

ВІЙСЬКОВА ХІРУРГІЯ

УДК 615.032.71: 616-08-039.11

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ВНУТРІШНЬОКІСТКОВОГО ВВЕДЕННЯ ЛІКАРСЬКИХ ПРЕПАРАТІВ НА ЕТАПАХ МЕДИЧНОЇ ЕВАКУАЦІЇ

О.В. Тхоревський¹, І.І. Ремень², В.А. Малієнко²

¹Українська військово-медична академія

²Національний військово-медичний клінічний центр “Головний військовий клінічний госпіталь”

Резюме. У статті детально описана анатомія і фізіологія внутрішньокісткового простору, виділено особливості внутрішньокісткової інфузії, описаний досвід застосування внутрішньокісткового введення у важких хворих на етапах медичної евакуації.

Ключові слова: внутрішньокісткова інфузія, внутрішньокістковий доступ, пристрій, етапи медичної евакуації.

Вступ. Багато клінічних ситуацій догоспітального етапу, включаючи невідкладні критичні стани, вимагають обов’язкового забезпечення судинного доступу, оскільки від його наявності безпосередньо залежить кінцевий результат і якість надання медичної допомоги. Забезпечення судинного доступу дозволяє ефективно контролювати стан пацієнтів, при цьому ключовими факторами є швидкість установки і адекватність функціонування (мл/хв). У 5-10% дорослого контингенту пацієнтів на догоспітальному етапі на установку внутрішньовенного доступу витрачається більше 10 хвилин, що посилюється складнощами доступу до пацієнта, рухом машини та ін. Тому життєзабезпечуючою альтернативою при цьому є внутрішньокістковий доступ (ВКД), оскільки це ефективна, надійна і порівняно проста техніка отримання швидкого судинного доступу для введення рідини та мед-препаратів, коли можливість швидкого отримання периферичного і центрального внутрішньовенного доступу відсутня. Алгоритми та протоколи екстреної медичної допомоги в багатьох країнах світу (США та Європа) передбачають установку ВКД як другого способу вибору судинного доступу у пацієнтів у випадку, якщо встановити внутрішньовенний доступ з третьої чи четвертої спроби або за більш ніж за 60-90 секунд не вдалося [1-4]. ВКД також є стандартом при наданні екстреної допомоги пацієнтам з зупинкою серця [2].

Історія. Вперше внутрішньокістковий простір (ВКП) був розглянутий, як неспадаюча складова циркуляторного русла в 1922 р. С. Drinker, лікар з Гарвардського університету, досліджував циркуляцію крові в груднині і

визначив, що розчин, введений в кістковий мозок, швидко всмоктується в центральне судинне русло, забезпечуючи можливість для судинного доступу, коли традиційні методи інфузії незастосовні [5]. Згодом був розроблений метод інтратернальної ін'єкції, який був широко використаний під час Другої світової війни. У період військових дій американськими військовими було задокументовано більш ніж 4000 випадків внутрішньокісткової (ВК) інфузії, яка стала невід'ємною частиною стандартної практики лікування тяжкопоранених солдатів [7]. Друге відкриття ВКД відбулося в 1984 р, коли американський лікар – педіатр James Orłowski застосував метод ВК інфузії під час епідемії холери в Індії. Починаючи з 2000 року при наданні екстреної медичної допомоги застосовується вперше в світі автоматичний пристрій для внутрішньокісткових ін'єкцій - шприц-пістолет BIG для дорослих. В даний час шприц-пістолет для дорослих застосовується військовими, медпрацівниками та лікарями у всьому світі, що виключило необхідність установки центрального венозного катетера. На догоспітальному етапі і в умовах воєнних дій шприц-пістолет для ВК ін'єкцій для дорослих є безпечним, швидким і легким рішенням у випадку, коли важко або неможливо забезпечити внутрішньовенний доступ і стає стандартним засобом надання екстреної медичної допомоги, щодня допомагаючи рятувати життя людей.

