

Intraosseous Anesthesia in Hemodynamic Studies in Children with Cardiopathy

Ana Cristina Aliman ¹, Marilde de Albuquerque Piccioni ², João Luiz Piccioni, TSA ³, José Luiz Oliva, TSA ³, José Otávio Costa Auler Júnior, TSA ⁴

Summary: Aliman AC, Piccioni MA, Piccioni JL, Oliva JL, Auler Júnior JOC – Intraosseous Anesthesia in Hemodynamic Studies in Children with Cardiopathy.

Background and objectives: Intraosseous (IO) access has been used with good results in emergency situations, when venous access is not available for fluids and drugs infusion. The objective of this study was to evaluate IO a useful technique for anesthesia and fluids infusion during hemodynamic studies and when peripheral intravascular access is unobtainable. The setting was an university hospital hemodynamics unit, and the subjects were twenty one infants with congenital heart disease enrolled for elective hemodynamic study diagnosis.

Methods: This study compared the effectiveness of IO access in relation to IV access for infusion of anesthetics agents (ketamine, midazolam, and fentanyl) and fluids during hemodynamic studies. The anesthetic induction time, procedure duration, anesthesia recovery time, adequate hydration, and IV and IO puncture complications were compared between groups.

Results: The puncture time was significantly smaller in IO group (3.6 min) than in IV group (9.6 min). The anesthetic onset time (56.3 second) for the IV group was faster than IO group (71.3 second). No significant difference between groups were found in relation to hydration (IV group, 315.5 mL vs IO group, 293.2 mL), and anesthesia recovery time (IO group, 65.2 min vs IV group, 55.0 min). The puncture site was reevaluated after 7 and 15 days without signs of infection or other complications.

Conclusions: Results showed superiority for IO infusion when considering the puncture time of the procedure. Due to its easy manipulation and efficiency, hydration and anesthesia by IO access was satisfactory for hemodynamic studies without the necessity of other infusion access.

Keywords: Infusions, Intraosseous; Heart Defects, Congenital; Anesthesia; Angiography; Hemodynamics.

[Rev Bras Anestesiol 2011;61(1): 41-49] ©Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença de [CC BY-NC-ND](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

INTRODUCTION

Intraosseous (IO) infusion is considered an useful technique for the administration of medications and fluids in emergency situations when peripheral intravascular access is inaccessible and it was used during the World War II. In 1941, Tocantins et al. ¹ introduced the technique for clinical use of fluid infusion that allows immediate access to the vascular system. However, IO infusion was gradually substituted by intravenous catheters (1950-1960) ². In 1977, from venography studies ³, the interest in IO infusion was renewed and recent literature has referred to the use of IO infusion in emergency situations ^{4,5}. Since the IO space has rigid veins that do not collapse in case

of hypovolemia or systemic circulatory failure, it has been considered as an alternative in emergency situations when venous access is extremely difficult. The IO technique is included in standard protocols and training procedures such as the Advanced Pediatric Life Support textbook ⁶ and it is recommended by the American Heart Association ⁷ and the American Academy of Pediatrics ⁸.

Infants with congenital heart disease when undergoing to hemodynamic studies need general anesthesia and they are mainly underweight infants whose venous access is very difficult. The aim of this study was to demonstrate the feasibility of IO access and its efficiency for administering anesthetics agents and hydration fluids during hemodynamic studies to infants with congenital cardiopathies and difficult venous access by conventional means.

METHODS

After the Institutional Ethics Committee approval and parental consent, infants aged 1 to 12 months with congenital cardiac diseases scheduled for elective hemodynamic study and requiring general anesthesia without tracheal intubation were included. ASA physical statuses were III or IV. None of the infants had fever, cough, viral infection, diarrhea or vomits. For IO infusion technique, patients that had any localized infection were excluded from the study.

Received from the Divisão de Anestesiologia e Terapia Cirúrgica do Instituto do Coração de Hospital das Clínicas of Faculdade de Medicina of Universidade de São Paulo (InCor-HC-FM-USP), Brazil.

1. Master's Degree in Anesthesiology from USP. Assistant Physician at InCor-HC-FM-USP.
2. PhD in Anesthesiology from USP. Assistant Physician at Anesthesiology Service of InCor-HC-FM-USP.
3. Anesthesiologist, Certified by Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Assistant Physician at Anesthesiology Service of InCor-HC-FM-USP.
4. Anesthesiologist, Certified by Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Professor at Anesthesiology Discipline - Surgery Service, FM-USP.

Submitted on July 28, 2010.
Approved on August 12, 2010.

Correspondence to:
Dr. José Otávio Costa Auler Júnior
Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44 - 2º andar - bloco I
Cerqueira César
05403-000 - São Paulo, SP, Brazil
E-mail: auler.junior@incor.usp.br

PROTOCOL

The first step in the preparation of infants eligible for the hemodynamic study was to inform the parents about the risks associated with anesthesia and about the hemodynamic study. In addition, the parents were informed that the infant should not drink any water 3 hours and no milk 4 hours before surgery⁹. Premedication was intramuscular (IM) ketamine $10\ 1\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ for either venous access or intraosseous technique. Infants were separated into Intravenous group (IV) and Intraosseous group (IO). Groups IV and IO consisted of 10 and 11 infants respectively. In the IO group the venous access was extremely difficult and would be obtained only by profound venous puncture or dissection. The IO technique was preceded by rigorous asepsis and local anesthesia (lidocaine 1% without epinephrine) followed by the insertion of a 30x0,9 mm sterile needle in the tibia, connecting a continuous infusion pump for the administration of anesthetic agents and fluids. After local anesthesia, an IO puncture was performed 1 to 2 cm just below the tibial tuberosity. Needle should be held in a 45° to 60° inclination and introduced with gentle circular movements until slight resistance was overcome following a short cracking sound. There should be continuous aspiration with a 3 mL syringe containing 2 mL of distilled water, which should make it easier to view the brown substance when aspirated. When the infant started to wake up, it was time to inject the following anesthetics: IV group received midazolam $0.20\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, fentanyl $2.24\ \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, and ketamine $2.24\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; and IO group received midazolam $0.28\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, fentanyl $4.7\ \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, and ketamine $4.7\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. The anesthetics agents were repeated in bolus when necessary for maintenance of anesthesia. The IO procedure was confirmed by radioscropy after injecting contrast (Hexabrix®) (Figure 1). After the infant was anesthetized, the needle set was protected with gauze and plaster forming a cushion, connecting the infusion pump (Infusion Pump 670-SAMTRONIC) for the administration of drugs and fluids (Figure 2). This technique was kept as a venous access for maintenance of anesthesia during hemodynamic study until infant recovered completely from anesthesia and the infusion was interrupted only after complete hydration of the infant. The hydration was accomplished with a mixed solution of glucose 5% (50 mL) and saline 0.9% (50 mL) on the dose of $20\ \text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$. The puncture spot was reevaluated after 7 and 15 days (Figure 2). The infants were clinically evaluated by a pediatrician after one week, six months and one year and no complications regarding the techniques applied on this study were reported.

