

УДК 616.14+615.472.2+613.95

Я.В. Семкович, М.Я. Семкович

Сучасний спосіб судинного доступу при критичних станах у дітей

ДВНЗ «Івано-Франківський національний медичний університет», Україна

SOVREMENNAYA PEDIATRIYA.2017.8(88):33-39; doi 10.15574/SP.2017.88.33

Забезпечення судинного доступу — основне завдання впродовж перших хвилин реанімації, проте це не повинно призвести до припинення натискань на грудну клітку або вентиляції. Судинний доступ полягає у катетеризації периферичної вени або внутрішньокісткового (інтраосального) простору. Європейська Рада з реанімації ще у 2005 р. рекомендувала запроваджувати у практику застосування внутрішньокісткового доступу при здійсненні реанімаційних заходів. У наступних переглядах Рекомендацій Європейської Ради з реанімації (2010 р., 2015 р.) також зазначається необхідність застосовувати внутрішньокістковий доступ під час проведення серцево-легеневої реанімації. Лікарям невідкладних станів слід застосовувати внутрішньокістковий доступ як корисну альтернативу периферійному венозному доступу. Внутрішньокістковий доступ має усі переваги центрального венозного доступу, але виконується значно легше та швидше.

Отже, при зупинці кровообігу та дихання, а також при декомпенсованому шоку, коли введення адреналіну та/або інфузійних розчинів є терапією першого вибору, найбільш відповідний судинний доступ — внутрішньокістковий. За умови, що техніка виконана із правилами асептики, ризик інфекційних ускладнень дуже низький. Однак внутрішньокістковий доступ має бути перехідним судинним доступом та видалятися якнайшвидше. Його використання ніколи не повинно перевищувати 24 годин.

Ключові слова: внутрішньокістковий доступ, периферійний венозний доступ, діти, реанімація.

Modern way of vascular access in critical state of children

Ya.V. Semkovych, M.Ya. Semkovych

State Higher Educational Institution «Ivano Frankivsk National Medical University», Ivano-Frankivsk, Ukraine

To provide a vascular access is the main task during the first minutes of resuscitation, but it should not interrupt the chest compression or ventilation. Vascular access includes the catheterization of peripheral vein or intraosseous space. The European Resuscitation Council in 2005 has recommended to establish the practice of intraosseous access (IOA) during resuscitation. The following updates of the European Resuscitation Council Recommendations (2010, 2015) has also considered that it necessary to use intraosseous access during cardiopulmonary resuscitation. The emergency physician should use intraosseous access as useful alternative to peripheral venous access. Intraosseous access has all advantages of central venous access, but it is much easier and faster. Consequently, in case of cardiac arrest and apnoea as well as decompensated shock, when the introduction of adrenaline and/or infusion solutions is the first-line treatment, the most appropriate vascular access is intraosseous one. Provided that the procedure is performed in compliance with aseptic rules, the risk of infectious complications is very low. However, intraosseous access should be transitional vascular access and should be removed as soon as possible. Its use must never exceed 24 hours.

Keywords: intraosseous access, vascular access, children, resuscitation.