Анатомія і фізіологія внутрішньокісткового простору (ВКП). Внутрішньокістковий простір часто називають неспадаючою веною. Шок і травма, як правило, є причиною колапсу периферичних вен, в той час як ВКП, оточений кісткою, незалежно від стану організму залишається невід'ємною діючою частиною центрального кровообігу. У більшості шоківих станів кровотік ВКП є відносно постійним. Артеріальний тиск (АТ) ВКП становить приблизно 35/25 мм рт.ст. - третина системного АТ. Унікальна структура ВКП складається з тисячі найдрібніших, неспадаючих, переплетених між собою кровоносних судин і діє як губка, негайно поглинаючи будь-яку введену рідину, що дозволяє швидко вбирати введені розчини та лікарські засоби і транспортувати їх у центральний кровотік. Всі довгі кістки скелета мають два кінця (епіфіза), з'єднані трубочкоподібною частиною кістки (діафізом). Епіфізи заповнені губчастою речовиною і покриті кірковим шаром, який грає роль жорсткого, тонкого корпусу. Діафіз складається з компактної кістки і медулярної порожнини. Між епіфізом і діафізом знаходиться епіфізарна пластина - місце зростання кістки. Термін «ВКП» відноситься до пов'язаних між собою губчастої речовини епіфіза та медулярної порожнини діафіза. Судини ВКП пов'язані з центральним кровотоком поздовжніми Гаверсовими каналами, кожен з яких містить крихітні артерії та вени. Гаверсові канали пов'язані між собою каналами Фолькмана, які власне і підключають ВКП до центрального кровотоку. ВКП заповнене кістковим мозком, який складається

з крові, кровотворних клітин і сполучної тканини. Червоний кістковий мозок знаходиться в губчастій кістці і містить високу концентрацію крові. Жовтий кістковий мозок знаходиться в кортикальній порожнині довгих кісток у дорослих. Кістки немовлят і дітей містять тільки червоний кістковий мозок. З віком частини червоного кісткового мозку замінюються жировою тканиною і перетворюються на жовтий кістковий мозок. Рідини та препарати, введені в червоний або жовтий кістковий мозок, майже рівнозначно швидко досягають центрального кровообігу.

Особливості постановки і введення лікарських препаратів. Відповідно до рекомендацій АНА (American Heart Association), ERC (European Resuscitation Council) і ILCoR (International Liaison Committee on Resuscitation) ВКД є другою лінією вибору у дорослих - після двох невдалих спроб катетеризації периферичних вен протягом 60 с, і першою лінією вибору у педіатричних пацієнтів. Також ВКД відзначається як ефективний та безпечний метод доступу до судинного русла під час проведення реанімаційних заходів відповідно до загальноприйнятих рекомендацій, також може застосовуватися за наявності шийного коміру, не заважає проведенню СЛР та дефібриляції. Відповідно до вищезгаданих настанов та у світлі новітніх досліджень, що доводять відстрочену ефективність і знижену керованість фармакологічним ефектом в порівнянні з ВКД, ендотрахеальні введення препаратів з рекомендацій виключено. У дорослих пацієнтів (40 кг і більше) схвалено 3 варіанти ВКД: дистальний і проксимальний епіфізи великогомілкової кістки і головка плечової кістки. При використанні інфузійного мішка під тиском або насоса для інфузії швидкість введення препаратів така ж, як при внутрішньовенній інфузії. Великомілковий доступ - аналогічно катетеру 20G, плечовий доступ - аналогічно катетеру 16G. (Катетер для внутрішньовенної інфузії: 20G - швидкість інфузії 64 мл / хв, 18G - 105 мл / хв, 16G - 208 мл / хв). У проспективному дослідженні ЕН Marcus et al. (2009), у 24 пацієнтів в критичному стані (за шкалою Глазго 8 і більше балів; диспное - ЧД <10 або >40 / хв; SaO₂ <80%; САД <90 мм рт.ст., гіповолемія, зупинка серця та ін.), проводилася інфузія з проксимального великогомілкового і плечового ВКД. Було визначено, що: установка голки виконувалася в межах 20 с, швидкість інфузії без застосування тиску (тобто під дією сил тяжіння) була відповідно 73 і 84 мл / хв; при використанні пристрою переливання під тиском (по типу пристрою для переливання крові або перфузора) швидкість інфузії збільшилася до 165 мл / хв (різниця на 92 мл / хв) і 153 мл / хв (різниця на 69 мл / хв), що говорить про практичну ідентичність доступів і необхідність використовувати тиск для інфузії. Автори підкреслюють, що цієї швидкості інфузії достатньо для проведення реанімаційних заходів [10]. Швидкість інфузії через ВК катетер з використанням тиску 300 мм: - 5-50 мл / хв (у середньому

25 мл / хв); - 300-3000 мл / год (в середньому 600 мл / год); - 1 одиниця крові приблизно за 15-30 хв. Болосне введення через шприц може бути виконано за кілька секунд (в середньому 10 мл/ 3 с). Початковий болос через 10 мл шприц значно збільшує швидкість інфузії через ВКД. Слід дотримуватися особливої обережності при тривалому введенні цитотоксичних препаратів, таких як гіпертонічний розчин. Дозування при внутрішньокістковій і внутрішньовенній інфузії ідентичні. Також можливий забір крові для проведення лабораторних досліджень.