All results were reported as mean \pm standard deviation. After inspecting for normality and homogeneity of variance among groups, differences between groups were calculated using the unpaired Student's *t* test. Analysis included Wilcoxon's test when appropriate. Statistical analysis was performed using PadGraph Prism software (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, U.S.A.).



Figure 1 – The Intraosseous Technique and Infusion of Anesthetic Agents.

Left, middle: The intraosseous technique for infusion of anesthetic agents. Right: radioscropy after injecting contrast (Hexabrix®) confirmed the needle's position.

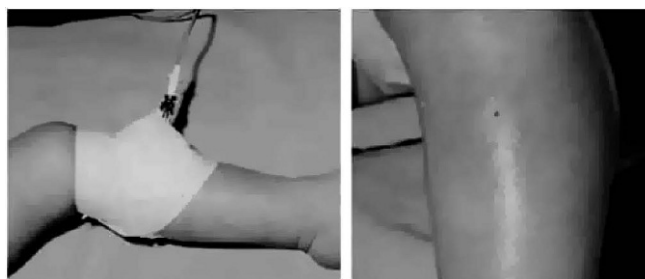


Figure 2 – Connecting the Infusion Pump.

Left: Infusion pump line connected to administer medications and fluids. Right: Intraosseous puncture spot.

RESULTS

Table I summarizes etiologic aspects of congenital heart diseases enrolled in the study. The main age of infants was 7.9 ± 4.3 months (IV group) and 7.8 ± 3.8 months (IO group), mean weight was 7.2 ± 1.3 kg (IV group) and 6.9 ± 1.9 kg (IO group), six were female and four were male (IV group) and in the IO group four infants were female and seven were male. Table II summarizes the results of the technique of puncture in the IV group and IO group. The only significant difference for the technique between groups was the puncture time ($p = 0.012$). The mean anesthetic dose used in the IV group were midazolam ($1.58 \pm 0.03\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), ketamine ($17.64 \pm 0.25\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), and fentanyl ($17.64 \pm 0.25\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). In the IO group those were midazolam ($2.18 \pm 0.08\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), ketamine ($36.6 \pm 0.80\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), and fentanyl ($36.6 \pm 0.80\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) (Figure 3). The onset time of anesthesia (56.3 second) in the IV group was faster than in IO group (71.3 second) ($p = 0.014$) (Figure 4). The hydration was $20\ \text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ with the solution described and no significant differences between groups: IV group (315.5 ± 15.5 mL), IO group (293.2 ± 67.4 mL) ($p = 0.320$). The time for anesthesia recovery in IO group (65.2 ± 20.9 min) and IV group (55.0 ± 14.0 min) were not different ($p = 0.201$) (Figure 4).

Table I – Etiologic Aspects of Congenital Heart Diseases of Peripheral Intravenous Infusion Group or Anesthesia Intraosseous Infusion Group

| | IV group | IO group |
|---|----------|----------|
| Truncus arteriosus | 1 | - |
| Tricuspid atresia | 2 | 1 |
| Tetralogy of Fallot | 4 | 3 |
| Tetralogy of Fallot with pulmonary atresia | - | 1 |
| Tetralogy of Fallot with stenosis pulmonary valve | - | 1 |
| Common ventricle | 2 | - |
| Transposition of the great arteries | 1 | - |
| Coarctation of aorta with Aortic stenosis | - | 1 |
| Total anomalous pulmonary venous drainage | - | 2 |
| Ventricular septal defect with pulmonary hypertension | - | 1 |
| Situs inversus | - | 1 |

IV group: Intravenous group; IO group: Intraosseous group.

DISCUSSION

This study has contemplated two different techniques for the infusion of anesthetic agents and hydration during hemodynamic studies in patients with congenital cardiopathies and difficult venous access by conventional means. Our main interest was to demonstrate the efficiency of the IO technique for anesthesia and hydration in the hemodynamic unit. The results demonstrate that IO infusion was an effective method to access the vascular system and delivery to the central circulation, and could be an alternative method for unreachable peripheral venous access. The time to insert the IV needle varied from 4 minutes to 11.5 minutes, with a mean of 9.6 minutes, related to the practitioner's skills. The time to place the IO needle varied from 2 minute to 5 minutes, with a mean of 3.6 minutes, with a significant difference between the groups. The technique of venous cutdown is part of the training program of Advanced Pediatric Life Support. The most preferred cutdown

Table II – Technique of Puncture in the Intravenous Group and Intraosseous Group

| | Intravenous group | Intraosseous group | |
|---|-------------------|--------------------|-----------|
| Puncture site | | | |
| Peripheral veins cutdown | | | |
| antecubital right | 4 | - | |
| antecubital left | 4 | - | |
| Proximal end of the tibia, just below the tibial tuberosity | - | 11 | |
| Puncture time (min) | 9.6 ± 6.9 | 3.6 ± 2.2 | p = 0.012 |
| Punctures (n) | 1.8 ± 0.9 | 1.3 ± 0.5 | p = 0.127 |
| Maintenance of puncture (min) | 110.0 ± 65.7 | 98.0 ± 37.9 | p = 0.610 |
| Complications | | | p = 0.311 |
| Local extravasation of fluids and blood | 1 | - | |
| Local extravasation of fluids | - | 4 | |