Современный способ сосудистого доступа при критических состояниях у детей

Я.В. Семкович, М.Я. Семкович

ГВУЗ «Ивано-Франковский национальный медицинский университет», Украина

Обеспечение сосудистого доступа — основная задача в течение первых минут реанимации, однако это не должно привести к прекращению нажатий на грудную клетку или вентиляции. Сосудистый доступ заключается в катетеризации периферической вены или внутрикостного (интраоссального) пространства. Европейский Совет по реанимации еще в 2005 г. рекомендовал вводить в практику применения внутрикостного доступа при осуществлении реанимационных мероприятий. В следующих просмотрах Рекомендаций Европейского Совета по реанимации (2010 г., 2015 г.) тоже отмечена необходимость применять внутрикостный доступ при проведении сердечно-легочной реанимации. Врачу неотложных состояний следует применять внутрикостный доступ как полезную альтернативу периферическому венозному доступу. Внутрикостный доступ имеет все преимущества центрального венозного доступа, но выполняется значительно легче и быстрее. Следовательно, при остановке кровообращения и дыхания, а также при декомпенсированном шоке, когда введение адреналина и/или инфузионных растворов является терапией первого выбора, самый подходящий сосудистый доступ — внутрикостный. При условии, что техника выполнена с правилами асептики, риск инфекционных осложнений очень низкий. Однако внутрикостный доступ должен быть переходным сосудистым доступом и удаляться как можно быстрее. Его использование никогда не должно превышать 24 часов.

Ключевые слова: внутрикостный доступ, периферический венозный доступ, дети, реанимация.

Забезпечення судинного доступу — основне завдання впродовж перших хвилин реанімації, проте це не повинно призвести до припинення натискань на грудну клітку або вентиляції [6,19]. Виникнення ускладнень та смерть у подібних ситуаціях нерідко пов'язу-

ють саме з проблемами у цих першочергових лікувальних заходах [5,10]. Як вказує L.J. Miller, понад 20 млн ургентних пацієнтів у США потребують судинного доступу на етапі надання невідкладної допомоги. З них 5 млн пацієнтів не вдається забезпечити стандартний пери-

феричний внутрішньовенний доступ, а ще у 7 млн його здійснення вимагає повторних спроб та забирає надто багато часу [15].

Судинний доступ полягає у катетеризації периферичної вени або внутрішньокісткового простору [4,11]. Європейська Рада з реанімації ще у 2005 р. рекомендувала запроваджувати у практику застосування внутрішньокісткового доступу (ВКД) при здійсненні реанімаційних заходів. У наступних переглядах Рекомендацій Європейської Ради з реанімації (2010 р., 2015 р.) також зазначається необхідність застосовувати ВКД під час проведення серцево-легеневої реанімації. Лікарям невідкладних станів слід застосовувати ВКД як корисну альтернативу периферичному венозному доступу [17]. Внутрішньокістковий доступ має усі переваги центрального венозного забезпечення, але виконується значно легше та швидше [9,12,13]. D. Ogiot та співавт. (2001) вважають, що ВКД — простий та ефективний метод введення препаратів при будь-яких критичних станах у педіатричній практиці, коли внутрішньовенне надходження препаратів неможливе або неадекватне. За умови, що техніка виконана із правилами асептики, ризик інфекційних ускладнень дуже низький. Однак ВКД має бути перехідним судинним доступом та видалятися якнайшвидше. Його використання ніколи не повинно перевищувати 24 годин [8,18]. Катетеризацію центральної вени може виконати тільки досвідчений спеціаліст, а сама процедура може зайняти певний проміжок часу, тому не є методом першого вибору для забезпечення судинного доступу на початкових етапах реанімації [2,14].

Отже, при зупинці кровообігу та дихання, а також при декомпенсованому шоку, коли введення адреналіну та/або інфузійних розчинів є терапією першого вибору, найбільш відповідний судинний доступ — це внутрішньокістковий [1]. Як тільки судинний доступ буде надійно зафіксовано, необхідно взяти зразки крові для лабораторних аналізів, наприклад, газометрії крові, глікемії, електролітів, загального та мікробіологічного аналізу крові [3]. Забір матеріалу проводиться перед введенням будь-яких розчинів, за умови, що забір крові не затримує введення адреналіну та інших ліків і розчинів, необхідних під час реанімації. Болюсне введення розчинів здійснюється за допомогою шприца або краплинної інфузією, з урахуванням введеного об'єму. Усі ліки, що вводяться під час реанімації, необхідно проштовхнути далі судинним руслом, вводючи

болюс із 2–5 мл 0,9% ізотонічного розчину хлориду натрію. Для ендотрахеального шляху характерна змінна абсорбція ліків, тому внутрішньовенний та внутрішньокістковий шляхи введення ліків безумовно кращі [7].

