передній вивих плеча може травмувати пахвовий нерв. Ці нерви можуть бути ушкоджені внаслідок дії тупої сили з розтягуванням тканин. Також травмування нервів можливе у місцях, де вони переходять з одного анатомічного компартменту в інший. Це призводить до таких станів, як нейропраксія або травма від прямого стиснення.

ОЦІНКА СТАНУ

Раннє точне виявлення ушкоджень нервів має вирішальне значення для оптимального відновлення, що підкреслює необхідність цілеспрямованого неврологічного обстеження

пацієнтів із травмами опорно-рухового апарату. Ключовими кроками при оцінюванні є визначення базового рівня неврологічної функції і моніторинг змін. Це часто включає структуровану оцінку моторної і сенсорної функції важливих периферичних нервів, що вимагає взаємодії з пацієнтом. У **табл. 10-4** описано травми та діагностичні ознаки, які можуть бути пов'язані з ушкодженням нервів. Крім того, потрібно оглянути м'язи, включаючи пальпацію під час їх скорочення.

У випадку політравми початкова оцінка функцій нервів може бути складною, але її слід часто повторювати, особливо після стабілізації стану пацієнта. Надзвичайно важливим є документування прогресування неврологічних симптомів, оскільки це може свідчити про те, що стиснення нерва триває, і може вплинути на хірургічні рішення.

ЛІКУВАННЯ

Допомога при ушкодженні нервів включає вирівнювання та іммобілізацію уражених кісток і суглобів. Досвідчені клініцисти також можуть спробувати вправити вивихи, а потім повторно оцінити неврологічну функцію й іммобілізацію кінцівки. Важливо повідомити про вивих та його успішне вправлення лікарю, який буде далі вести пацієнта.

Перед початком лікування або втручання необхідно ретельно оцінити та задокументувати стан нервів і судин дистальної частини ушкодженої кінцівки. Це важливо, оскільки наявність дизестезії (порушення чутливості) після маніпуляцій за відсутності попередньої оцінки нейроваскулярного статусу створює діагностичну складність у визначенні, чи дисфункція нерва виникла внаслідок самої травми, чи в результаті дій медиків.

Таблиця 10-4: Оцінка периферичних нервів кінцівок. У цій таблиці перелічені нерви, які можуть ушкоджуватись при переломах чи вивихах верхніх і нижніх кінцівок.

Оцінка периферичних нервів				
ВЕРХНІ кінцівки	Нерв	Моторна функція	Сенсорна функція	Ушкодження
	Ліктювий	Відведення вказівного пальця і мізинця	Мізинець	Травма ліктя
	Серединний, дистальний відділ	Скорочення тенара з протиставленням	Дистальний кінець вказівного пальця	Перелом або вивих зап'ястя
	Серединний, передній міжкістковий	Згинання кінчика вказівного пальця	Немає	Надвиростковий перелом плечової кістки (діти)
	Шкірно-м'язовий	Згинання ліктя	Променева поверхня передпліччя	Передній вивих плеча
	Променевий	Великий палець, п'ястно-фалангове розгинання пальця	Тильна поверхня першого міжпальцевого проміжку	Дистальний відділ діафіза плечової кістки, передній вивих плеча
	Пахвовий	Дельтовидний	Латеральна поверхня плеча	Передній вивих плеча, перелом проксимального відділу плечової кістки
НИЖНІ кінцівки	Стегновий	Розгинання коліна	Передня поверхня коліна	Перелом гілок лобкової кістки
	Затульний	Відведення стегна	Медіальна поверхня стегна	Перелом кісток, які утворюють затульний отвір
	Задній великогомілковий	Згинання пальців стопи	Підошва стопи	Вивих коліна
	Поверхневий малоомілковий	Вивертання назовні (еверсія) гомілковостопного суглоба	Тильна бічна поверхня стопи	Перелом шийки малоомілкової кістки, вивих колінного суглоба
	Глибокий малоомілковий	Тильне згинання гомілковостопного суглоба / пальців стопи	Тильна поверхня першого міжпальцевого проміжку	Перелом шийки малоомілкової кістки, компартмент-синдром
	Сідничний нерв	Тильне або підошовне згинання гомілковостопного суглоба	Стопа	Задній вивих стегна
	Верхній сідничний	Приведення стегна	Верхня поверхня сідниць	Перелом кульшової западини
	Нижній сідничний	Розгинання стегна великим сідничним м'язом	Нижня поверхня сідниць	Перелом кульшової западини

ТРАВМИ СУГЛОБІВ І ЗВ'ЯЗОК

Механізм травми відіграє ключову роль в оцінці гострих травм суглобів. Пацієнти можуть повідомляти про незвичну силу, що діяла на суглоб у момент травми, наприклад, прямий удар по передній поверхні коліна (наприклад, об панель приладів під час ДТП), що призводить до заднього підвивиху колінного суглоба; підвертання гомілковостопного суглоба при невдалому приземленні після стрибка, що спричиняє ушкодження латерального зв'язкового комплексу; падіння на витягнуту руку, при якому лікоть перерозгинається.

ОЦІНКА

Під час фізикального огляду зазвичай виявляють болючість ушкодженого суглоба. Поширеним є наявність гемартрозу (крововиливу всередині суглоба), за винятком випадків розриву суглобової капсули, що дозволяє крові виходити в навколишні м'які тканини. Перевіряючи цілісність зв'язок за допомогою пасивних рухів, можна виявити значну нестабільність. Рентгенівське зображення може не показувати серйозних порушень, але може виявити невеликі відривні (авульсійні) переломи в місцях прикріплення зв'язок до кісток.

ЛІКУВАННЯ

Вкрай важливо іммобілізувати суглоб і регулярно перевіряти стан судин і нервів нижче рівня травми. **Наприклад, вивихи коліна часто спонтанно вправляються до положення, близького до анатомічного, і тому можуть бути не відразу очевидними. При травмі колінного суглоба із залученням багатьох зв'язок може бути вивих із ризиком судинно-нервових ускладнень. Такі травми зазвичай вимагають хірургічної консультації для належної стабілізації суглоба.** Обов'язковою є ретельна оцінка судинного статусу кінцівки.

ІЗОЛЬОВАНІ ПЕРЕЛОМИ

Тип перелому може надати інформацію про сили, що діяли на момент травми. Важливо точно описати виявлені переломи. Елементи опису повинні включати кістку та її ушкоджений сегмент (діафізарний,

метафізарний чи внутрішньосуглобовий перелом), характер (простий або осколковий) і тип перелому (тобто поперечний, спіральний, косий; повний чи неповний).