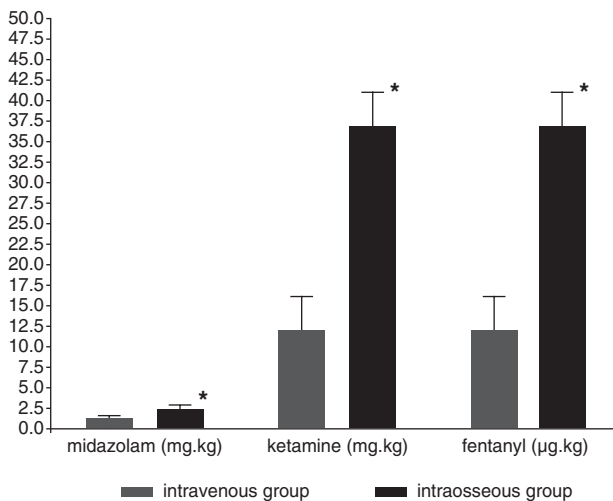


Figure 3 – Anesthetic Agentes used during Hemodynamic Study. Higher dose of anesthetic agents was observed: midazolam (p = 0.007), ketamine (p < 0.001) and fentanyl (p < 0.001) in the intraosseous group when compared with the intravenous group.

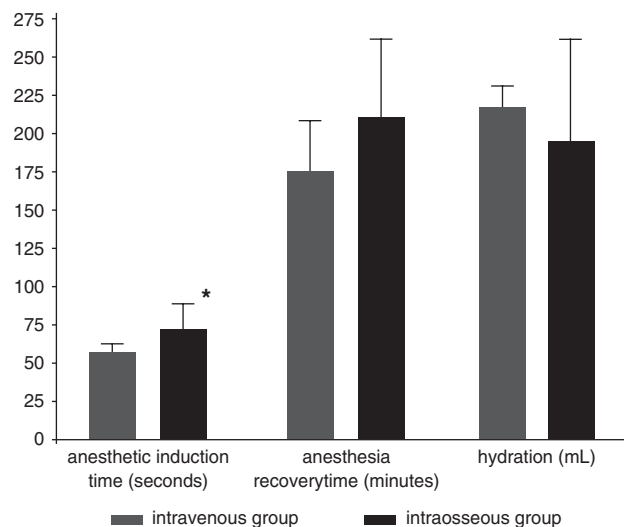


Figure 4 – Time of Anesthetic Induction and Anesthesia Recovery Time, Hydration Volume. The induction time was faster for the IV group (*p = 0.0145).

access site is the saphenous vein above the medial malleolus of the tibia, but antecubital, axillary, cephalic and femoral vessels are also suitable and improved procedures using Seldinger techniques have been reported^{11,12}. The usual time to achieve access by pediatric surgeons was 6 min in children aged 6-16 years, 8 min in those aged 1 month to 5 years, and 11 min in neonates¹³. This time delay makes its use unrealistic for most clinicians, and IO or percutaneous femoral access can be achieved more rapidly¹¹.

The IO method was compared to the peripheral IV method using the following anesthetic agents: midazolam, ketamine, fentanyl. The effectiveness of hydration on IO route has also been tested, demonstrating that this method could be an alternative when peripheral access is considered difficult or impossible (Figures 1 and 3). This study demonstrated a quick systemic flow during IO infusion (Figure 2). The case reported and reviewed literature 15 of severe laryngospasm during inhalation induction of pediatric patients without intravenous accesses. The speed and effectiveness in treating laryngospasm by intravenous route with suxamethonium agent used as a muscle relaxant was achieved when other IV routes had been inaccessible. Despite intramuscular route being easier, the time response was much slower than the intraosseous route. Clinical experience indicates that the IO route is probably superior to the intramuscular route, and comparable to the intravenous route in response time.

Helm et al.¹⁵ demonstrated the other alternative to the puncture of peripheral veins in emergency situations with children less than 6 years of age. In 37% of the cases (10/27) the IO infusion line was used for induction of general anesthesia; dosage and onset of administered drugs were described as being equivalent to a peripheral infusion line. In all cases, the IO needle was replaced in-hospital within 2 h by a central or peripheral IV line. No complications were observed, and the IO infusion technique was considered a simple, fast and safe alternative method for emergency access to the vascular system in children less than 6 years of age in the pre-hospital setting.

In another study it was observed that the greatest advantage of IO route is the high success rate (about 80%) and most experienced providers can reach an IO route within 1 to 2 minutes. A number of smaller studies and case studies have established the usefulness of this route for the delivery of all

resuscitation drugs. the most common side effect seen when using IO route is extravasation. It has been reported in 12% of patients. Compartment syndrome, osteomyelitis, and tibial fracture are rare, but have been reported as well. The side effect of IO method was extravasation on 4 children that had a good recovery (Table II).

IO access can be used as an alternative line for medication/volume expansion when umbilical or other direct venous access are not readily attainable (Class IIb, LOE 5)¹⁷. Two prospective randomized trials in adults and children (LOE 3)^{18,19} and 6 other studies (LOE 4²⁰; LOE 5^{21,22}; LOE 7^{23,24}) have supported IO access as safe and effective for fluid resuscitation, drug delivery, and blood sampling for laboratory evaluation. The consensus process (2006) that produced this document was sponsored by the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) and demonstrated per patient IO success rates that were high despite a small number of attempts over a prolonged time period. These data suggest that successful IO access with a low complication rate can be accomplished despite its infrequent use.