Внутрішньокістковий доступ — це доступ першого вибору у випадку зупинки серця та дихання чи при декомпенсованому шоку. Доступ повинен функціонувати, поки не буде забезпечено надійний венозний доступ. Через ВКД можна вводити ліки, розчини та препарати крові. Великі болюси потрібно швидко вводити, стискаючи пакети з розчинами руками. Голки спеціальної конструкції дозволяють поставити ВКД швидко та легко. Даний метод застосовується в ситуаціях, коли спроби забезпечити надійний венозний доступ виявляються невдалими, і витрачено понад одну хвилину часу. Як зазначалося раніше, це шлях першого вибору при зупинці серця та дихання [16].

Щоб катетеризувати інтраосальний простір, необхідно мати голку для ВКД:

1. Голки-троакари з отвором на кінці та двома боковими отворами, вводяться вручну.

Відповідно до віку використовують наступні розміри:

- ◆ новонароджені – 6 місяців = 18 G;
- ◆ діти віком 6–18 місяців = 16 G;
- ◆ діти старше 18 місяців = 14 G.

2. Автоматизовані пристрої, що вкручують голку в кістку. Застосування такого приладу вимагає спеціального навчання, але аналіз результатів показав його швидкість та ефективність. Голки для пункції кісткового мозку та поперекової пункції можуть бути використані, якщо немає альтернативи.

Анатомічні орієнтири для введення докісткових голок:

- ◆ У дітей віком до 6 років: передньо-медіальна поверхня гомілки на 2–3 см нижче від бугристості великогомілкової кістки (медіальніше від бугристості).
- ◆ У дітей віком 6 років і старше: на медіальній поверхні великогомілкової кістки на 3 см вище від медіальної кісточки.
- ◆ На латеральній поверхні стегнової кістки, на 3 см вище від латерального надвиростка.
- ◆ На передній поверхні голівки плечової кістки (у підлітків).

Ці місця визначені так, щоб уникнути пошкодження ростових пластинок довгих трубчастих кісток (метафізу). Голка проходить через окістя та кортикальний шар до медуляр-

ної порожнини. Введення голки у кістку та початок інфузії розчину можуть бути болісними. У притомної дитини шкіру та підокістя необхідно інфільтрувати 1% розчином лідокаїну, подальше знеболення можна провести разом із першим введенням розчинів.

Алгоритм введення докісткової голки:

1. Визначити місце введення.
2. Очистити і продезінфікувати шкіру навколо місця введення спиртвмісним розчином.
3. Інфільтрувати шкіру до окістя 1% розчином лідокаїну (у притомної дитини, у непритомної дитини можна не виконувати).
4. Зафіксувати кінцівку, утримуючи її домінуючою рукою (переконайтеся, що руки не знаходяться під кінцівкою).
5. Міцно тримати голку над ділянкою шкіри під кутом 90°.
6. Просувати голку вперед коливальними та обертальними рухами під кутом 90° до поверхні до моменту, коли відчується, що голка пройшла кортикальний шар («відчуття провалу»).
7. Голка повинна увійти на глибину приблизно 1–2 см.
 - ✓ Якщо застосовується автоматизований пристрій, такий як дрель, притиснути голку міцно до шкіри, вімкнути двигун, не докладати зусиль.
 - ✓ Зупинитись при появі «відчуття провалу». Просування голки залежатиме також від типу використовуваного пристрою.
8. Після видалення троакару приєднати короткий перехідник із триходовим краном, під'єднаним до шприца та системи для інфузії. Аспірувати кров або промити фізіологічним розчином для підтвердження правильного положення голки. У підшкірній тканині навколо місця введення не повинно з'явитися набряку. Зразки крові для загального аналізу крові, сечовини, електролітів і проби на сумісність беруться до введення ліків та розчинів, проте забір крові не повинен затримувати їх введення.
9. Під час реанімації після введення ліків ввести болюс ізотонічного розчину об'ємом 2–10 мл, як було зазначено вище. Великі об'єми рідини вводять, застосовуючи помірний тиск (через шприц або стискаючи мішок із рідиною).
10. Після введення голки до медулярної порожнини її положення буде стабільним і не вимагає додаткової фіксації. Голку необхідно закріпити, щоб запобігти її випадковому усу-

ненню, особливо на час транспортування до місця призначення.