ОЦІНКА

Біль, чутливість, набряк і деформація є ознаками перелому кінцівки. Немає потреби визначати патологічну рухливість або крепітацію, оскільки ці маневри посилюють біль і ушкоджують м'які тканини.

ЛІКУВАННЯ

Іммобілізація повинна охоплювати суглоби, розташовані вище і нижче перелому. Нейроваскулярний статус оцінюється до і після шинування. Для остаточного лікування отримують консультацію ортопеда.

ДОПОМІЖНІ ЗАСОБИ

ІММОБІЛІЗАЦІЯ ПЕРЕЛОМУ

Основними цілями початкової іммобілізації перелому є якомога точніше вирівнювання ураженої кінцівки з наданням їй природного анатомічного положення, а також мінімізація рухів у місці перелому для запобігання подальшому травмуванню. У ситуаціях з відкритими переломами спроба репозиції може зумовити зміну положення раніше видимих з рани кінців кістки, що вимагає ретельного документування первинної позиції уламків (оголені кінці кістки в рані або penetрація шкіри) через можливі візуальні зміни при наступних оглядах. **Вирішальне значення для пацієнтів з відкритими переломами або значними ушкодженнями м'яких тканин мають негайне очищення рани з метою видалення бруду, своєчасне введення антибіотиків відповідно до ваги пацієнта і ревакцинація проти правця.**

Інколи при вивиху суглоба, за наявності належних навичок і досвіду, медики можуть спробувати його вправити. Якщо спроба виявилась успішною, суглоб слід іммобілізувати за допомогою шин із достатньою підкладкою, подушок або гіпсових пов'язок. Це допоможе утримувати кінцівку в правильному положенні. Якщо спроба репозиції не була вдалою,

необхідно накласти шину в тому положенні, в якому кінцівка є.

Важливо пам'ятати, що рятівні втручання мають пріоритет над накладанням шин при травмах кінцівок, за винятком випадків, коли гемодинамічна нестабільність спричинена переломом діафіза стегнової кістки. У таких ситуаціях репозиція перелому є частиною процесу ресусцитації, спрямованого на відновлення циркуляції крові. Крім того, нейроваскулярний статус ушкодженої кінцівки має бути ретельно оцінений та задокументований як до, так і після будь-яких маніпуляцій або шинування, щоб переконатися, що кінцівці не завдано додаткової шкоди.

Вправлення вивихів і репозиція переломів з їх наступним шинуванням сприяють зменшенню болю по закінченні маніпуляції. Утім, важливо пам'ятати, що під час проведення таких маневрів біль може бути досить вираженим. Пацієнту потрібно пояснити весь процес, а також забезпечити адекватне знеболення.

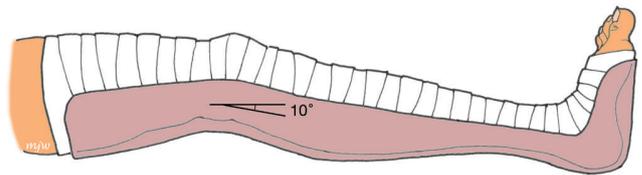
Особливу обережність слід виявляти у випадках, коли наявні нестабільні переломи таза, ушкодження в місцях, де потрібно зафіксувати шину, додаткові переломи нижче перелому діафіза стегнової кістки, часткова чи повна ампутація дистального відділу кінцівки або кінцівка визнана нежиттєздатною. У таких ситуаціях необхідно розглянути альтернативні методи іммобілізації і лікування, щоб уникнути порушення нервово-судинної функції в кінцівці.

ПРИНЦИПИ ШИНУВАННЯ ТА ІММОБІЛІЗАЦІЇ

Загалом, при переломах довгих кісток належна іммобілізація передбачає охоплення суглобів вище і нижче перелому. При травмах суглобів для повної іммобілізації ушкодженої ділянки необхідна іммобілізація кісток вище та нижче суглоба. Потрібно якомога ретельніше підтримувати функціональне положення суглоба або кінцівки. Наприклад, при ушкодженнях колінного суглоба ефективним методом для забезпечення стабільності та комфорту може бути накладання задньої довгої гіпсової лонгети. За можливості, не іммобілізуйте коліно повністю розігнутим, а краще зігніть його приблизно на десять

градусів, щоб зменшити натяг нервів і судин, які проходять у його задній частині (рис. 10-11).

Рисунок 10-11: Стабілізація травми нижньої кінцівки. На рисунку показано накладання задньої довгої шини для стабілізації травми нижньої кінцівки. Шина забезпечує іммобілізацію, простягаючись від стопи до стегна й утримуючи коліно під невеликим кутом згинання (приблизно 10 градусів). Достатній м'який прошарок і надійна фіксація еластичним бинтом забезпечують підтримку кінцівки, мінімізуючи рухи, зменшуючи біль і запобігаючи подальшому ушкодженню навколишніх тканин. Цей метод особливо корисний для фіксації переломів, ушкоджень зв'язок або значних травм м'яких тканин нижньої кінцівки перед остаточним лікуванням.



ПЕРЕЛОМИ СТЕГНОВОЇ КІСТКИ

Для іммобілізації при переломах діафіза стегнової кістки необхідно вирівняти кінцівку, застосувавши поздовжню тракцію, а потім накласти пристрій для фіксації, який буде підтримувати кінцівку в наданому положенні (рис. 10-12). З цією метою можна використовувати тракційні шини. Такі пристрої, спеціально розроблені для переломів діафіза стегнової кістки, чинять тракцію дистально, на рівні гомілковостопного суглоба, проксимально розміщуючись на рівні сідничної складки (анатомічної проєкції сідничного горба). Важливо зазначити, що тракційні шини підходять не для всіх травм і можуть мати обмежену користь і навіть бути шкідливими при таких станах, як супутні переломи таза, переломи шийки або черезвертлюгові переломи стегнової кістки, а також одночасні переломи великогомілкової і стегнової кісток однієї ноги, які часто називають «флотуючим коліном».