In our study, it was observed that after having administered anesthetics agents the onset time for IO infusion was significantly faster than the observed in the IV group however the mean mass of anesthetic agents were smaller for IV group. Nevertheless, even though the higher anesthetic dose for IO group impaired anesthesia recovery time, no difference was observed between the groups for awakenings. The time for the catheter maintenance was similar in the groups. The fasting before procedure and the injection of hyperosmolar contrast were factors that may contribute to cause important dehydration during hemodynamic studies, therefore it is necessary to promote the infusion of fluids during this procedure. The volume of fluid for hydration was similar in both groups, but in the IO group an infusion pump for administering fluids was necessary because the high vascular IO resistance. Considering that since the 1830s fluids have been administered intravenously, and IV access is not always possible to be established, the IO route provides rapid, safe and easy access to the vascular system.

In conclusion when peripheral IV access is unobtainable, IO infusion has been shown to be an effective and safe alternative for administering anesthetic agents and fluids for hemodynamic studies.

Anestesia Intraóssea em Estudo Hemodinâmico em Criança Cardiopata

Ana Cristina Aliman¹, Marilde de Albuquerque Piccioni², João Luiz Piccioni, TSA³, José Luiz Oliva, TSA³, José Otávio Costa Auler Júnior, TSA⁴

Resumo: Aliman AC, Piccioni MA, Piccioni JL, Oliva JL, Auler Júnior JOC – Anestesia Intraóssea em Estudo Hemodinâmico em Criança Cardiopata.

Justificativa e objetivos: O acesso intraósseo (IO) tem sido utilizado com bons resultados em situações de emergência quando não há acesso venoso disponível para a administração de fluidos e fármacos. O objetivo do presente estudo foi avaliar se o acesso IO é uma técnica útil para a administração de anestesia e fluidos no estudo hemodinâmico quando é impossível obter acesso periférico. Este estudo foi realizado na Unidade de Hemodinâmica de um hospital universitário, com 21 lactentes que apresentavam doença cardíaca congênita agendados para estudo hemodinâmico diagnóstico.

Métodos: Este estudo comparou a efetividade do acesso IO em relação ao EV para a infusão de anestésicos (cetamina, midazolam e fentanil) e fluidos durante estudo hemodinâmico. Tempo de indução anestésica, duração do procedimento, tempo de recuperação da anestesia, hidratação e complicações das punções EV e IO foram comparados entre os grupos.

Resultados: O tempo de punção foi significativamente menor no grupo IO (3,6 minutos) do que no grupo EV (9,6 minutos). O tempo de início da ação do anestésico foi mais rápido no grupo EV (56,3 segundos) do que no grupo IO (71,3 segundos). Não foram observadas diferenças significativas entre os dois grupos em relação à hidratação (grupo EV 315,5 mL vs. grupo IO 293,2 mL) e o tempo de recuperação da anestesia (grupo IO 65,2 min vs grupo EV 55,0 min). O sítio da punção foi reavaliado após 7 e 15 dias, não apresentando sinais de infecção ou outras complicações.

Conclusões: Os resultados demonstraram superioridade da infusão IO em relação ao tempo de punção. Devido à sua manipulação bastante fácil e à sua eficiência, a hidratação e a anestesia feitas através de infusão IO se revelaram satisfatórias para estudos hemodinâmicos sem a necessidade de outros acessos.

Unitermos: ANESTESIA, Pediátrica; ANESTÉSICO, Local, intraósseo; DOENÇA: Cardíaca, Congênita; TÉCNICAS ANESTESICAS, Geral: venosa; TÉCNICAS DE MEDIÇÃO, Hemodinâmica.

[Rev Bras Anesthesiol 2011;61(1): 41-49] ©Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND

INTRODUÇÃO

A infusão intraóssea (IO) é considerada uma técnica útil para a administração de medicamentos e fluidos em situações de emergência, quando o acesso periférico não é possível, tendo sido utilizada na Segunda Guerra Mundial. Em 1941, Tocantins e col.¹ introduziram essa técnica para a infusão de fluidos para atingir a circulação sistêmica. Entretanto, a infusão IO foi gradativamente substituída pela infusão EV através de catéter (1950-1960)². Em 1977, através da venografia³, o interesse na infusão IO se renovou e, na literatura recente, autores têm feito

referência ao uso da infusão IO em situações de emergência^{4,5}. Como o espaço IO tem veias rígidas que não colapsam na presença de hipovolemia ou insuficiência circulatória sistêmica, tem sido utilizado como uma alternativa em situações de emergência em que o acesso venoso é extremamente difícil. A técnica IO está incluída nos protocolos-padrão e treinamento de procedimentos como, por exemplo, no livro do *Advanced Pediatric Life Support*⁶, sendo recomendada pela *American Heart Association*⁷ e pela *American Academy of Pediatrics*⁸.

Lactentes com doença cardíaca congênita que são submetidos a estudos hemodinâmicos precisam de anestesia geral são, em geral, de baixo peso revelando-se muito difícil seu acesso venoso. O objetivo deste estudo foi utilizar a técnica de acesso IO para demonstrar sua eficiência na administração de agentes anestésicos e hidratação durante o estudo hemodinâmico de lactentes com cardiopatias congênitas com acesso venoso difícil.

MÉTODOS

Após a aprovação pelo Comitê de Ética da Instituição e assinatura do consentimento informado pelos pais dos pacientes, lactentes de 1 a 12 meses de idade com cardiopatias congênitas com indicação para estudo hemodinâmico eletivo sob anestesia geral sem intubação traqueal foram incluídos neste estudo. Os pacientes apresentavam classificação ASA III e IV.

Recebido da Divisão de Anestesiologia e Terapia Cirúrgica do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor-HC-FM-USP).

1. Mestrado em Anestesiologia pela USP, Médico Assistente do InCor-HC-FM-USP.
2. PhD em Anestesiologia pela USP, Médico Assistente da Divisão de Anestesiologia do InCor-HC-FM-USP.
3. Anestesiologista, Certificado pela Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Médico Assistente da Divisão de Anestesiologia do InCor-HC-FM-USP.
4. Anestesiologista, Certificado pela Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Professor da Disciplina de Anestesiologia - Departamento de Cirurgia, FM-USP.