Основними ускладненнями під час катетеризації інтраосального простору можуть бути:

- ◆ Екстравазація до тканин трапляється рідко при використанні внутрішньокісткової голки. Тимчасовий набряк спостерігається часто внаслідок потрапляння рідини до оточуючих кістку тканин з медулярної порожнини через перфорацію. При будь-якому сумніві припинити введення розчинів до кістковомозкової порожнини та аспірувати невелику кількість рідини шприцом. Зазвичай це рідина рожевого кольору, оскільки аспірується деяка кількість кісткового мозку.
- ◆ Емболія: при нетривалому використанні докісткової голки ризик жирової емболії або емболії кістковим мозком невисокий (<1%).
- ◆ Інфекції, наприклад, остеомієліт. Ризик дуже низький, якщо голку утримувати якнайкоротший період, як тільки це можливо — її необхідно видалити.
- ◆ Компартмент-синдром: крововиливи до фасціальних футлярів можуть призвести до порушення кровопостачання кінцівки.
- ◆ Перелом: при правильній техніці виконання та перевірці перед введенням голки, чи немає кісткової патології, ризик переломів зводиться до мінімуму.
- ◆ Некроз шкіри.

Докісткова інфузія повинна бути замінена на стандартний венозний доступ, як тільки стан дитини буде стабілізовано (максимально до 24 годин).