Під час клінічних досліджень, проведених парамедиками США на догоспітальному етапі, доведено, що середній час успішного встановлення ВК доступу становив 67 секунд, що значно пришвидшує надання повноцінної медичної допомоги пацієнтам у критичному стані.

Практичний досвід. Нами на етапах медичної евакуації по життєвим показанням з метою стабілізації стану хворих було проведено 7 внутрішньокісткових введень препаратів та рідини.

Показаннями до налагодження ВК доступу були:

1. Необхідність швидкого внутрішньовенного введення рідини у хворих з великою крововтратою, гіпотензією, у шоківому стані.
2. Необхідність внутрішньовенного введення лікарських засобів при умові утрудненої постановки внутрішньовенного доступу при опіках.

Протипоказаннями були:

- Травма грудної клітки з порушенням цілісності каркасу грудної клітки або травма трубчастої кістки (рідина може виходити в підшкірну клітковину);
- оперативні втручання на грудині;
- опіки в місцях пункції та ознаки інфекційного процесу в місці пункції;
- неможливість встановити анатомічні орієнтири в місці постановки.

Правилами постановки ВК доступу були обов'язкове дотримання правил асептики та антисептики, обробка місця пункції.

На даний час в літературі немає даних про випадки остеомієліту після постановки ВК катетерів, які могли привести до смерті потерпілих. Так як маніпуляція була ургентною і виконувалась у хворих з важкими травмами, кровотечею та іншими невідкладними станами, при поставці по життєвим показанням знеболення не проводили. По 10 бальній шкалі болю відчуття становили приблизно 2-3 бали, що можна характеризувати як незначні. Але в одному випадку було проведено місцеву інфільтраційну анестезію 1% розчином лідокаїну. На даний час є декілька розроблених пристроїв для ВКД, кожен з яких використовується для окремої анатомічної ділянки.

Ми використовували апарат FAST 1 (Pung medical, Canada) в двох випадках, який був призначений для постановки в грудину. Пристрої для стернального внутрішньокісткового доступу FAST розроблені для екстреного

реагування і прості у використанні, в порівнянні з іншими приладами мають більшу пропускну здатність та викликають менше неприємних відчуттів. Не вимагають наявності джерела живлення і готові до застосування у будь-якій ситуації. Переваги апарату FAST 1 — анатомічна ділянка має чіткі орієнтири, маніпуляція стандартизована. Глибина проникнення в кістку обмежена власне будовою самого апарату. Прилад складається з 10 голкової основи, яка забезпечує точне положення, що унеможливує наскрізне проникнення і пошкодження органів загрудинного простору. При натисненні на апарат центральна пенетруюча голка потрапляє власне в простір кісткового мозку груднини. Після використання голка видаляється спеціально розробленим знаряддям. Больові відчуття незначно виражені і мають 2-4 бали по 10 бальній шкалі болю.

Та в п'яти випадках використовували апарат BIG (Bone injection Gun, Ізраїль), де точкою для введення голки був проксимальний відділ великогомілкової кістки. Широка плоска поверхня, тонкий шар м'яких тканин, чіткі анатомічні орієнтири та віддаленість від дихальних шляхів та грудної клітки роблять цю анатомічну ділянку місцем вибору. Недоліком в двох випадках були больові відчуття, біля 5 балів по шкалі болю, які купувалися введенням лідокаїну.

Екстравазації рідини та зміщення голки під час транспортування не було, завдяки промиванню фізіологічним розчином катетера до введення інфузії вдалось уникнути такого ускладнення, як синдрому стиснення. Випадків інфікування не спостерігали. Таким чином, ускладнення ВК інфузії у вигляді інфільтрації та компартмент--синдрому легко діагностуються та рідко виникають, — при умові виконання правил постановки катетера та функціонування апарату не більш ніж 24 години. Перед введенням болюсної дози необхідно провести аспірацію та отримати кров, для зменшення больових відчуттів можливе введення внутрішньокістково 2-4 мл 2% лідокаїну.

Завдяки використанню внутрішньокісткового введення розчинів та медикаментів вдалося стабілізувати стан хворих та доставити їх на наступний етап евакуації.