Перед накладанням тракційної шини необхідно оцінити і задокументувати стан судин і нервів дистального відділу ушкодженої кінцівки. Хоча тракційні шини не призначені для остаточної фіксації або досягнення ідеальної анатомічної репозиції, їх належне накладання спрямоване на краще вирівнювання

кінцівки і зменшення пов'язаної з переломом кровотечі шляхом мінімізації потенційного простору для накопичення крові і створення тиску з ефектом тампонування. Утім, надмірна тракція може ушкодити шкіру або негативно вплинути на функцію нервів і судин. Якщо після накладання шини спостерігається погіршення нейроваскулярного статусу, необхідно зменшити тракцію, або ж навіть зняти шину та провести повторну репозицію кінцівки для відновлення дистального пульсу.

У ситуаціях, коли тракційна шина недоступна або її неможливо накласти, ногу можна іммобілізувати з використанням довгої гіпсової лонгети, що простягається від гомілковостопного суглоба до пояса, або навіть зафіксувати травмовану ногу до другої неушкодженої ноги.

ІНШІ ПЕРЕЛОМИ

У випадку переломів інших довгих кісток, хоча швидка репозиція і стабілізація відновленого положення і є необхідними, постійна тракція не завжди є обов'язковою. Використання належно сформованих чи добре підігнаних шин може допомогти впоратися з крововтратою, полегшити біль і захистити від додаткового ушкодження нервів, судин і м'яких тканин. Виконайте іммобілізацію переломів великогомілкової кістки, щоб мінімізувати біль та подальше ушкодження м'яких тканин, а також щоб зменшити ризик компартмент-синдрому. Якщо є можливість, перевагу надають гіпсовим лонгетам з м'якою підкладкою, які фіксують нижню частину стегна, коліно та гомілковостопний суглоб (рис. 10-11).

Рисунок 10-12: Початкова іммобілізація перелому. Метою початкової іммобілізації перелому є повернення ушкодженої кінцівки в якомога ближче до анатомічного положення і запобігання надмірному руху в місці перелому. А. Укорочення і зовнішня ротація правої ноги внаслідок перелому середини діяфіза стегнової кістки. В. Застосування поздовжньої тракції зі стабілізацією ноги в нормальному анатомічному положенні.



Переломи гомілковостопного суглоба можна іммобілізувати за допомогою шини або гіпсової лонгети з м'якою підкладкою, таким чином зменшивши біль і одночасно уникнувши тиску на кісткові виступи (рис. 10-13).

Щоб тимчасово накласти шину на кисть у функціональному й анатомічному положенні,

зап'ястя має бути злегка зігнуте в тильному напрямку, а пальці - зігнуті під кутом 45 градусів у п'ястно-фалангових суглобах (рис. 10-14). Таке положення можна створити, якщо в долоню вкласти великий рулон бинта, після чого зафіксувати руку за допомогою короткої шини.

Рисунок 10-13: Накладання шини при переломі гомілковостопного суглоба. На рисунку продемонстровано використання задньої (англ., posterior) та V-подібної (англ., sugar-tong) шин. А. Використання підкладки для нижньої кінцівки з метою належного пом'якшення і попередження ран тиску (пролежнів). Задню і V-подібну гіпсові шини фіксують еластичним бинтом. В. Готова шина, яка іммобілізує гомілковостопний суглоб і стопу, підтримуючи стабільність, мінімізуючи рухи і зменшуючи ризик подальших травм до моменту остаточного лікування. Належне використання підкладки і надійна фіксація є ключовими для ефективної іммобілізації та комфорту пацієнта.

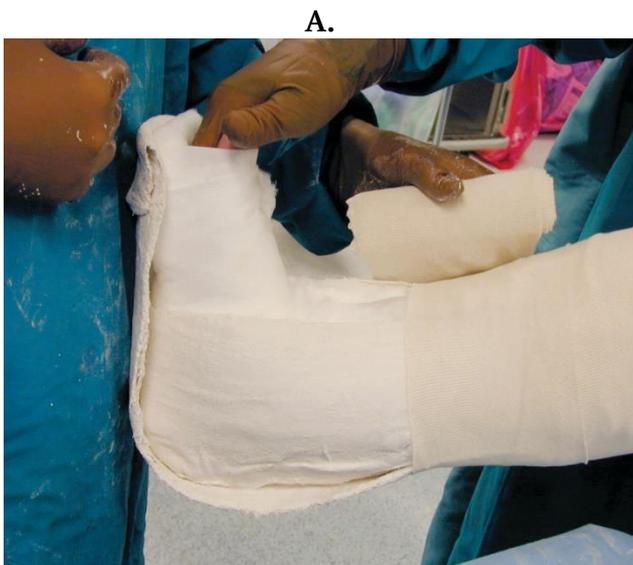
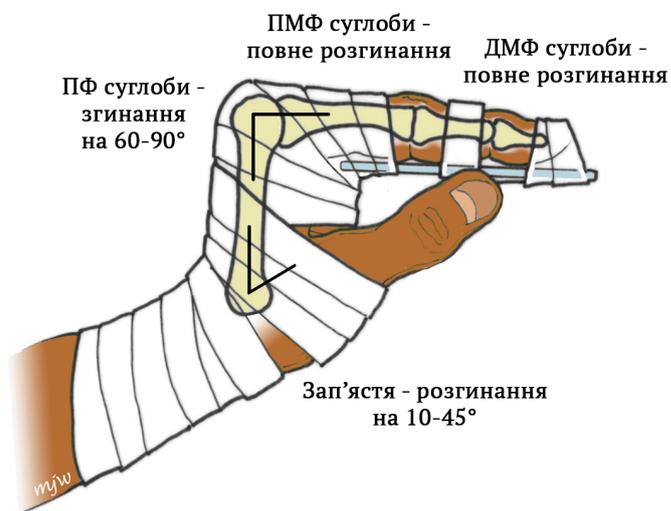


Рисунок 10-14: Накладання шини на травмовану кисть. На цьому рисунку показано правильне позиціонування для накладання шини при травмах кисті, включаючи переломи й ушкодження м'яких тканин. Зап'ястя розгинають на 10-45 градусів з метою оптимального функціонального вирівнювання. П'ястково-фалангові (ПФ) суглоби згинають на 60-90 градусів, а проксимальні міжфалангові (ПМФ) і дистальні міжфалангові (ДМФ) суглоби залишаються повністю розігнутими. Таким чином кисть знаходиться у функціональному положенні, натяг зв'язок і сухожилів зменшується, відбувається мінімізація скутості суглобів із попередженням деформації у процесі загоєння. Достатній м'який прошарок і надійне обмотування еластичним бинтом є дуже важливими для підтримки цього положення та забезпечення комфорту.



