

ARTYKUŁ ORYGINALNY/ORIGINAL PAPER

Otrzymano/Submitted: 26.04.2015 • Zaakceptowano/Accepted: 10.06.2015

© Akademia Medycyny

Pierwsze doświadczenia z nowym wkłuciem doszpikowym NIO Adult – badanie manekinowe, randomizowane, krzyżowe***First experience with the new intraosseous access device – a manikin randomized crossover study*****Zenon Truszcowski¹, Łukasz Szarpak^{1,3}, Łukasz Czyżewski², Andrzej Kurowski³, Paulina Aniszewska⁴**¹ Zakład Medycyny Ratunkowej, Warszawski Uniwersytet Medyczny² Zakład Pielęgniarstwa Nefrologicznego, Warszawski Uniwersytet Medyczny³ Zakład Anestezjologii, Instytut Kardiologii w Warszawie⁴ International Institute of Rescue Research and Education, Nadarzyn**Streszczenie**

Wstęp. Umiejętność zapewnienia dostępu donaczyniowego stanowi jedną z kluczowych umiejętności, jakimi winien wykazywać się personel medyczny. W przypadku braku możliwości uzyskania dostępu dożylnego, alternatywą mogą być wkłucia doszpikowe. **Cel pracy.** Celem badania było porównanie efektywności wykonania dostępu doszpikowego (IO) i dożylnego (IV), wykonywanego przez studentów ratownictwa medycznego w warunkach symulowanej resuscytacji krążeniowo-oddechowej. **Materiał i metody.** W badaniu randomizowanym krzyżowym wzięło udział 45 studentów ratownictwa medycznego, którzy wykonywali dostęp donaczyniowy za pomocą wkłucia doszpikowego NIO oraz dostęp dożylny za pomocą standardowej kaniuli dożylniej. Analizowano skuteczność uzyskania dostępu oraz trzy parametry czasowe: T1 – czas od momentu wzięcia do ręki urządzenia do momentu wykonania dostępu IV lub IO; „T2” – czas od momentu wzięcia do ręki urządzenia do momentu ustabilizowania wkłucia dożylnego bądź doszpikowego; „T3” – od momentu wzięcia do ręki urządzenia do momentu podłączenia linii infuzyjnej. Dodatkowym parametrem ocenianym po wykonaniu procedury była łatwość wykonania wkłucia donaczyniowego. **Wyniki.** Skuteczność wykonania IO oraz IV wynosiła odpowiednio: 100 vs. 91,1%. Mediana czasu T1, T2, T3 podczas wykonania IO oraz IV była zróżnicowana i wynosiła odpowiednio: 9 (IQR, 6-11) vs. 15 (12-22) s; 9 (IQR, 6-11) vs. 31 (IQR, 26-35) s; 17 (IQR, 16-29) vs. 46 (IQR, 40-52) s (odpowiednio dla T1, T2, T3). Dostęp doszpikowy jest uważany za łatwiejszą procedurę niż dostęp dożylny (1,9 vs. 3,2 punktu). **Wnioski.** W przeprowadzonym badaniu symulacyjnym, z wykorzystaniem urządzenia NIO Adult, studenci ratownictwa medycznego byli w stanie wykonać dostęp doszpikowy z wyższą skutecznością oraz w krótszym czasie niż dostęp dożylny. Konieczne są badania w warunkach klinicznych, w celu potwierdzenia uzyskanych wyników. *Anestezjologia i Ratownictwo 2015; 9: 144-150.*

Słowa kluczowe: dostęp doszpikowy, resuscytacja krążeniowo-oddechowa, symulacja

Abstract

Background. The ability to provide intravascular access is one of the key skills which medical personnel should demonstrate. In the absence of the possibility of obtaining intravenous access, the alternative may be intraosseous access. **Purpose.** The aim of the study was to compare the effectiveness of the implementation of intraosseous and