Висновки

1. Шприц-пістолет для внутрішньокісткової ін'єкції та прилад для для стерильного внутрішньокісткового доступу є безпечним, швидким і легким рішенням у випадку, коли важко або неможливо забезпечити внутрішньовенний доступ, і являються стандартним засобом надання екстреної медичної допомоги на етапах евакуації.

2. Розуміння і застосування принципів внутрішньокісткової інфузії забезпечують профілактику можливих ускладнень і є надійною, ефективною,

і порівняно простою технікою отримання швидкого судинного доступу для введення будь-яких розчинів та медпрепаратів.

3. Методика постановки ВКД може становити особливий інтерес для спеціалізованих бригад, що надають першу медичну допомогу в суворих умовах, особливо під час ведення бойових дій.

Література

1. The new 2005 resuscitation guidelines of the European Resuscitation Council: comments and supplements // *Anaesthesist*. — 2006 Sep. — 55(9). — 958-66, 968-72, 974-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16915404>

2. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. — Part 7.2. Management of Cardiac Arrest.

3. 2005 American Heart Association (AHA) guidelines for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiovascular care (ECC) of pediatric and neonatal patients: pediatric basic life support // *Pediatrics*. — 2006 May. — 117(5). — 1004.

4. The International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) consensus on science with treatment recommendations for pediatric and neonatal patients: pediatric basic and advanced life support // *Pediatrics*. — 2006 May. — 117(5). — e955-77. Epub 2006 Apr 17.

5. Drinker C., Drinker K., Lund C. The circulation in the mammalian bone marrow // *Am. J. Physiol.* — 1922. — 62. — 1-92.

6. Tocantins L.M., O'Neill J.P. Infusion of blood and other fluids into the circulation via the bone marrow // *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. — 1940. — 45. — 782-3.

7. Dubick M.A., Holcomb J.B. A review of intraosseous vascular access: current status and military application // *Mil. Med.* — 2000. — 165. — 552-9.

8. Orłowski J.P. My kingdom for an intravenous line // *American Journal of Diseases of Children*. — 1984. — 138. — 803.

9. www.fda.gov/ohrms/dockets/dockets/06d0331/06d-0331-ts00001-03-vol2_files/slide0212.htm — 5k — 2006-10-11

10. Marcus Eng Hock Ong, Yiong Huak Chan, Jen Jen Oh, Adeline Su-Yin Ngo. An observational, prospective study comparing tibial and humeral intraosseous access using the EZ-IO // *American Journal of Emergency Medicine*. — 2009. — 27. — 8-15.

11. Ralph Frascione, Koren Kaye, David Dries, Lynn Solem. Successful Placement of an Adult Sternal Intraosseous Line Through Burned Skin // *Prehospital Emergency Care*. — 2008. — 18. — 162-72.

12. Davidoff J., Fowler R., Gordon D., Klein G., Kovar J., Lozano M., Potkya J., Racht E., Saussy J., Swanson E., Yamada R., Miller L. Clinical evaluation of a novel intraosseous device for adults // JEMS. — 2005. — 30(10). — 20-23.

13. Hurren J.S., Dunn K.Y. Intraosseous Infusion for Burns Resuscitation // Burns. — 1995. — 21. — 285-7. Review

14. Smith R., Davis N., Bouamra O., Lecky F. The utilisation of intraosseous infusion in the resuscitation of paediatric major trauma patients // Injury. — 2005. — 36. — 1034-1038.

15. Horton M.A., Beamer C. Powered intraosseous insertion provides safe and effective vascular access for pediatric emergency patients // Pediatric Emergency Care. — 2008. — 24(6). — 347-50.

16. Cooper B.R., Mahoney P.F., Hodgetts T.J., Mellor A. Intra-osseous access (EZIO®) for resuscitation: UK military combat experience // JR Army Med. Corps. — 2008. — 153(4). — 314-6.

17. Byars DV, Tsuchitani SN, Erwin E, Anglemyer B, Eastman J.: «Evaluation of success rate and access time for an adult sternal intraosseous device deployed in the prehospital setting». - August 2012, AANA Journal; Aug2012 Supplement, Vol. 80 Issue 4, pS6

Резюме. В статье подробно описана анатомия и физиология внутрикостного пространства, выделены особенности внутрикостной инфузии, описанный опыт применения внутрикостного введения у тяжелораненых на этапах медицинской эвакуации.

Ключевые слова: внутрикостная инфузия, внутрикостный доступ, устройство, этапы медицинской эвакуации.

Summary. In the article there was specified anatomy and physiology of intraosseous space, features of intraosseous infusion were marked, algorithm of intraosseous access was given.

Keywords: intraosseous infusion, intraosseous access, device.