Висновки

1. Згідно з Рекомендаціями Європейської ради реанімації, застосування ВКД при здійсненні реанімаційних заходів є пріоритетним.
2. Внутрішньокісткова інфузія може розглядатися як метод вибору під час надання допомоги дітям із травматичним шоком на догоспітальному етапі та на етапах евакуації. Для створення ВКД необхідно відводити не більше 90 секунд, або три спроби.
3. При струминних внутрішньокісткових інфузіях спостерігається болючість, викликана тиском на губчасту субстанцію, що потребує адекватного знеболення.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Анестезиология и реаниматология: учебник / под ред. В.Д. Малышева, С.В. Свиридова. — Москва: Медицина, 2005. — 528 с.
2. Морган Дж.Е. Клінічна анестезіологія / Дж.Е. Морган. — Москва: Бином, 2001. — 396 с.
3. Федосюк Р.М. Внутрикостная инфузия: показания, противопоказания, методы, устройства / Р.М. Федосюк // Вісник проблем біології і медицини. — 2013. — №1. — С. 16—22.
4. A prospective study of femoral versus subclavian vein catheterization during cardiac arrest / C.L. Emerman, E.M. Bellon, T.W. Lukens [et al.] // *Am. Emerg. Med.* — 1990. — №19. — P. 26—30.
5. Boon J.M. Finding an Ideal Site for Intraosseous Infusion Tibia: An Anatomical Study / J.M. Boon, D.L. Gorry, J.H. Miering // *Clinical Anatomy*. — 2003. — №16. — P. 15—18.
6. Chiang V.W. Uses and complications of central venous catheters inserted in a pediatric emergency department / V.W. Chiang, M.N. Baskin. // *Pediatr. Emerg. Care*. — 2000. — №16. — P. 230—232.
7. Comparison of two mechanical intraosseous infusion devices: a pilot, randomized crossover trial / I. Shavit, Y. Hoffmann, R. Galbraith, Y. Waisman // *Resuscitation*. — 2009. — №80. — P.1029—1033.
8. Complications of femoral and subclavian venous catheterization in Cook D. Central venous catheter replacement strategies: a systematic critical patients: a randomized controlled trial / J. Merrer, B. De Jonjha, F. Jolliot [et al.] // *J. A. M. A.* — 2001. — Vol.286. — P. 700—707.
9. Cook D. Central venous catheter replacement strategies: a systematic review of the literature / D. Cook, A. Randolph, P. Kernerman // *Crit. Care Med.* — 1997. — Vol.25. — P. 1417—1424.
10. Dries D.J. Recent advances in emergency life support / D.J. Dries, M.A. Sample // *Nurs. Clin. North. Am.* — 2002. — №37. — P. 1—10.
11. Fisher R. Intraosseous access in infant resuscitation / R. Fisher, D. Prosser // *Arch. Dis. Child.* — 2000. — №2. — P. 83—87.
12. Five-year experience in prehospital intraosseous infusions in children and adults / P.W. Glaeser, T.R. Hellmich, D. Szewczuga [et al.] // *Am. Emerg. Med.* — 1993. — №22. — P. 1119—1124.
13. Glaeser P.W. Emergency intraosseous infusions in children / P.W. Glaeser, J.D. Losek // *Am. J. Emerg. Med.* — 1986. — №4. — P.34—36.
14. Horton M.A. Powered intraosseous insertion provides safe and effective vascular access for pediatric emergency patients / M.A. Horton, C. Beamer // *Pediatr. Emerg. Care*. — 2008. — №24. — P. 347—350.
15. Miller L.J. Intraosseous vascular access. State of the art [Electronic resource]. — URL: <http://acls.mshpreps.com/EZ-IG/Supplement%20Materials/Intraosseous%20Vascular%20Access>.
16. Orłowski J.P. Emergency alternatives to intravenous access. Intraosseous, intracheal, sublingual, and other-site drug administration / J.P. Orłowski // *Pediatr. Clin. Am.* — 1994. — №41. — P.1183—1199.
17. Preclinical use of intraosseous access (IO) in adults: literature review and case reports / M. Toursarkissian, W. Schmidbauer, J. Breckwoldt [et al.] // *Anesthesiol. Intensivmed. Notfallmed. Schmerzther.* — 2009. — №44. — P. 22—27.
18. Rapid diagnosis of central-venous-catheter-related bloodstream infection without catheter removal / P. Kite, B.M. Dobbins, M.H. Wilcox [et al.] // *Lancet*. — 1999. — Vol.354. — P. 1504.
19. Use of the pediatric EZ-IO needle by emergency medical services providers / R.J. Frascione, J. Jensen, S.S. Wewerka [et al.] // *Pediatr. Emerg. Care*. — 2009. — №25. — P.329—332.

Сведения об авторах:

Семкович Ярослав Васильевич — к.мед.н., доц. каф. детских болезней последипломного образования учебно-научного института последипломного образования ГВУЗ «Ивано-Франковский национальный медицинский университет». Адрес: г. Ивано-Франковск, ул. Галицкая, 2.

Семкович Михаил Ярославович — к.мед.н., доц. каф. анестезиологии и интенсивной терапии последипломного образования учебно-научного института последипломного образования ГВУЗ «Ивано-Франковский национальный медицинский университет». Адрес: г. Ивано-Франковск, ул. Галицкая, 2.

Статья поступила в редакцию 21.07.2017 г.