intravenous access performed by paramedic students in the conditions of simulated cardiopulmonary resuscitation. **Material and methods.** In a randomized, crossover study, 45 paramedic students participated, who performed intravascular access using intraosseus access using NIO and venous access using a standard intravenous cannula. We analyzed efficacy access and three time parameters: T1 – the time from the moment of taking up a device until you execute IV or IO access; “T2” – the time from the moment of taking up a machine until you stabilize the IV or IO needle; “T3” – the time from taking device until the infusion line connection. Additional parameter evaluated after the procedure was the ease of intravascular access. **Results.** Efficiency of the IO and IV access were: 100 vs. 91.1%. The median duration of T1, T2, T3, during the execution of IO and IV was varied and amounted to: 9 (IQR, 6-11) vs. 15 (12-22) s; 9 (IQR, 6-11) vs. 31 (IQR, 26-35) s; 17 (IQR, 16-29) vs. 46 (IQR, 40-52) s (for T1, T2, T3 respectively). The procedure of IO access is considered easier than IV access (1.9 vs. 3.2 points). **Conclusions.** In the conducted simulation study, paramedic students were able with higher efficiency and lower access time performed intraosseous access using NIO Adult device than performed intravenous access. Is needed in a clinical study to confirm the obtained results. *Anestezjologia i Ratownictwo 2015; 9: 144-150.*

Keywords: *intraosseous access, cardiopulmonary resuscitation, simulation*

Wstęp

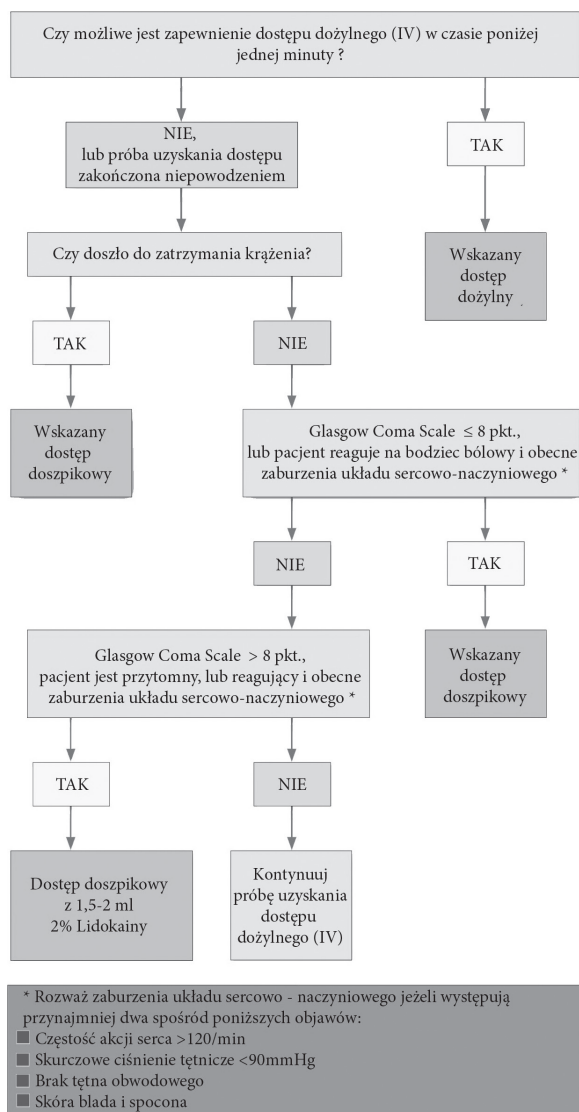
Ratownicy medyczni pracując w ramach Zespołów Wyjazdowych Państwowego Ratownictwa Medycznego spotykają się z pacjentami z szeroką gamą stanów zagrożenia życia. Począwszy od lekkich dolegliwości bólowych w obrębie klatki piersiowej, poprzez urazy i wstrząs, a skończywszy na nagłym zatrzymaniu krążenia. Wszystkie powyższe stany łączy konieczność jak najszybszego zastosowania farmakoterapii. Zabezpieczenie dostępu donaczyniowego i podaż leków, jak również płynów infuzyjnych w celu wypełnienia łóżyska naczyniowego i zwiększenia ciśnienia tętniczego, stanowią zatem jedną z kluczowych umiejętności, jakimi winien wykazywać się personel ratownictwa medycznego. Jednakże w przypadku nagłego zatrzymania krążenia bądź wstrząsu – z uwagi na zapadnięte naczynia krwionośne – ratownik medyczny może napotkać na problemy z kaniulacją naczyń żylnych. Wówczas pomocą mogą służyć wkłucia doszypikowe (IO), umożliwiające uzyskanie dostępu do jamy szypikowej [1,2]. Leki podane tą metodą osiągają pożądane stężenie w osoczu w czasie porównywalnym z lekami podanymi za pomocą cewnika umieszczonego w żyłę centralnej [3]. Nie ma obecnie jednolitych zaleceń dotyczących momentu, kiedy powinniśmy sięgnąć po wkłucie doszypikowe. Na rycinie 1 przedstawiono algorytm zapewnienia dostępu doszypikowego u osób dorosłych w stanie zagrożenia życia. Algorytm został opracowany w oparciu o zalecenia Frascone i wsp. [4].