Submetido em 28 de julho de 2010.
Aprovado para publicação em 12 de agosto de 2010.

Correspondência para:
Dr. José Otávio Costa Auler Júnior
Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44 – 2º andar – bloco I
Cerqueira César
05403-000 – São Paulo, SP, Brasil
E-mail: auler.junior@incor.usp.br

Nenhum deles apresentava febre, tosse, infecção virótica, diarreia ou vômito. Para a infusão IO, os pacientes que apresentavam qualquer infecção localizada foram excluídos.

PROTOCOLO

O primeiro passo na preparação dos lactentes elegíveis para o estudo hemodinâmico foi informar os pais sobre os riscos associados à anestesia e sobre o estudo hemodinâmico. Além disso, os pais foram informados de que o paciente não deveria beber água por 3 horas e leite por 4 horas antes do procedimento⁹. A pré-medicação constituiu-se de cetamina intramuscular (IM)¹⁰ 1 mg.kg⁻¹, dose essa utilizada tanto para o acesso venoso quanto para o IO. Os pacientes foram alocados em dois grupos: grupo Endovenoso (EV) e grupo Intraósseo (IO). Dez lactentes faziam parte do grupo EV e 11 do grupo IO. No grupo IO, o acesso venoso era extremamente difícil e só podia ser alcançado com punção venosa profunda ou dissecação venosa. A técnica IO foi precedida de assepsia rigorosa e anestesia local (lidocaína a 1% sem epinefrina) seguida da inserção de uma agulha estéril de 30 x 0,9 mm na tíbia, que foi conectada a uma bomba de infusão contínua para a administração de agentes anestésicos e fluidos. Após a aplicação de anestesia local, uma punção foi feita 1 a 2 cm abaixo da tuberosidade da tíbia. Deve-se segurar a agulha em um ângulo de 45° a 60° e fazer movimentos circulares até que haja perda de resistência seguida de um som breve de quebrar. Aspira-se continuamente com uma seringa de 3 mL contendo 2 mL de água destilada para facilitar a visão da substância intraóssea sendo aspirada. Quando o paciente começava a acordar, injetaram-se os seguintes anestésicos: grupo EV – midazolam 0,20 mg.kg⁻¹, fentanil 2,24 µg.kg⁻¹ e cetamina 2,24 mg.kg⁻¹, e no grupo IO – midazolam 0,28 mg.kg⁻¹, fentanil 4,7 µg.kg⁻¹ e cetamina 4,7 mg.kg⁻¹. A administração dos agentes anestésicos era repetida quando necessário. O procedimento IO foi confirmado pela radioscopia após a injeção de contraste (Hexabrix®) (Figura 1). Depois que o paciente estava anestesiado, a agulha era protegida com gaze e gesso, formando um acolchoado, e a bomba de infusão (Bomba de Infusão 670-SAMTRONIC) era conectada para a administração de fármacos e fluidos (Figura 2). Essa técnica foi mantida para o acesso venoso, visando à manutenção da anestesia durante o estudo hemodinâmico até que o paciente acordasse da anestesia, quando então a infusão era interrompida somente após a hidratação completa do lactente. Utilizou-se uma mistura de soro glicosado a 5% (50 mL) e soro fisiológico a 0,9% (50 mL) na dose de 20 mL.kg⁻¹.h⁻¹ para a hidratação. O local da punção foi reavaliado após 7 e 15 dias (Figura 2). Os pacientes foram avaliados por um pediatra após 1 semana, 6 meses e 1 ano não tendo sido relatadas complicações associadas aos procedimentos utilizados neste estudo.

Todos os resultados foram relatados como média ± desvio padrão. Após testar a normalidade e homogeneidade de variação entre os grupos, as diferenças entre eles foram calculadas usando-se o teste *t* de Student, não pareado. A análise



Figura 1 – A Técnica Intraóssea e a Infusão de Agentes Anestésicos. Esquerda e centro: A técnica intraóssea e infusão de agentes anestésicos. Direita: confirmação por radioscopia após a injeção de contraste (Hexabrix®).



Figura 2 – Conectando a Bomba de Infusão. Esquerda: Linha de infusão conectando a bomba de infusão (Bomba de infusão 670-SAMTRONIC) para a administração de medicamentos e fluidos. Direita: Sinal da Punção intraóssea.

incluiu o teste de Wilcoxon quando apropriado. A análise foi feita utilizando-se o programa PadGraph Prism (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EUA).

RESULTADOS

A Tabela I mostra os aspectos etiológicos das doenças cardíacas congênitas que fizeram parte deste estudo. Os pacientes apresentavam idade média de 7,9 ± 4,3 meses (grupo EV) e 7,8 ± 3,8 meses (grupo IO), peso médio de 7,2 ± 1,3 kg (grupo EV) e 6,9 ± 1,9 kg (grupo IO); no grupo EV, seis pacientes eram do sexo feminino e quatro do sexo masculino, enquanto no grupo IO quatro eram do sexo feminino e sete do masculino. A Tabela II mostra os resultados das técnicas de punção nos grupos EV e IO. Houve uma diferença significativa no tempo para a realização da técnica de punção entre os grupos ($p = 0,012$). As doses médias dos agentes anestésicos administrados no grupo EV foram: midazolam (1,58 ± 0,03 mg.kg⁻¹), cetamina (17,64 ± 0,25 mg.kg⁻¹) e fentanil (17,64 ± 0,25 µg.kg⁻¹). No grupo IO, as médias foram: midazolam (2,18 ± 0,08 mg.kg⁻¹), cetamina (36,6 ± 0,80 mg.kg⁻¹) e fentanil (36,6 ± 0,80 µg.kg⁻¹) (Figura 3). O início da ação anestésica (56,3 segundos) no grupo EV foi mais rápido do que no grupo IO (71,3 segundos) ($p = 0,014$) (Figura 4). A hidratação foi realizada com 20 mL.kg⁻¹.h⁻¹ de uma mistura de soro glicosado