УДК 616.14+615.472.2+613.95

Ya.V. Semkovych, M.Ya. Semkovych

Modern way of vascular access in critical state of children

State Higher Educational Institution «Ivano Frankivsk National Medical University», Ukraine

To provide a vascular access is the main task during the first minutes of resuscitation, but it should not interrupt the chest compression or ventilation. Vascular access includes the catheterization of peripheral vein or intraosseous space. The European Resuscitation Council in 2005 has recommended to establish the practice of intraosseous access (IOA) during resuscitation. The following updates of the European Resuscitation Council Recommendations (2010, 2015) has also considered that it necessary to use intraosseous access during cardiopulmonary resuscitation. The emergency physician should use intraosseous access as useful alternative to peripheral venous access. Intraosseous access has all advantages of central venous access, but it is much easier and faster. Consequently, in case of cardiac arrest and apnoea as well as decompensated shock, when the introduction of adrenaline and/or infusion solutions is the first-line treatment, the most appropriate vascular access is intraosseous one. Provided that the procedure is performed in compliance with aseptic rules, the risk of infectious complications is very low. However, intraosseous access should be transitional vascular access and should be removed as soon as possible. Its use must never exceed 24 hours.

Keywords: intraosseous access, vascular access, children, resuscitation.

The ensuring of vascular access is the main task during the first minutes of reanimation, but it should not lead to the stopping of pressure on the chest or ventilation [1, 2]. The emergence of complications and mortality in such situations is often associated with problems in these primary medical interventions [3, 4]. As Miller L. J. points out, more than 20 million urgent patients in the United States need vascular access at the stage of emergency care. Five million patients of them are not able to provide standard peripheral intravenous access, and in another seven million of them, its implementation requires repeated attempts and takes too much time [5]. Vascular access consists in the catheterization of the peripheral vein or intraosseous space [6, 7]. The European Reanimation Council in 2005 recommended to introduce into practice the application of intraosseous access (IOA) in the implementation of reanimation measures. The following revisions of the Recommendations of the European Reanimation Council (2010, 2015) also consider it necessary to use IOA during cardiopulmonary reanimation. The emergency doctor should use IOA as a useful alternative to peripheral venous access [8]. IOA has all the advantages of central venous access, but it is laid down much easier and faster [9, 10, 11]. Oriot D. and co-authors (2001) consider that IOA is a simple and effective method of introduction medicine at any critical conditions in pediatric practice, when intravenous introduc-

tion of medicine is impossible or inadequate. If the technique is done with aseptic rules, the risk of infectious complications is very low. However, IOA should be transitional vascular access and remove as soon as possible. Its using should never exceed 24 hours [12, 13]. Only an experienced specialist can perform the catheterization of the central vein, and the procedure itself may take a certain amount of time, therefore, it is not the first choice method to provide vascular access at the initial stages of reanimation [14, 15].

Consequently, at the stopping of blood circulation and respiration, as well as with decompensated shock, when the introduction of adrenaline and/or infusion solutions is the therapy of the first choice, the most appropriate vascular access is intraosseous [16]. As soon as the vascular access is securely fixed, blood samples must be taken for laboratory tests, such as blood gasometry, glycemia, electrolytes, general and microbiological blood tests [17]. These samples should be taken before the introduction of any solutions, if the blood sampling does not delay the introduction of adrenaline and other medicine and solutions needed during reanimation. Bolus injection of solutions is performed with a syringe or as a drip infusion, taking into account the entered volume. All medicines introduced during reanimation should be pushed further to the vascular channel using bolus with 2-5 ml of 0.9% isotonic sodium chloride solution (up to 10 ml,

if it is injected into the peripheral vein or foot). For the endotracheal way it is typical the variable absorption of medicines, therefore, the intravenous and intraosseous ways of medicines injection are definitely better [18].

IOA is the access of the first choice in case of heart and breath's stopping or decompensated shock. Access must function until reliable venous access will be provided. Through IOA you can inject medicines, solutions and blood products. Big boluses can be quickly injected by compressing the bags with solutions by hands. Special designed needles make it easy to set up IOA fast and easy. It is used in situations when the attempts to provide reliable venous access come out unsuccessful and it is spent more than 1 minute of time. As it was noted earlier, this is the path of the first choice when the heart and breath stop [19].