Wśród wskazań do zastosowania IO przedsta-

wionych przez Frascone [4], możemy wyróżnić przypadki zagrożenia życia pacjenta, kiedy przewidujemy, iż w ciągu minuty nie będziemy w stanie uzyskać dostępu dożylnego, bądź nasze próby są nieskuteczne w tym czasie. Dodatkowo, w przypadku gdy pacjent jest w stanie nagłego zatrzymania krążenia bądź ocena w skali GCS jest równa bądź niższa niż 8 pkt, pacjent reaguje na bodźce bólowe i są obecne objawy zaburzeń układu sercowo-naczyniowego – także powinniśmy od razu rozważyć wykorzystanie dostępu doszypikowego [4]. W literaturze naukowej znajdują się liczne przykłady zastosowania wkłuc doszypikowych w różnych sytuacjach klinicznych [3,5-7]. Przykładem wkłucia doszypikowego jest NIO Adult (WaisMed Ltd., Herzliya, Izrael; Rycina 1). Jest to półautomatyczna igła doszypikową, która jest swoistym następcą powszechnie znanego BIG'a (Bone Injection Gun). NIO zostało pozbawione opcji regulacji wprowadzenia igły, co ułatwia wykonanie dostępu doszypikowego oraz skraca czas niezbędny na wykonanie wkłucia. Dodatkową zmianą w stosunku do BIG jest wprowadzany wraz z igłą stabilizator, przez co nie ma konieczności późniejszej stabilizacji igły.

Cel pracy

Celem badania było porównanie efektywności wykonania dostępu donaczyniowego za pomocą igły doszypikowej NIO Adult (rycina 2) oraz kaniuli dożylniej, przez studentów ratownictwa medycznego w warunkach symulowanej resuscytacji krążeniowo-oddechowej.



Rycina 1. Algorytm zapewnienia dostępu doszpikowego u osób dorosłych

Figure 1. Algorithm of intraosseous access in adult patients

Materiał i metody

Badanie zostało zaakceptowane przez Radę Programową działającą przy International Institute of Rescue Research and Education (Nr decyzji 03.2015.11.32). Do badania zakwalifikowano 45 studentów ratownictwa medycznego. Wszystkie osoby zostały poinformowane o celu badania i podpisały deklarację chęci udziału w badaniu. Badanie zostało przeprowa-