Для іммобілізації передпліччя і зап'ястя з метою підтримки стабільного положення використовують плоскі шини з підкладкою або шини-подушки. Лікоть зазвичай утримують у зігнутому положенні за допомогою шин з підкладкою або фіксують близько до тіла за допомогою косинки чи широкої пов'язки-слінга. Стабілізації плечової кістки можна досягти шляхом фіксування руки до тулуба, використання косинки чи широкої пов'язки-слінга, з можливим підсиленням іммобілізації спеціальним торакобрахіальним биндажем або гіпсовою U-подібною шиною, підвішеною за допомогою косинки на ший для забезпечення вирівнювання у фронтальній площині та підтримки по довгій осі. Травми плеча зазвичай фіксують за допомогою широких пов'язок-слінгів або пристроїв типу collar-and-cuff (англ., комірць і манжетка) з метою безпечного й

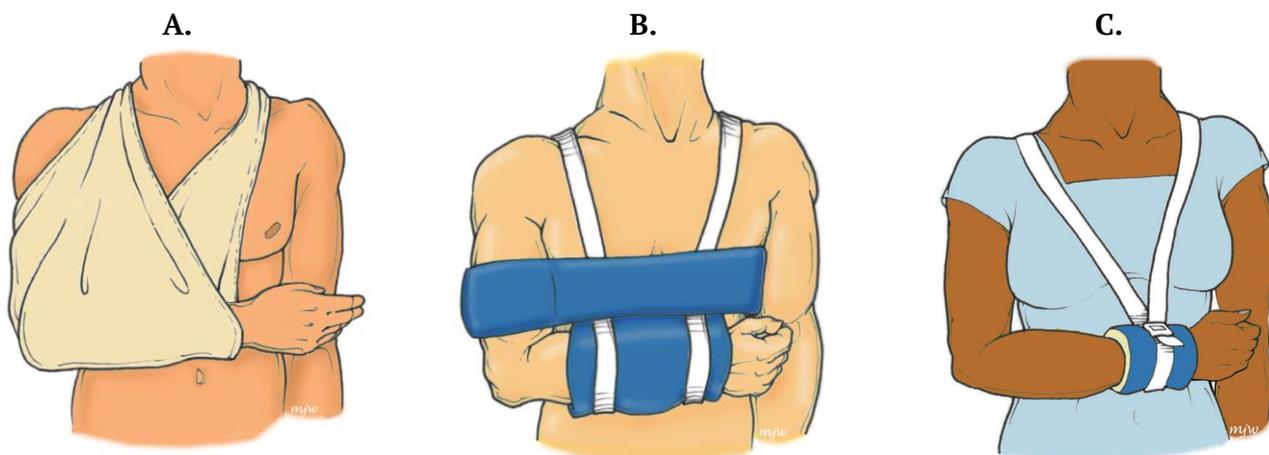
ефективного положення для загоєння (рис. 10-15).

РЕНТГЕНІВСЬКЕ ОБСТЕЖЕННЯ

Хоча рентгенівське обстеження при травмах скелета зазвичай є частиною вторинного огляду, воно може бути необхідним і під час первинного огляду - якщо є підозра, що переломи посилюють шоковий стан. Вибір виду рентгенографії та

час її проведення повинні визначатися початковими клінічними спостереженнями, гемодинамічною стабільністю пацієнта і механізмом травми. У контексті значного травмування зазвичай виконують оглядову рентгенографію грудної клітки і таза в передній проєкції, проте її користь і оптимальний час виконання залежать від стану пацієнта і клінічної картини.

Рисунок 10-15: Іммобілізація при травмах плеча. А. На цьому рисунку зображено правильне використання косинки для іммобілізації травми плеча. Косинка підтримує передпліччя і допомагає стабілізувати плече, зменшуючи рухливість та забезпечуючи комфорт при таких станах, як вивихи плеча, переломи або травми м'яких тканин. Для забезпечення підтримки ліктя під прямим кутом та злегка піднятого положення руки для мінімізації набряку вирішальне значення має правильність накладання косинки. Цей метод іммобілізації ефективний на початковому етапі, коли очікується подальша оцінка і вирішується тактика остаточного лікування. В. На рисунку показано застосування широкої пов'язки-слінга для іммобілізації травми плеча. Слінг підтримує руку, а широка пов'язка фіксує її до грудної клітки, обмежуючи рух плеча та забезпечуючи додаткову стабільність. Цей метод іммобілізації особливо корисний при вивихах плеча, переломах ключиці і переломах проксимального відділу плечової кістки, оскільки таким чином зменшується біль і ризик подальшого травмування під час транспортування і початкового лікування. Ключовим для забезпечення комфорту й ефективної іммобілізації є правильне накладання пов'язки. С. На цьому рисунку показано використання пов'язки типу collar-and-cuff, яка є простим і ефективним методом іммобілізації травм плеча. Манжета підтримує зап'ястя, а петля коміра фіксує руку близько до тіла, забезпечуючи стабілізацію і дозволяючи плечу знаходитись у зручному положенні. Цей метод особливо корисний для мінімізації рухів і зменшення болю при вивихах плеча, переломах ключиці і травмах проксимального відділу плечової кістки.



При візуалізації інших ділянок, окрім грудної клітки й таза, вкрай важливо дотримуватися відповідних ортопедичних настанов. Основні рекомендації полягають у виконанні знімків, які охоплюють кістку по всій довжині, включно з суглобами вище та нижче місця травми, щонайменше у двох ортогональних (перпендикулярних) проєкціях. Така практика мінімізує ризик пропуску супутніх травм (рис. 10-16).

Важливо врахувати, що рентгенографію або інші методи візуалізації, що не мають безпосереднього відношення до негайної допомоги, не слід проводити, якщо вони можуть затримати більш критичні втручання. Наприклад, рентген гомілковостопного суглоба рідко виправданий у випадках потенційного порушення прохідності дихальних шляхів. Однак, якщо додаткові методи візуалізації не затримують надання невідкладної допомоги і не відтермінують лікування, їх слід

організовувати таким чином, щоб усі необхідні зображення було отримано ефективно за один сеанс, із дотриманням безпеки пацієнта та мінімізацією перерв у процесі лікування.