Tabela I – Etiologia das Doenças Cardíacas Congênitas dos Grupos de Infusão Venosa e Infusão Intraóssea de Anestésicos

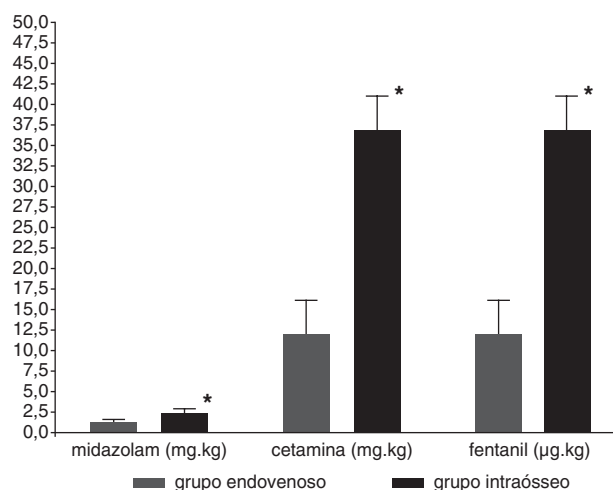
| | Grupo EV | Grupo IO |
|---|----------|----------|
| Tronco arterioso | 1 | - |
| Atresia da tricúspide | 2 | 1 |
| Tetralogia de Fallot | 4 | 3 |
| Tetralogia de Fallot com atresia pulmonar | - | 1 |
| Tetralogia de Fallot com estenose da válvula pulmonar | - | 1 |
| Ventrículo único | 2 | - |
| Transposição dos grandes vasos | 1 | - |
| Coarctação da aorta com estenose aórtica | - | 1 |
| Drenagem venosa anômala total | - | 2 |
| Defeito do septo ventricular com hipertensão pulmonar | - | 1 |
| <i>Situs inversus</i> | - | 1 |

Grupo EV: grupo endovenoso; grupo IO: grupo intraósseo.

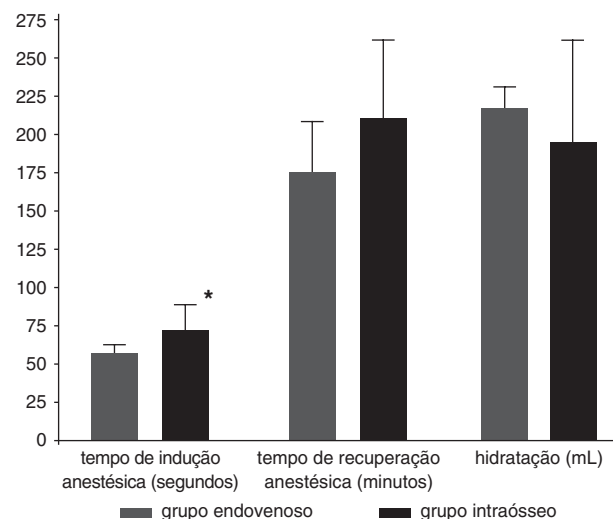
a 5% (50 mL) e soro fisiológico a 0,9% (50 mL). Não foram observadas diferenças significativas na hidratação entre os grupos: grupo EV ($315,5 \pm 15,5$ mL); grupo IO ($293,2 \pm 67,4$ mL) ($p = 0,320$); assim como para o tempo de recuperação da anestesia: grupo IO ($65,2 \pm 20,9$ min) e grupo EV ($55,0 \pm 14,0$ min) ($p = 0,201$) (Figura 4).

DISCUSSÃO

Este estudo contemplou duas técnicas diferentes de administração de anestésicos e de hidratação durante estudo hemodinâmico em cardiopatias congênitas com acesso venoso difícil. Nosso principal interesse foi demonstrar a eficiência da técnica IO para anestesia e hidratação em estudos hemodinâmicos. Os resultados demonstraram que a infusão IO é um método eficaz de acesso à circulação central, representando uma alternativa ao acesso intravascular quando este é de difícil acesso. O tempo para a introdução da agulha varia de acordo com o nível de experiência, de 4 a 11,5 minutos, com uma média de 9,6 minutos. O tempo para a inserção da agulha para o acesso IO variou de 2 a 5 minutos, com uma média de 3,6 minutos. Uma diferença significativa foi obser-

**Figura 3** – Agentes Anestésicos Usados durante o Estudo Hemodinâmico.

Observaram-se maiores doses dos agentes anestésicos: midazolam ($p = 0,007$), cetamina ($p < 0,001$) e fentanil ($p < 0,001$) no grupo intraósseo quando comparado com o grupo endovenoso.

**Figura 4** – Tempo de Indução Anestésica e de Recuperação da Anestesia e Volume de Hidratação.

O tempo de indução foi significativamente menor no grupo EV do que no grupo intraósseo (* $p = 0,0145$).

Tabela II – Técnica de Punção nos Grupos Endovenoso e Intraósseo

| | Grupo endovenoso | Grupo intraósseo | |
|--|------------------|------------------|-------------|
| Local da punção | | | |
| Dissecção de veia periférica | | | |
| antecubital direita | 4 | - | |
| antecubital esquerda | 4 | - | |
| Porção proximal da tíbia, logo abaixo da tuberosidade tibial | - | 11 | |
| Tempo de punção (min) | $9,6 \pm 6,9$ | $3,6 \pm 2,2$ | $p = 0,012$ |
| Punções (n) | $1,8 \pm 0,9$ | $1,3 \pm 0,5$ | $p = 0,127$ |
| Manutenção da punção (min) | $110,0 \pm 65,7$ | $98,0 \pm 37,9$ | $p = 0,610$ |
| Complicações | | | $p = 0,311$ |
| Extravasamento local de fluidos e sangue | 1 | - | |
| Extravasamento local de fluidos | - | 4 | |

vada entre ambos os grupos. A técnica de dissecação venosa é parte do programa de treinamento do *Advance Pediatric Life Support*. A veia safena acima do maléolo medial é o local preferido para dissecação venosa, mas as veias antecubital, axilar, cefálica e femoral também são utilizadas, tendo sido relatada melhora dos procedimentos com a técnica de Seldinger^{11,12}. O tempo que os cirurgiões pediátricos levaram para obter acesso foi de 6 min, em crianças com 6-16 anos de idade, 8 min, naquelas com 1 mês a 5 anos, e 11 minutos em recém-nascidos¹³. Essa demora torna seu uso irrealista para a maioria dos médicos e o acesso IO ou percutâneo femoral pode ser conseguido em menor tempo¹¹.