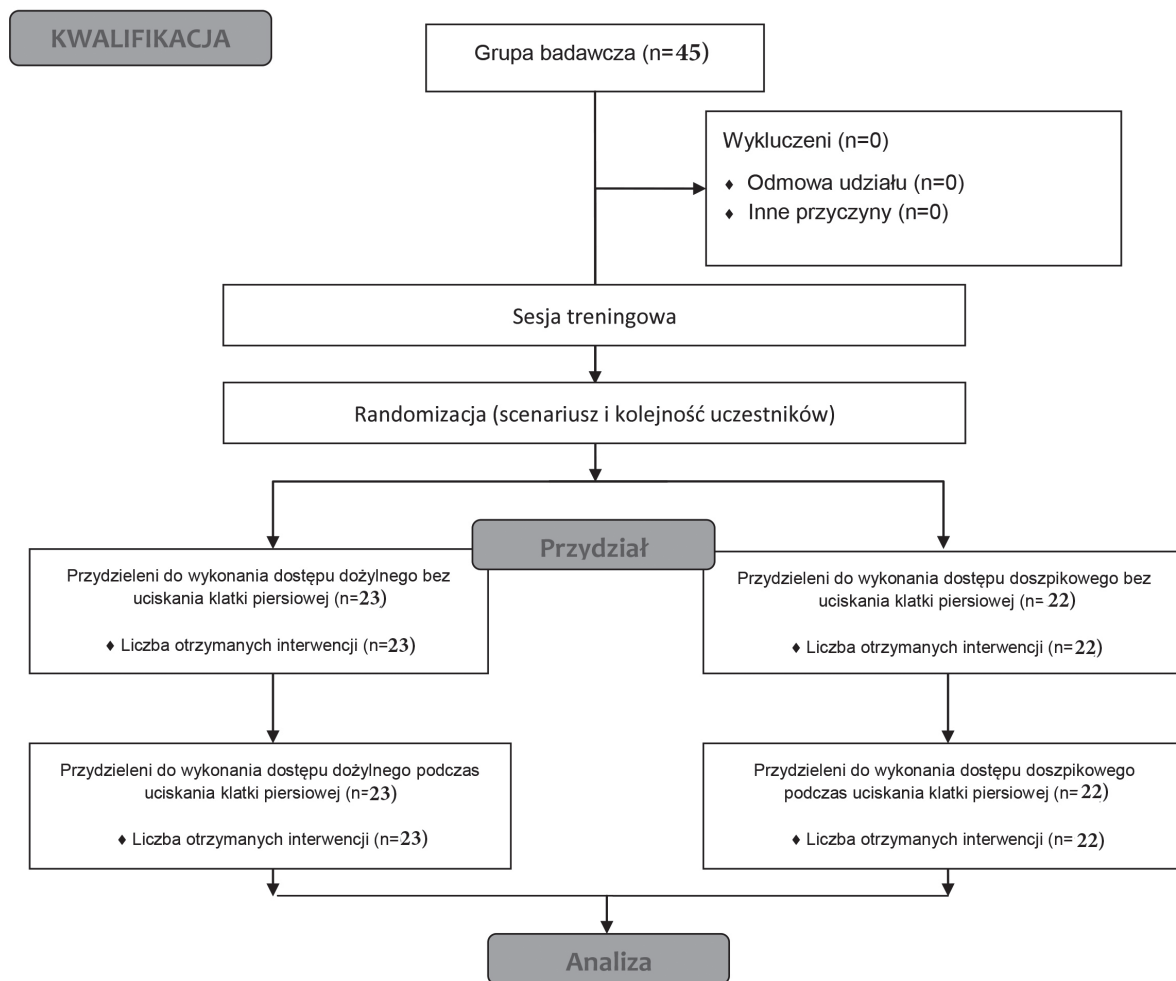
Rycina 2. Półautomatyczna igła doszpikowa NIO Adult

Figure 2. Semi-automatic intraosseous access device NIO Adult

dzone w okresie od 15 marca do 15 kwietnia 2015 r.

Przed przystąpieniem do badania, wszystkie osoby biorące udział w badaniu przeszły 10-minutowe szkolenie z zakresu technik uzyskania dostępu donaczyniowego podczas resuscytacji, ze szczególnym wskazaniem na kaniulację naczyń żylnych z wykorzystaniem kaniuli dożylnnej (venflon BBraun Vasofix Safety 18G; B. Braun Melsungen AG, Niemcy) oraz uzyskania dostępu doszpikowego z wykorzystaniem urządzenia NIO (NIO Adult; Waismed LTD., Izrael). Próby uzyskiwania dostępu dożylnego odbywały się z wykorzystaniem manekina szkoleniowego METIman Prehospital (CAE HealthCare, Saint-Laurent, Quebec, Kanada). W celu symulacji RKO wykorzystano system kompresji klatki piersiowej Lucas-2 (Physio-Control, Warszawa, Polska).