Клінічне обстеження пацієнтів із травмами опорно-рухового апарату часто вимагає проведення рентгенографії для підтвердження діагнозів. Такі ознаки, як болючість певної ділянки кістки, особливо якщо вона супроводжується видимою деформацією, переконливо свідчать про перелом. Рентгенографію проводять гемодинамічно стабільним пацієнтам за умови, що візуалізація не заважає більш невідкладній допомозі. Такі симптоми, як випіт у порожнині суглоба, незвичайна болючість навколо і деформація суглоба, часто вказують на травми або вивихи, що також вимагає рентгенівського обстеження.

Рисунок 10-16: Рентгенографія нижньої кінцівки.

А. Рентгенограма нижньої кінцівки, що охоплює колінний та гомілковостопний суглоби - суглоб вище і суглоб нижче осколкового перелому дистальних відділів великогомілкової та малогомілкової кісток.
В. Знімок у перпендикулярній площині. Та ж кінцівка, включаючи суглоб вище і нижче рівня перелому.



Утім, термінова рентгенографія може бути відкладена у випадках, коли є нервово-судинна недостатність або ризик порушення цілісності шкіри - станах, які часто спостерігаються при переломовивихах гомілковостопного суглоба. У ситуаціях, коли рентгенографія відкладається, вирішальне значення для відновлення артеріального кровотоку і зменшення тиску на шкіру має швидка репозиція або вирівнювання ураженої кінцівки з подальшою іммобілізацією для підтримки положення до того моменту, коли зможе бути проведена наступна оцінка чи втручання (рис. 10-17).

Радіологічна безпека є надзвичайно важливою для всіх, хто знаходиться поблизу місця проведення рентгенографії, тому дотримуйтесь місцевих протоколів. Особи, присутність яких не є необхідною під час рентгенографії, повинні вийти з приміщення, а ті, хто залишається, мають використовувати захисні засоби, такі як свинцеві фартухи або екрани. Безпека пацієнта щодо опромінення також потребує поміркованого підходу: необхідно уникати знімків без потреби і застосовувати правильну колімацію (обмеження) променя, щоб мінімізувати дозу опромінення.

Рисунок 10-17: Вивих дистального відділу гомілковостопного суглоба. А. Зверніть увагу на латеральний вивих дистального відділу гомілковостопного суглоба. В. Спостерігається негеморагічна судинна недостатність і натяг шкіри. Блідість шкіри, пов'язана з переломами і вивихами, швидко призводить до некрозу м'яких тканин. Швидка репозиція запобігає некрозу тканини під тиском.



ВТОРИННИЙ ОГЛЯД

Не всі ушкодження є одразу помітними під час первинного огляду травмованого пацієнта. Ділянки з розвиненою мускулатурою або значним прошарком підшкірної жирової клітковини можуть приховувати травми, що ускладнює виявлення переломів з мінімальним зміщенням або незначним ушкодженням зв'язок суглобів. Цю діагностичну складність

поширює ситуація, коли пацієнт не може відповісти або має кілька тяжких ушкоджень, які відволікають увагу від менш очевидних травм. Нерідко трапляється, що деякі травми виявляються через години або дні після мобілізації пацієнта. Це підкреслює важливість постійної повторної оцінки стану пацієнта і безперервної комунікації в команді з метою збереження пильності щодо можливих неявних ушкоджень скелета.

Важливість глибокого розуміння механізму травми і часу, що минув від моменту травмування до медичної оцінки, важко переоцінити. Збирання детальної інформації з різних джерел, включаючи пацієнта, його родину, працівників ЕМД і свідків, надає клініцистам повне уявлення про подію. Цю інформацію слід ретельно задокументувати як частину анамнезу пацієнта. **Аналіз механізму травми дозволяє медичним працівникам прогнозувати як значні, так і незначні травми опорно-рухового апарату, які можуть бути не одразу помітними.** Це передбачає ментальну реконструкцію інциденту з урахуванням діючих сил і можливості супутніх ушкоджень, що виходять за межі опорно-рухової системи. Роблячи це, фахівці можуть точніше оцінити стан пацієнта та адаптувати свій підхід до лікування.

Розуміння стану пацієнта перед травмою має вирішальне значення для складання плану лікування і прогнозування результату. Збір повного анамнезу, включаючи інформацію згідно з аббревіатурою AMPLE, є надзвичайно важливим. Усі дані слід чітко задокументувати. Окрім AMPLE, суттєво допомогти у прийнятті клінічних рішень можуть знання про звичайний рівень фізичної активності пацієнта, прийом ліків (як рецептурних, так і безрецептурних), вживання алкоголю чи наркотичних речовин, емоційний і психічний стан здоров'я, а також анамнез травм опорно-рухового апарату. Такий холистичний погляд на стан пацієнта до травмивної події дозволяє медичним працівникам враховувати всі фактори, які можуть впливати на стратегії відновлення та реабілітації, забезпечуючи максимально ефективний персоналізований план догляду. При огляді кінцівок потрібно оцінити колір шкіри, наявність набряку, деформації чи неправильної орієнтації. Комплексний

візуальний огляд з голови до ніг має важливе значення для виявлення інтенсивної зовнішньої кровотечі. Бліді або білі кінцівки можуть свідчити про поганий артеріальний кровотік, тоді як набряк у ділянках великих м'язів може свідчити про травми від розчавлювання або компартмент-синдром. Набряк або синці в ділянці суглобів або кісток свідчать про травми опорно-рухового апарату, а видимі деформації кінцівок часто сигналізують про серйозні ушкодження.

Важливим є огляд усього тіла пацієнта щодо наявності рваних ран і саден, включаючи ділянки, які не видно одразу. Це вимагає обережної зміни положення пацієнта для виявлення потенційних прихованих ран. Переломи, пов'язані з відкритими ранами, слід вважати відкритими, доки їх не оцінить хірург.

Спостереження за наявністю спонтанної моторної функції у кінцівках допомагає виявити ушкодження нервів або м'язів. Відсутність спонтанних рухів у притомних пацієнтів може свідчити про порушення функцій. Оцінка активної функції м'язів і нервів для перевірки їх цілісності передбачає, що пацієнт може здійснювати рухи в основних групах м'язів і суглобах.

Пальпація допомагає визначити чутливість шкіри та виявити болючі ділянки, які можуть вказувати на переломи або ушкодження нервів. Стабільність суглобів оцінюють під час клінічного огляду, перевіряючи патологічну рухливість чи болючість в суглобах, що може свідчити про ушкодження зв'язкового апарату. Надмірний біль може обмежити цю оцінку через м'язовий захист, що вимагатиме повторної оцінки.