A via de administração IO observada neste estudo foi comparável com a rota IV periférica para injeção de agentes anestésicos (cetamina, midazolam e fentanil), bem como para as soluções de hidratação. Teve efeito e tempo de ação equivalentes e pode ser uma alternativa segura quando o acesso intravenoso é difícil e crítico (Figuras 1 e 3). Além disso, este estudo demonstrou uma rápida liberação de drogas para a circulação sistêmica (Figura 2). Um relato de caso com revisão da literatura¹⁴ enfatizou a ocorrência de laringoespasmos graves durante a indução da anestesia inalatória em pacientes pediátricos sem acesso intravenoso. A celeridade e a eficácia no tratamento de laringoespasmos pela injeção intraóssea de succinilcolina evitou maiores complicações nestas condições. Embora a via intramuscular seja relativamente lenta para a latência (tempo necessário para atingir o máximo efeito de paralisia) em comparação com a via intravenosa, a experiência clínica até agora indica resultados satisfatórios neste tratamento do laringoespasmos. O relato descrito indicava que a via IO foi, provavelmente, superior à via intramuscular e comparável à da via intravenosa, em termos de latência.

Helm e col.¹⁵ demonstraram uma alternativa à punção de veias periféricas em situações de emergência envolvendo crianças menores de 6 anos de idade. Em 37% dos casos (10/27), a via IO foi usada para indução de anestesia geral; a dosagem e o início da ação das medicações administradas foram descritos como equivalentes à infusão periférica. Em todos os casos, a agulha IO foi substituída no hospital por uma linha central ou periférica em até 2 horas. Não foram observadas complicações. Os autores concluíram que a técnica de infusão IO é uma alternativa simples, rápida e segura para o acesso ao sistema vascular emergencial em crianças menores de 6 anos na apresentação pré-hospitalar.

Em outro estudo¹⁶, observou-se que a principal vantagem do acesso IO é a alta taxa de sucesso (aproximadamente 80%) e a maioria dos médicos treinados pode instalar uma linha IO em 1-2 minutos. Diversos estudos de pequeno porte e revisões retrospectivas estabeleceram a utilidade dessa rota para diversos fármacos comumente utilizados em ressuscitação. O efeito colateral mais visto com a via IO, o extravasamento, foi relatado em 12% dos pacientes. Síndrome compartimental, osteomielite e fratura da tíbia são complicações raras, mas que foram relatadas. O efeito colateral da técnica IO observado em nosso estudo foi o extravasamento, presen-

te em quatro crianças, mas que apresentaram boa evolução (Tabela II).

O acesso IO pode ser utilizado como uma alternativa para a administração de fármacos/volume se a via umbilical ou outras vias de acesso venoso não forem prontamente punçionáveis (Classe IIb, LOE 5)¹⁷. Dois estudos prospectivos e randomizados em adultos e crianças (LOE 3)^{18,19} e seis outros estudos (LOE 4²⁰; LOE 5^{21,22} e LOE 7^{23,24}) documentaram o acesso IO como seguro e eficaz para a ressuscitação por fluidos, administração de fármacos e extração de amostras de sangue para avaliação laboratorial. O consenso (2006) que produziu esse documento foi patrocinado pela *International Liaison Committee on Resuscitation* (ILCOR) e demonstrou que as taxas de sucesso (por paciente) da IO foram elevadas, apesar do pequeno número de tentativas em um longo período de tempo. Esses dados sugerem que é possível conseguir acesso IO bem-sucedido com uma baixa taxa de complicações, embora seu uso seja pouco frequente.

Em nosso estudo, observou-se que, depois de administrar os agentes anestésicos, a latência foi significativamente menor no grupo IO que a observada no grupo IV. No entanto, a massa dos agentes anestésicos foi menor no grupo IV. Embora recebendo maior dose de anestésicos com consequente maior tempo de recuperação para o grupo IO, não foi observada diferença entre os grupos para o despertar. O tempo de permanência dos cateteres foi semelhante entre os grupos. Jejum antes do procedimento e a injeção de contraste hiperosmolar são fatores que podem contribuir para causar intensa desidratação durante estudos hemodinâmicos, sendo pois necessário promover a infusão de fluidos durante o procedimento. O volume de líquidos para a hidratação foi semelhante nos dois grupos, mas no grupo de IO uma bomba de infusão para administração de fluidos foi necessária porque a resistência vascular é mais elevada na via IO. Considerando que desde a década de 1830 líquidos são administrados por via intravenosa, e acessos venosos nem sempre são possíveis de serem estabelecidos, a via IO fornece acesso rápido, fácil e seguro para o sistema vascular,

Concluindo, quando não é possível obter acesso periférico, a infusão IO se revela uma alternativa eficiente e segura para a administração de agentes anestésicos e fluidos durante estudos hemodinâmicos.