W celu uniknięcia wpływu efektu uczenia się badanie zostało przeprowadzone jako badanie otwarte, randomizowane, krzyżowe. Kolejność uczestników, jak również kolejność metod uzyskania dostępu donaczyniowego, były losowe. W celu randomizacji wykorzystano program Research Randomizer [www.researchrandomizer.com], dzięki któremu osoby biorące udział w badaniu podzielono na dwie grupy. W pierwszej kolejności grupa pierwsza wykonywała dostęp donaczyniowy za pomocą kaniuli dożylnnej, zaś grupa druga za pomocą NIO. Po wykonaniu procedury osoba miała 10 minut przerwy, po czym stosowała drugą procedurę. Szczegółowa procedura randomizacji badania została przedstawiona na rycinie 3. Uczestnicy mieli tylko jedną próbę uzyskania dostępu donaczyniowego. W przypadku wklucia donaczyniowego miejscem uzyskania dostępu była żyła pośrodkowa łokcia,



Rycina 3. Procedura randomizacji badania

Figure 3. Randomization procedure

zaś w przypadku wkłucia doszpikowego – głowa kości ramiennej. Po uzyskaniu dostępu donaczyniowego osoba badana miała za zadanie ustabilizowanie wkłucia a następnie podłączenie linii infuzyjnej.

Podczas badania analizowano trzy przedziały czasowe: „T1” – czas do założenia dostępu donaczyniowego, mierzony od momentu wzięcia do ręki urządzenia do momentu wykonania wkłucia dożylnego bądź doszpikowego; „T2” – czas do ustabilizowania wkłucia donaczyniowego, mierzony od momentu wzięcia do ręki urządzenia do momentu ustabilizowania wkłucia dożylnego bądź doszpikowego; „T3” – czas do podłączenia linii infuzyjnej, mierzony od momentu wzięcia do ręki urządzenia do momentu podłączenia linii infuzyjnej. Ocenie poddano także

skuteczność zabezpieczenia dostępu donaczyniowego. Dodatkowym parametrem była łatwość wykonania procedury, określana przez uczestników badania w pięciostopniowej skali („1” – ekstremalnie łatwa; „5” – ekstremalnie trudna).

Analiza statystyczna była wykonana za pomocą pakietu statystycznego STATISTICA 12 dla Windows (StatSoft Inc., Tulusa, OK, USA). Wyniki zostały przedstawione za pomocą liczby bezwzględnej (%) lub mediany (rozstęp ćwiartkowy IQR). Różnice w czasie niezbędnym na wykonanie dostępu donaczyniowego analizowano za pomocą testu Wilcozona dla par obserwacji. Test McNemar’a został wykorzystany do porównania skuteczności uzyskania dostępu doszpikowego. W celu porównania łatwości wykonania

procedury wkłucia donaczyniowego wykorzystano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA. Wyniki uznano za statystycznie istotne przy $p \leq 0,05$.

Wyniki

Skuteczność zapewnienia dostępu donaczyniowego za pomocą NIO wynosiła 100% i była wyższa niż skuteczność zapewniania dostępu dożylnego 91,1%. Mediana czasu do zapewnienia dostępu doszpikowego (czas T1) w sytuacji symulowanej resuscytacji krążeniowo-oddechowej wynosiła 9 (6-11) s dla NIO i była statystycznie istotnie niższa niż w przypadku dostępu dożylnego 15 (12-22) s ($p = 0,013$). Statystycznie istotnie różnice pomiędzy NIO a wkłuciem dożylnym występowały również w przypadku czasu T2 (9 s vs. 31 s; $p < 0,001$) jak również czasu T3 (17 s vs. 46 s; $p < 0,001$). W opinii uczestników badania łatwiejszą techniką uzyskania dostępu donaczyniowego okazało się zapewnienie dostępu doszpikowego (1,9 (IQR 1,5-2,3) punktu) aniżeli zapewnienie dostępu dożylnego (3,2 (IQR 2,3-3,7) punktu; $p = 0,026$).