Оцінка кровообігу включає пальпацію дистального пульсу, а також порівняння перфузії і капілярного наповнення на всіх кінцівках. У випадках гіпотензії для оцінки кровотоку може бути використана доплерографія. Розбіжності в характері пульсу, холодні на дотик кінцівки або їх блідість можуть свідчити про ушкодження артерій, особливо якщо близько є відкриті рани або переломи.

Деякі вивихи можуть спонтанно вправлятися, приховуючи ступінь тяжкості травми аж до проведення ретельного фізикального обстеження. Травма м'язів і кісток кінцівки може поєднуватись зі значним ушкодженням артерій і

проявлятися ішемією кінцівки або гематомою, яка швидко збільшується в об'ємі.

ЗНЕБОЛЕННЯ

Належне шинкування переломів або ушкоджених суглобів має вирішальне значення для зменшення дискомфорту пацієнта завдяки мінімізації рухів у ділянці травми. Якщо біль не зменшується або виникає повторно, незважаючи на іммобілізацію шиною, важливо повторно оцінити стан кінцівки, можливо, при цьому знявши накладену шину для подальшого обстеження. Для усунення болю, пов'язаного з переломами кісток і травмами суглобів, рекомендовані знеболювальні засоби. Варто пам'ятати, що пацієнти, які не відчувають очікуваного рівня болю при значних переломах, можуть мати інші травми, що впливають на їх сенсорну функцію (наприклад, черепно-мозкову травму або ушкодження спинного мозку), чи перебувати під впливом алкоголю або наркотиків.

Часто для ефективного знеболення необхідні наркотичні препарати; їх вводять внутрішньовенно в невеликих, титрованих дозах та за потреби призначають повторно. Слід бути обережним при використанні седативних препаратів, особливо для таких процедур, як вправлення вивихів у пацієнтів з ізольованими травмами кінцівок, через ризик зупинки дихання. Зважаючи на це, важливо мати під рукою обладнання для проведення реанімаційних заходів, налоксон і флумазеніл.

Для знеболення можуть бути ефективними регіонарні нервові блокади, які також використовують при репозиції деяких переломів. Однак перед виконанням блокади обов'язково необхідно задокументувати дистальний нейроваскулярний статус, щоб виявити наявні можливі периферичні ураження нервів. **У випадках, коли є ризик гострого компартмент-синдрому, застосування периферичних нервових блокад протипоказане, оскільки вони можуть замаскувати клінічні симптоми.** У таких ситуаціях внутрішньовенні анальгетики є безпечнішим вибором, оскільки вони дозволяють контролювати біль, не перешкоджаючи своєчасній діагностиці або моніторингу можливого розвитку небезпечних станів, таких як компартмент-синдром.

ПЕРЕВЕДЕННЯ ДО ЗАКЛАДУ ОСТАТОЧНОЇ ДОПОМОГИ

Коли потреби в лікуванні пацієнта із м'язово-скелетною травмою перевищують можливості місцевого медичного закладу, необхідно негайно скерувати пацієнта в спеціалізований центр і розпочати планування його транспортування. Обізнаність із локальними маршрутами та протоколами скерування є ключовим для оперативного переведення пацієнта у відповідний заклад. Пацієнт має бути оцінений комплексно — із урахуванням нагальних і довгострокових потреб у межах усіх уражених систем організму. Такий підхід допоможе переконатися, що місце призначення має належні ресурси та спеціалістів для надання повноцінної допомоги. Наприклад, вагітна (пізній термін) пацієнтка із переломом діафіза стегнової кістки потребує закладу, який забезпечить ортопедичну, акушерську і неонатальну допомогу.

Після прийняття рішення про переведення першочерговим завданням є забезпечення стабільного стану пацієнта під час транспортування, включно з адекватною іммобілізацією — за допомогою шин, бандажів і пов'язок, які гарантують стале положення кінцівок і безпеку під час перевезення. В точках тиску потрібно додати м'яку підкладку, щоб запобігти ушкодженню шкіри.

Медична документація при переведенні має бути чіткою, повною та послідовною, включаючи нейроваскулярний статус на момент переведення, дані про ішемічні події (наприклад, час накладання турнікета), опис проведених втручань, перелік підтверджених або підозрюваних травм. Навіть якщо остаточний діагноз ще не встановлено, необхідно передати всю відому інформацію про ушкодження, а також зазначити введені препарати, включно з антибіотиками і профілактикою правця, для забезпечення безперервності лікування у закладі, що приймає пацієнта. Такий підхід гарантує плавний перехід надання допомоги, а також повну інформованість та готовність команди, яка зустрічає пацієнта, негайно продовжити належне лікування.

ОСОБЛИВОСТІ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Не завжди на робочому місці доступні фабричні шини і тягарці для тракції. Таке обладнання можна підготувати самостійно, підійшовши до цього креативно і використавши дерев'яні дошки, мотузки, тканину, а також мішечки або пляшки, наповнені рідиною та камінням. Якщо під рукою немає поролону чи вати, для підкладки можна використати подушки, ковдри чи рушники. Оберіть пріоритетні ділянки візуалізації у випадках обмеженої доступності. У місцевості, де відсутня хірургічна допомога і неможливе транспортування пацієнта, варіант порятунку кінцівки може і не розглядатись.

ОСОБЛИВІ ГРУПИ ПАЦІЄНТІВ

Для того, щоб спричинити перелом у слабкого пацієнта літнього віку, непотрібна велика енергія. У таких пацієнтів може бути важко виявити переломи на звичайних рентгенівських знімках. У педіатрії характер переломів і неправдоподібні механізми травмування можуть викликати підозру щодо жорстокого поводження.

ПІДСУМКИ РОЗДІЛУ

М'язово-скелетні ушкодження є поширеними у травмованих пацієнтів. Ці травми можуть загрожувати як життю, так і кінцівкам. Під час первинного огляду необхідно виявляти загрози для життя кровотечі, спричинені травмами кінцівок, і негайно розпочинати заходи для їх зупинки, а також ресусцитацію пацієнта. Репозиція і стабілізація перелому можуть допомогти обмежити крововтрату і зменшити загрозу для кінцівки ішемію, яка виникла через патологічне розміщення уламків кістки. Існує багато травм, які можуть загрожувати втратою травмованої кінцівки, якщо їх своєчасно не виявити та не лікувати. Ретельна оцінка може допомогти виявити пацієнтів із групи ризику.