To catheterize the intraosseal space, it is necessary to have a needle for intraosseous access:

1. Needle-trocar with a hole at the end and two side holes, they are entered manually.

According to age, the following sizes are used:

- ◆ new-born children – 6 months = 18 G
- ◆ children aged 6–18 months = 16 G
- ◆ children senior 18 months = 14 G

2. Automatic devices that twist the needle into the bone. The usage of such device requires special training but the analysis of the results showed both speed and efficiency. Needles for bone marrow puncture and lumbar puncture can be used if there is no alternative.

Anatomical guidelines for the introduction of intraosseous needles:

- ◆ In children under the age of 6: the anterior-medial surface of the leg 2–3 centimeters below the hillock of shinbone (more medial than the hillock).
- ◆ In children of 6 years and older: on the medial surface of the shinbone 3 centimeters above the medial bone.
- ◆ On the lateral surface of the thigh, 3 centimeters above the lateral hillock.
- ◆ On the front surface of the head of the humerus (in teenagers).

These areas are defined so to avoid damaging the growth plate of long tubular bones (metaphysis). The needle passes through the periosteum and the cortical layer to the medullary cavity. The introduction of the needle into the bone and the beginning of infusion of the solution may be painful. In the conscious child, the skin and periosteum should be infiltrated with 1% solution of lidocaine,

and further anesthesia can be done together with the first injection of solutions.

Algorithm of the introduction of intraosseous needle:

1. Determine the introduction point.
2. Clean and disinfect the skin around the place of injection by the alcohol-based solution.
3. Infiltrate the skin to the periosteum with 1% solution of lidocaine (in a conscious child, you cannot do it in unconscious child).
4. Fix the limb, holding it with a non-dominant hand (make sure your hands are not under the limb).
5. Hold the needle firmly over the prepared area of the skin at an angle of 90°.
6. Move the needle forward with oscillatory and rotative movements at an angle of 90° to the surface to the moment until it is felt that the needle has passed the cortical layer («feeling of failure»).
7. The needle should enter a depth of about 1–2 centimeters.

✓ If an automated device such as a drill is used, press the needle firmly to the skin, turn the engine on, do not make an effort.

✓ Stop when there is a «feeling of failure». Advancement of the needle will also depend on the type of device used.

8. After removing the trocar, attach a short adapter with a three-way cock connected to the syringe and infusion system. Aspirate blood or rinse with physiological solution to confirm the correct position of the needle. In the hypodermic tissue around the injection place should not appear swelling. Blood samples for general analysis of blood, urea, electrolytes and compatibility tests are taken prior to the injection of medicine and solutions, but blood taking should not delay their introduction.

9. During the reanimation after the injection of medicine enter the bolus of isotonic solution in volume of 2–10 ml as it was mentioned above. Large volumes of liquid are introduced by applying of moderate pressure (through a syringe or pressing a bag of liquid).

10. After insertion of the needle into the medullary cavity, its position will be stable and does not require additional fixation. The needle must be fixed to prevent its accidental removal, especially during transportation to the place of appointment.

The main complications during catheterization of the intraosseal space may be:

- ◆ Extravasation to tissues occurs rarely when using the intraosseous needle. Temporary swelling is often observed as a result

of liquid entering to the surrounding tissues of a bone from the medullary cavity through perforation. In case of any suspicion, stop the introduction of solutions to the marrow cavity and aspirate a small amount of fluid to the syringe. Usually this is a pink-colored liquid, because some bone marrow is aspirated.

- ◆ Embolism: with short-term usage of the intraosseous needle, the risk of fatty embolism or embolism by the marrow is low (<1%).
- ◆ Infections, for example, osteomyelitis. The risk is very low, if the needle is held as short as possible period, as soon as possible it should be eliminated.
- ◆ Compartment syndrome: hemorrhages to the fascial cases can lead to violation of blood supply to the limb.
- ◆ The fracture: with the correct technique of implementation and testing before the introduction of the needle if there is no bone

pathology, the risk of fractures is minimized.

- ◆ Necrosis of the skin.