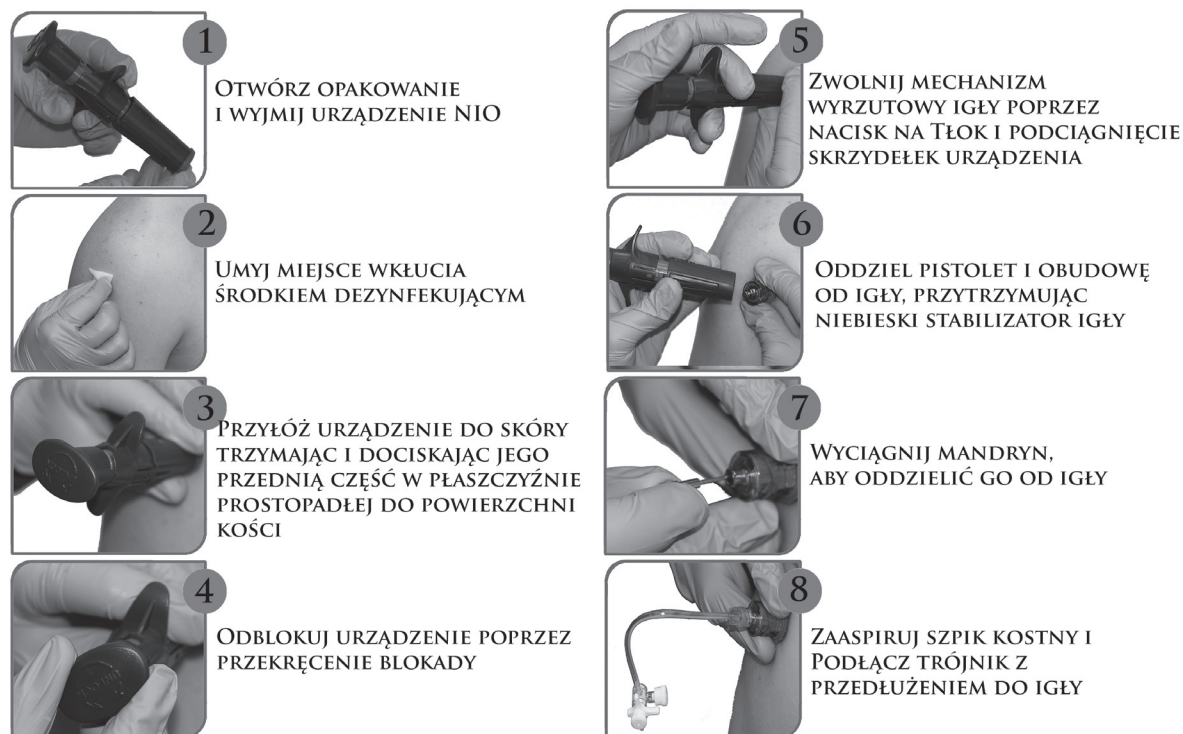
Omówienie

Przeprowadzone badanie w warunkach symulowanej resuscytacji wykazało, iż studenci ratownictwa medycznego już po krótkim przeszkoleniu są w stanie z dużą efektywnością wykonywać dostęp doszpikowy za pomocą półautomatycznej igły doszpikowej NIO Adult. Badanie to jest pionierskim badaniem, ukazującym efektywność wykorzystania NIO Adult jako metody uzyskania dostępu doszpikowego.

Jak pokazują badania, uzyskanie dostępu doszpikowego jest relatywnie prostą procedurą [8,9]. W układzie szkieletowym człowieka istnieje wiele miejsc, w które możemy wprowadzić igłę doszpikową – lokalizacja uzależniona jest głównie od zaleceń producenta. W przypadku zestawu FAST 1 – dostęp uzyskiwany jest w mostku, w przypadku B.I.G., dzięki możliwości regulacji głębokości wprowadzenia igły, dostęp IO może być wykonany zarówno w część proksymalną piszczeli, głowę kości ramiennej, kostkę przysródkową, jak i w wiele innych miejsc [10]. Zniesienie możliwości regulacji głębokości w przypadku NIO Adult miało na celu ułatwienie wykonania procedury IO, bez zastanawiania się nad głębokością wkłucia, jednakże konsekwencją tej zmiany jest możliwość wprowadzenia igły jedynie w część proksymalną pisz-