REFERÊNCIAS / REFERENCES

01. Tocantins LM, O'Neill JF, Jones HW – Infusions of blood and other fluids via the bone marrow; applications in pediatrics. *JAMA*, 1941;117:1229-1234.
02. Courmand J – Technique for insertion of plastic catheter into saphenous vein. *Pediatrics*, 1941;24:631-637.
03. Begg AC – Intraosseous venography of the lower limb and pelvis. *Br J Radiol*, 1954;27:318-324.
04. Engle WA – Intraosseous access for administration of medications in neonates. *Clin Perinatol*, 2006;33:161-168.
05. Smith R, Davis N, Bouamra O et al. – The utilisation of intraosseous infusion in the resuscitation of paediatric major trauma patients. *Injury*, 2005;36:1034-1038.
06. Mackway-Jones KME, Phillips B, Wieteska S. – Intraosseous

- transfusion, em: Mackway-Jones KME, Molyneux E, Phillips B et al – Advanced Paediatric Life Support. 3rd Ed, London, BMJ Books, 2001;229-230.
07. American Heart Association – 2005 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. International consensus on science. *Circulation*, 2005;112:iv12-iv211.
 08. Brown K, Lightfoot C – The 2005 Guidelines for CPR and Emergency Cardiovascular Care: Implications for Emergency Medical Services for Children. *Clin Ped Emerg Med*, 2006;7:105-113.
 09. Goresky GV, Maltby JR – Fasting guidelines for elective surgical patients. *Can J Anaesth*, 1990;37:493-495.
 10. Green SM, Johnson NE – Ketamine sedation for pediatric procedures: Part 2 - Review and implications. *Ann Emerg Med*, 1990;19:1033-1046.
 11. Haas NA – Clinical review: vascular access for fluid infusion in children. *Crit Care*, 2004;8:478-484.
 12. Iserson KV, Criss EA – Pediatric venous cutdowns: utility in emergency situations. *Pediatr Emerg Care*, 1986;2:231-234.
 13. Westfall MD, Price KR, Lambert M et al. – Intravenous access in the critically ill trauma patient: a multicentered, prospective, randomized trial of saphenous cutdown and percutaneous femoral access. *Ann Emerg Med*, 1994;23:541-545.
 14. Seah TG, Chin NM – Severe laryngospasm without intravenous access—a case report and literature review of the non-intravenous routes of administration of suxamethonium. *Singapore Med J*, 1998;39:328-330.
 15. Helm M, Hauke J, Bippus N et al. – Die intraossare Punktion in der praxinischen Notfallmedizin. 10-jährige Erfahrungen im Luftrettungsdienst. *Anaesthesist*, 2007;56:18-24.
 16. Buck ML, Wiggins BS, Sesler JM – Intraosseous drug administration in children and adults during cardiopulmonary resuscitation. *Ann Pharmacother*, 2007;41:1679-1686.
 17. Banerjee S, Singhi SC, Singh S et al. – The intraosseous route is a suitable alternative to intravenous route for fluid resuscitation in severely dehydrated children. *Indian Pediatr*, 1994;31:1511-1520.
 18. Brickman KR, Krupp K, Rega P et al. – Typing and screening of blood from intraosseous access. *Ann Emerg Med*, 1992;21:414-417.
 19. Fiser RT, Walker WM, Seibert JJ et al. – Tibial length following intraosseous infusion: a prospective, radiographic analysis. *Pediatr Emerg Care*, 1997;13:186-188.
 20. Ummenhofer W, Frei FJ, Urwyler A et al. – Are laboratory values in bone marrow aspirate predictable for venous blood in paediatric patients? *Resuscitation*, 1994;27:123-128.
 21. Guy J, Haley K, Zuspan SJ – Use of intraosseous infusion in the pediatric trauma patient. *J Pediatr Surg*, 1993;28:158-161.
 22. Macnab A, Christenson J, Findlay J et al. – A new system for sternal intraosseous infusion in adults. *Prehosp Emerg Care*. 2000;4:173-177.
 23. Ellemunter H, Simma B, Trawoger R et al. – Intraosseous lines in preterm and full term neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 1999;80:F74-F75.
 24. International Liaison Committee on Resuscitation – 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;117(5):e955-977.

Resumen: Aliman AC, Piccioni MA, Piccioni JL, Oliva JL, Auler Junior JOC – Anestesia Intraosea en Estudio Hemodinamico en Nino Cardiopata.

Justificativa y objetivos: El acceso intraoseo (IO), se ha venido utilizando con buenos resultados en situaciones de emergencia, cuando no existe el acceso venoso disponible para la administracion de fluidos y farmacos. El objetivo del presente estudio es evaluar si el acceso IO es una tecnica util para la administracion de anestesia y de fluidos en el estudio hemodinamico cuando el acceso periferico es imposible de obtenerse. Ese estudio fue realizado en el laboratorio de hemodinamica de un hospital universitario, con 21 lactantes portadores de enfermedad cardiaca congenita que fueron seleccionados para un estudio hemodinamico diagnostico.

Métodos: Este estudio comparo la efectividad del acceso IO con relacion al EV para la infusion de anestésicos (quetamina, midazolam y fentanil), y de fluidos durante el estudio hemodinamico. El tiempo de induccion anestésica, la duracion del procedimiento, el tiempo de recuperacion de la anestesia, la adecuada hidratacion y las complicaciones de las punciones EV e IO se compararon entre los grupos.

Resultados: El tiempo de puncion fue significativamente menor en el grupo IO (3,6 minutos) que en el grupo EV (9,6 minutos). El tiempo de inicio de la accion de la anestesia fue mas rapido en el grupo EV (56,3 segundos) que en el grupo IO (71,3 segundos). No se observaron diferencias significativas entre los dos grupos con relacion a la hidratacion (grupo EV 315,5 mL vs. grupo IO 293,2 mL), y sobre el tiempo de recuperacion de la anestesia (grupo IO 65,2 min vs, grupo EV 55,0 min). El sitio de la puncion se evaluo nuevamente despues de 7 a 15 dias, y no presento senales de infeccion u otras complicaciones.

Conclusiones: Los resultados comparativos arrojaron una superioridad de la infusion IO con relacion al tiempo de puncion. Debido a su eficiencia y manipulacion bastante facil, la hidratacion y la anestesia que se hicieron por medio de la infusion IO demostraron ser satisfactorias para los estudios hemodinamicos sin la necesidad de otros accesos.

Descriptores: ANESTESIA; ENFERMIDAD: Cardiaca, Congenita; TÉCNICAS ANESTÉSICAS, General: venosa; TÉCNICAS DE MEDICIÓN, Hemodinâmica.