ПОРАДИ

- Медичні працівники, які надаватимуть початкову допомогу, повинні пам'ятати, що судинне ушкодження кінцівки без активної кровотечі не має клінічного пріоритету перед масивною

(знекровлювальною) кровотечею чи іншими високопріоритетними невідкладними станами (які становлять безпосередню і потенційну загрозу життю) у ході проведення первинного огляду і надання допомоги критичному травмованому пацієнту. Утім, такі травми становлять потенційну загрозу ішемії кінцівки й потребують належної допомоги: їх відносять до категорії важливих під час сортування, проте часто не надають найвищого пріоритету.

- Наявність дистального сигналу при доплерівському дослідженні зазвичай є ознакою, однак не виключає суттєвого ушкодження артерій. Гематома, яка пульсує і швидко наростає в об'ємі, відсутність дистального пульсу або видима зовнішня артеріальна кровотеча є чіткими ознаками ушкодження артерій.
- Деформована кінцівка з порушенням дистального кровообігу потребує тракції, вирівнювання, накладання шини і повторної нейроваскулярної оцінки, оскільки цього може бути достатньо для відновлення перфузії. Завжди оцінюйте і документуйте дистальний нейроваскулярний статус кінцівки до і після будь-якого втручання або лікування.
- У разі клінічної доцільності та з урахуванням місцевих протоколів здійснюють клінічну фотодокументацію травматичних ран або ушкоджень.
- Діагностика гострого компартмент-синдрому може бути складнішою у пацієнтів з ушкодженням спинного мозку, черепно-мозковою травмою, зміненням через прийом алкоголю або психоактивних препаратів психічним станом, або іншими травмами, які можуть змінити сприйняття болю.
- Уникайте блокади периферичних нервів у пацієнтів з ризиком розвитку компартмент-синдрому.
- Забійні рани можуть прогресувати з часом, незважаючи на те, що спочатку здаються незначними.
- Рентгенографія або інші методи візуалізації не повинні заважати ресусцитації пацієнта.

КОМАНДНА РОБОТА

- М'язово-скелетні травми, особливо відкриті переломи, часто виглядають вражаюче і можуть відволікати команду від пріоритетів ресусцитації. Лідер повинен переконатися, що члени команди насамперед зосереджені на травмах, які загрожують життю.
- Вкрай важливо усвідомлювати, що деякі м'язово-скелетні травми тулуба і кінцівок, які супроводжуються катастрофічною кровотечею, можуть обґрунтовано становити найвищий клінічний пріоритет під час надання допомоги критичному травмованому пацієнту. Необхідно негайно вжити заходів для швидкої зупинки потенційно знекровлювальної зовнішньої кровотечі.
- Для накладання шини з тракцією кінцівки може знадобитися більше ніж один член команди. У такій ситуації лідер може скерувати помічників або спеціалізованих членів команди (наприклад, судинних та ортопедичних хірургів) на допомогу.
- Команда повинна розпізнавати фактичні або потенційні травми, що загрожують втратою кінцівки, і чітко повідомляти про них лідеру, щоб можна було прийняти рішення щодо тактики їх лікування у поєднанні з іншими виявленими загрозливими для життя травмами.
- Необхідно пересвідчитись, що команда з надання допомоги при травмі провела повний, систематичний і ретельний вторинний огляд, щоб не пропустити жодної травми. Приховані травми особливо поширені у пацієнтів зі зміненою сенсорною функцією. Лідер команди повинен забезпечити своєчасну переоцінку стану кінцівок, щоб мінімізувати ризик пропустити ушкодження.

КЛЮЧОВІ МОМЕНТИ

- Розуміння значущості м'язово-скелетних ушкоджень: необхідно усвідомлювати, що травми опорно-рухового апарату у випадках тяжких травм можуть становити безпосередню потенційну загрозу життю і кінцівці або ж призвести до тривалої інвалідизації.
- Механізм травми: важливо усвідомлювати, що початковий механізм травми значною мірою визначає типи і патерни м'язово-скелетних ушкоджень, а отже, допомагає передбачити додаткові ураження чи можливі ускладнення.
- Визначення типових ушкоджень: потрібно вміння розпізнавати поширені травми опорно-рухового апарату або типи ушкоджень, які несуть ризик тяжких наслідків, включаючи ті, що потенційно загрожують втратою життя або кінцівки або ж можуть призвести до стійкої інвалідизації.
- Початок належного лікування: необхідно знати, як розпочати належне лікування травм опорно-рухового апарату під час первинного огляду травмованого пацієнта, особливо у випадках сильної кровотечі.
- Використання допоміжних іммобілізаційних засобів: дуже важливим є вміння вибирати і застосовувати допоміжні засоби для іммобілізації під час первинного та вторинного оглядів, виходячи з клінічного стану пацієнта і характеру його ушкоджень.
- Визнання необхідності переведення: критично важливим є розуміння того, коли негайні чи очікувані потреби пацієнта в допомозі перевищують можливості місцевого закладу і вимагають переведення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Beekley AC, Starnes BW, Sebesta JA. Lessons learned from modern military surgery. *Surg Clin North Am.* 2007;87(1):157–184, vii.
2. Brown CV, Rhee P, Chan L, Evans K, Demetriades D, Velmahos GC. Preventing renal failure in patients with rhabdomyolysis: Do bicarbonate and mannitol make a difference? *J Trauma.* 2004;56(6):1191–1196.
3. Bulger EM, Snyder D, Schoelles C, et al. An evidence-based prehospital guideline for external hemorrhage control: American College of Surgeons Committee on Trauma. *Prehosp Emerg Care.* 2014;18(2):163–173.
4. Clifford CC. Treating traumatic bleeding in a combat setting. *Mil Med.* 2004;169(12 Suppl):8–10.
5. Elliot KG, Johnstone AJ. Diagnosing acute compartment syndrome. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85(5):625–632.
6. Level 3 guideline on the treatment of patients with severe/multiple injuries. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery.* (2018) 44 (Suppl 1):S3–S271. doi.10.1007/s00068-018-0922-y
7. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: A new classification of type III open fractures. *J Trauma.* 1984;24(8):742–746.
8. Inaba K, Siboni S, Resnick S, et al. Tourniquet use for civilian extremity trauma. *J Trauma.* 2015;79(2):232–237; quiz 332–333.
9. King RB, Filips D, Blitz S, Logsetty S. Evaluation of possible tourniquet systems for use in the Canadian Forces. *J Trauma.* 2006;60(5):1061–1071.
10. Kobbe P, Micansky F, Lichte P, et al. Increased morbidity and mortality after bilateral femoral shaft fractures: Myth or reality in the era of damage control? *Injury.* 2013;44(2):221–225.
11. Konda SR, Davidovich RI, Egol KA. Computed tomography scan to detect traumatic arthrotomies and identify periarticular wounds not requiring surgical intervention: An improvement over the saline load test. *J Orthop Trauma.* 2013;27(9):498–504.
12. Köstler W, Strohm PC, Südkamp NP. Acute compartment syndrome of the limb. *Injury.* 2004;35(12):1221–1227.
13. Lakstein D, Blumenfeld A, Sokolov T, et al. Tourniquets for hemorrhage control on the battlefield: A 4-year accumulated experience. *J Trauma.* 2003;54(5 Suppl):S221–S225.
14. Mabry RL. Tourniquet use on the battlefield. *Mil Med.* 2006;171(5):352–356.
15. Medina O, Arom GA, Yeraniosian MG, Petrigliano FA, McAllister DR. Vascular and nerve injury after knee dislocation: A systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(9):2621–2629.
16. Mills WJ, Barei DP, McNair P. The value of the ankle-brachial index for diagnosing arterial injury after knee dislocation: A prospective study. *J Trauma.* 2004;56(6):1261–1265.
17. Natsuhara KM, Yeraniosian MG, Cohen JR, Wang JC, McAllister DR, Petrigliano FA. What is the frequency of vascular injury after knee dislocation? *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(9):2615–2620.
18. Odeh M. The role of reperfusion-induced injury in the pathogenesis of the crush syndrome. *N Engl J Med.* 1991;324(20):1417–1422.
19. Okike K, Bhattacharyya T. Trends in the management of open fractures. A critical analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(12):2739–2748.