Intraosseous infusion should be replaced on standard venous access as soon as the child's condition is stabilized (to the limit of 24 hours).

Conclusions:

1. In accordance with the Recommendations of the European Resuscitation Council the usage of internal bone access in the realization of resuscitation measures is the priority.

2. Internal bone infusion may consider as a method of choice in helping children with traumatic shock at the pre-hospital and evacuation stages. To create an intravenous access, you must take no more than 90 seconds or three attempts.

3. Using jet internal bone infusion, pain is observed, it is induced by pressure on the spongy substance, which requires adequate anesthesia.

No conflict of interest was declared by the authors.

References

1. Chiang WW, Baskin MN. (2000). Uses and complications of central venous catheters inserted in a pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care.* 16: 230–232.
2. Frascone RJ, Jensen J, Wewerka SS et al. (2009). Use of the pediatric EZ-IO needle by emergency medical services providers. *Pediatr Emerg Care.* 25: 329–332.
3. Dries DJ, Sample MA. (2002). Recent advances in emergency life support. *Nurs Clin North Am.* 37: 1–10.
4. Miller LJ. Intraosseous vascular access. State of the art. <http://acls.msh-preps.com/EZ-IG/Supplement%20Materials/Intraosseous%20Vascular%20Access>.
5. Boon JM, Gorry DL, Miering JH. (2003). Finding an Ideal Site for Intraosseous Infusion Tibia: An Anatomical Study. *Clinical Anatomy.* 16: 15–18.
6. Emerman CL, Bellon EM, Lukens TW et al. (1990). A prospective study of femoral versus subclavian vein catheterization during cardiac arrest. *Am Emerg Med.* 19: 26–30.
7. Fisher R, Prosser D. (2000). Intraosseous access in infant resuscitation. *Arch Dis Child.* 2: 83–87.
8. Toursarkissian M, Schmidbauer W, Breckwoldt J et al. (2009). Preclinical use of intraosseous access (IO) in adults: literature review and case reports. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 44: 22–27.
9. Glaeser PW, Hellmich TR, Szewczuga D et al. (1993). Five-year experience in prehospital intraosseous infusions in children and adults. *Am Emerg Med.* 22: 1119–1124.
10. Glaeser PW, Losek JD. (1986). Emergency intraosseous infusions in children. *Am J Emerg Med.* 4: 34–36.
11. Cook D, Randolph A, Kernerman P. (1997). Central venous catheter replacement strategies: a systematic review of the literature. *Crit Care Med.* 25: 1417–1424.
12. Merrer J, De Jonjha B, Jolliot F et al. (2001). Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critical patients: a randomized controlled trial. *JAMA.* 286: 700–707.
13. Kite P, Dobbins BM, Wilcox MH, MacMahon MJ et al. (1999). Rapid diagnosis of central-venous-catheter-related bloodstream infection without catheter removal. *Lancet.* 354: 1504.
14. Horton MA, Beamer C. (2008). Powered intraosseous insertion provides safe and effective vascular access for pediatric emergency patients. *Pediatr Emerg Care.* 24: 347–350.
15. Morgan JE. (2001). *Clinical anesthesiology.* Moscow, Bean: 396.
16. *Anesthesiology and reanimatology. Textbook.* Ed by VD Malysheva, SV Svyrydova. (2005). Moscow, Medicine: 528.
17. Orłowski JP. (1994). Emergency alternatives to intravenous access. Intraosseous, intracheal, sublingual, and other-site drug administration. *Pediatr Clin Am.* 41: 1183–1199.
18. Fedosiuk RM. (2013). Intraosseous infusion: indications, contraindications, methods, devices. *Bulletin of problems of biology and medicine.* 1: 16–22.
19. Shavit I, Hoffmann Y, Galbraith R, Waisman Y. (2009). Comparison of two mechanical intraosseous infusion devices: a pilot, randomized crossover trial. *Resuscitation.* 80: 1029–1033.