czeli bądź głowę kości ramiennej. Procedura wykonania dostępu doszpikowego z wykorzystaniem NIO Adult może być opisana w kilku krokach (rycina 4). W pierwszej fazie należy otworzyć opakowanie z urządzeniem, następnie zlokalizować miejsce wkłucia i je zdezynfekować. Urządzenie przykładamy się prostopadłe do miejsca wkłucia, przytrzymując je jedną ręką, trzymając palce na części z wypustkami urządzenia, które zmniejszają ryzyko wyślizgnięcia się urządzenia. Następnie drugą ręką należy odbezpieczyć urządzenie, poprzez przekręcenie blokady znajdującej się w górnej części urządzenia. O ile w przypadku B.I.G. podczas zwolnienia mechanizmu sprężynowego istniało ryzyko zmiany punktu przyłożenia urządzenia do skóry poprzez odruchowe podciągnięcie urządzenia do góry, o tyle w przypadku NIO Adult ryzyko to zostało zniwelowane przez dodatkowe zabezpieczenie. Aby zwolnić w tym urządzeniu blokadę mechanizmu sprężynowego wyrzucającego igłę doszpikową, należy urządzenie mocno docisnąć do powierzchni ciała pacjenta a następnie podciągnąć skrzydełka urządzenia zwalniające mechanizm sprężynowy. Bez docięnięcia urządzenia od góry niemożliwe będzie wyzwolenie igły doszpikowej. Następnie należy delikatnie zdjąć urządzenie jedną ręką, przytrzymując jednocześnie niebieski krążek, który stanowi podstawę stabilizatora igły. Kolejne kroki są podobne jak w przypadku innych urządzeń i obejmują wyjęcie mandrynu z igły doszpikowej, próbę aspiracji szpiku kostnego oraz podłączenie linii infuzyjnej (najlepiej za pomocą przedłużki z kranikiem trójdrożnym). Tak zabezpieczone wkłucie może być utrzymywane przez 24 godziny [11].

Na rynku medycznym dostępnych jest obecnie wiele systemów służących do wykonania dostępu doszpikowego, w tym igły Jamshidi, Cook, półautomatyczna igła doszpikową B.I.G. (Bone Injection Gun), FAST 1 czy też EZ-IO. W badaniu własnym skuteczność zapewnienia dostępu doszpikowego wyniosła 100%, zaś mediana czasu wykonania procedury – od momentu wzięcia do ręki urządzenia do momentu podłączenia linii infuzyjnej – wyniosła 17 (IQR, 16-29) s. W badaniach Kurowskiego i wsp. skuteczność pierwszej próby uzyskania dostępu doszpikowego w przypadku B.I.G. wynosiła 91,59% [12]. Retrospektywne badanie dotyczące skuteczności przedszpitalnego IV w populacji pacjentów pediatrycznych, przeprowadzone przez Lillis i Jaffe, pokazało, że próby uzyskania dostępu dożylnego



Rycina 4. Procedura wykonania dostępu doszypikowego za pomocą NIO Adult
Figure 4. The procedure of perform intraosseous access using NIO Adult device

zakończyły się sukcesem jedynie w 57% przypadków w grupie poniżej 6 lat oraz 74% skutecznością w grupie dzieci powyżej 6 lat. Co więcej, średni czas do uzyskania dostępu IV u pediatrycznych pacjentów urazowych wynosił 14 minut (IQR 7-24) [13]. Na niższy czas uzyskania dostępu doszypikowego względem dostępu centralnego wskazuje zarówno nasze badanie, jak również badania innych autorów [14,15].

Czas uzyskania odpowiedniego stężenia leków za pomocą dostępu doszypikowego jest porównywalny z podawaniem farmaceutyków do krążenia centralnego. Badania Lee, oceniające efektywność wykonania dostępu doszypikowego oraz dostępu centralnego, wykazały statystycznie istotnie wyższą skuteczność pierwszej próby uzyskania dostępu doszypikowego nad dostępem centralnym (90,3 vs. 37,5%; $p < 0,001$). Zależność ta dotyczyła również całkowitej „skumulowanej” skuteczności (odpowiednio: 96,8 vs. 81,3%; $p = 0,04$) [16]. W badaniach Lee średni czas niezbędny dla uzyskania dostępu centralnego wynosił 10,7 min i był statystycznie istotnie dłuższy aniżeli w przypadku dostępu doszypikowego (1,2 min) [16]. Z uwagi na fakt,

iż zabezpieczenie dostępu centralnego jest procedurą wymagającą dużych umiejętności oraz związaną z ryzykiem wielu powikłań, a w praktyce zespołów wyjazdowych ratownictwa medycznego – niemalże niemożliwą, wkłucie doszypikowe stanowi idealną alternatywę.