20. Olson SA, Glasgow RR. Acute compartment syndrome in lower extremity musculoskeletal trauma. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005;13(7):436–444.
21. O’Brien CL, Menon M, Jomha NM. Controversies in the management of open fractures. *Open Orthop J.* 2014;8:178–184.
22. O’Toole RV, Lindbloom BJ, Hui E, et al. Are bilateral femoral fractures no longer a marker for death? *J Orthop Trauma.* 2014;28(2):77–81.
23. Schmitt SK. Osteomyelitis associated with open fractures in adults. UpToDate. <http://www.uptodate.com/contents/treatment-and-prevention-of-osteomyelitis-following-trauma-in-adults>. Accessed November 30, 2023.
24. Steinhausen E, Lefering R, Tjardes T, et al. A risk-adapted approach is beneficial in the management of bilateral femoral shaft fractures in multiple trauma patients: An analysis based on the trauma registry of the German Trauma Society. *J Trauma Acute Care Surg.* 2014;76(5):1288–1293.
25. Tornetta P III, Boes MT, Schepsis AA, Foster TE, Bhandari M, Garcia E. How effective is a saline arthrogram for wounds around the knee? *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(2):432–435.
26. Ulmer T. The clinical diagnosis of compartment syndrome of the lower leg: Are clinical findings predictive of the disorder? *J Orthop Trauma.* 2002;16(8):572–577.
27. Walters TJ, Mabry RL. Issues related to the use of tourniquets on the battlefield. *Mil Med.* 2005;170(9):770–775.
28. Walters TJ, Wenke JC, Kauvar DS, McManus JG, Holcomb JB, Baer DG. Effectiveness of self-applied tourniquets in human volunteers. *Prehosp Emerg Care.* 2005;9(4):416–422.
29. Welling DR, Burris DG, Hutton JE, Minken SL, Rich NM. A balanced approach to tourniquet use: Lessons learned and relearned. *J Am Coll Surg.* 2006;203(1):106–115.
30. Willett K, Al-Khateeb H, Kotnis R, Bouamra O, Lecky F. Risk of mortality: The relationship with associated injuries and fracture treatment methods in patients with unilateral or bilateral femoral shaft fractures. *J Trauma.* 2010;69(2):405–410.
31. Biffl WL. Control of pelvic fracture-related hemorrhage. *Surg Open Sci.* 2022;8:23–26. DOI: 10.1016/j.sopen.2022.01.001. PMID: 35252831; PMCID: PMC 8892196.
32. Coccolini F, Stahel PF, Montori G, et al. Pelvic trauma: WSES classification and guidelines. *World J Emerg Surg.* 2017;12(5). <https://doi.org/10.1186/s13017-017-0117-6>.
33. Costantini TW, Coimbra R, Holcomb JB, et al. Pelvic fracture pattern predicts the need for hemorrhage control intervention—Results of an AAST multi-institutional study. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;82(6):1030–1038. DOI: 10.1097/TA.0000000000001465. PMID: 28520685.
34. Coccolini F, Sartelli M, Sawyer R, et al. Antibiotic prophylaxis in trauma: Global Alliance for Infection in Surgery, Surgical Infection Society Europe, World Surgical Infection Society, American Association for the Surgery of Trauma, and World Society of Emergency Surgery guidelines. *J Trauma Acute Care Surg.* 2024;96(4):674–682. DOI: 10.1097/TA.0000000000004233.
35. Holcomb JB, Dorlac WC, Drew BG, et al. Rethinking limb tourniquet conversion in the prehospital environment. *J Trauma Acute Care Surg.* 2023;95(6):e54–e60. DOI: 10.1097/TA.0000000000004134. Epub 2023 Nov 20. PMID: 37678162; PMCID: PMC10662576.
36. Garner MR, Sethuraman SA, Schade MA, Boateng H. Antibiotic prophylaxis in open fractures: Evidence, evolving issues, and recommendations. *J Am Acad Orthop Surg.* 2020;28(8):309–315. DOI: 10.5435/JAAOS-D-18-00193.
37. Chang Y, Bhandari M, Zhu KL, et al. Antibiotic prophylaxis in the management of open fractures: A systematic survey of current practice and recommendations. *JBJS Rev.* 2019;7(2):e1. DOI: 10.2106/JBJS.RVW.17.00197.
38. Roddy E, Patterson JT, Kandemir U. Delay of antibiotic administration greater than 2 hours predicts surgical site infection in open fractures. *Injury.* 2020;51(9):1999–2003. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.04.031>.
39. Lack WD, Karunakar MA, Angerame MR, et al. Type III open tibia fractures: Immediate antibiotic prophylaxis minimizes infection. *J Orthop Trauma.* 2015;29(1):1–6. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000262.