Przeprowadzone badanie ma kilka ograniczeń. Pierwszym jest wykonywanie wkłuć doszypikowych w warunkach pracowni symulacyjnej, nie zaś w warunkach realnej, jednakże jedynie manekin pozwala na ujednolicenie warunków wykonywania konkretnych procedur. Drugim ograniczeniem jest przeprowadzenie badania wśród wąskiej grupy zawodowej, jaką są studenci ratownictwa medycznego.

Wnioski

W przeprowadzonym badaniu symulacyjnym, z wykorzystaniem urządzenia NIO Adult, studenci ratownictwa medycznego byli w stanie wykonać dostęp doszypikowy z wyższą skutecznością oraz w krótszym czasie niż dostęp dożylny. Konieczne są badania

w warunkach klinicznych, w celu potwierdzenia uzyskanych wyników.

Podziękowania/Acknowledgments

Autorzy chcieliby podziękować wszystkim studentom ratownictwa medycznego biorącym udział w badaniu. Podziękowania składamy również Władzom PerSys Medical International – za udostępnienie zestawów treningowych NIO Adult na potrzeby niniejszego badania.

Źródła finansowania/ Sources of finance

Praca została sfinansowana ze środków własnych autorów.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji:

✉ Łukasz Szarpak
Zakład Medycyny Ratunkowej
Warszawski Uniwersytet Medyczny
ul. Lindleya 4; 02-005 Warszawa
☎ (+48) 500 186 225
✉ lukasz.szarpak@gmail.com

Piśmiennictwo

1. Vizcarra C, Clum S. Intraosseous route as alternative access for infusion therapy. *J Infus Nurs* 2010;33(3):162-74.
2. Anson JA. Vascular access in resuscitation: is there a role for the intraosseous route? *Anesthesiology* 2014;120(4):1015-31.
3. Sheils M, Ross M, Eatough N, Caputo ND. Intraosseous access in trauma by air medical retrieval teams. *Air Med J* 2014;33(4):161-4.
4. Frascone RJ, Jensen JP, Kaye K, Salzman JG. Consecutive field trials using two different intraosseous devices. *Prehosp Emerg Care* 2007;11(2):164-71.
5. Nadler R, Gendler S, Chen J, Lending G, Abramovitch A, Glassberg E. The Israeli Defense Force experience with intraosseous access. *Mil Med* 2014;179(11):1254-7.
6. Oksan D, Ayfer K. Powered intraosseous device (EZ-IO) for critically ill patients. *Indian Pediatr* 2013;50(7):689-91.
7. Lyon RM, Donald M. Intraosseous access in the prehospital setting-ideal first-line option or best bailout? *Resuscitation* 2013;84(4):405-6.
8. Olaussen A, Williams B. Intraosseous access in the prehospital setting: literature review. *Prehosp Disaster Med* 2012;27(5):468-72.
9. Day MW. Intraosseous devices for intravascular access in adult trauma patients. *Crit Care Nurse* 2011;31(2):76-89.
10. Mahajan R, Nazir R, Mehta S. An overview of intraosseous access. *Anesth Analg* 2010;111(3):825-6.
11. Faminu F. Intraosseous vascular access: Boning up on the basics. *Nursing* 2014;44(8):60-4.
12. Kurowski A, Timler D, Evrin T, Szarpak Ł. Comparison of 3 different intraosseous access devices for adult during resuscitation. Randomized crossover manikin study. *Am J Emerg Med* 2014;32(12):1490-3.
13. Lillis KA, Jaffe DM. Prehospital intravenous access in children. *Ann Emerg Med* 1992;21(12):1430-4.
14. Ellemunter H, Simma B, Trawöger R, Maurer H. Intraosseous lines in preterm and full term neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 1999;80(1):F74-5.
15. Hansen M, Meckler G, Spiro D, Newgard C. Intraosseous line use, complications, and outcomes among a population-based cohort of children presenting to california hospitals. *Pediatr Emerg Care* 2011;27(10):928-32.
16. Lee PM, Lee C, Rattner P, Wu X, Gershengorn H, Acquah S. Intraosseous Versus Central Venous Catheter Utilization and Performance During Inpatient Medical Emergencies. *Crit Care Med* 2015 Mar 12. [Epub ahead of print].