

Isquemias arteriales infantiles asociadas a cateterización arterial

Pediatrics' acute arterial ischemia associated with arterial catheterization

Jennifer Mondragón-Zamora*, Covadonga Mendieta-Azcona, Elena Marín-Manzano, Teresa Hernández-Ruiz, Juan D. Zafra-Angulo, Beatriz Martínez-Turégano, Verónica Morillo-Jiménez y Álvaro Fernández-Heredero

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

Resumen

Antecedentes: La trombosis arterial asociada a catéter en población pediátrica está infraestimada y no existe un tratamiento estandarizado. **Objetivo:** Describir la evolución de los niños que han presentado isquemia arterial aguda en alguna extremidad asociada al uso de catéter. **Métodos:** Se incluyeron pacientes con clínica de isquemia arterial aguda asociada a cateterismo arterial pese al uso de vasopresores. Se recogieron y analizaron las variables demográficas, clínicas, del acceso, tratamiento y complicaciones. **Resultados:** Se incluyeron 25 pacientes con una edad media de 2.4 años. En 22 pacientes (88%) la isquemia se localizó en miembros inferiores. Todos los pacientes presentaron clínica de isquemia arterial. En todos los pacientes se retiró el catéter y 21 pacientes recibieron anticoagulación. La mortalidad a los 30 días fue del 40%. Los 15 supervivientes evolucionaron favorablemente. **Conclusiones:** La evolución de la isquemia arterial aguda en población infantil va asociada a la evolución de su patología de base. El manejo conservador es una opción aceptable.

Palabras clave: Pediatría. Infantes. Canulación. Cateterización. Trombosis. Isquemia.

Abstract

Background: Catheter-associated arterial thrombosis in pediatric population is underestimated and there is no standardized treatment. **Objective:** To describe the evolution of children who have presented acute arterial ischemia in any extremity associated with the use of a catheter. **Methods:** Patients with symptoms of acute arterial ischemia associated with arterial catheterization despite the use of vasopressors were included. Demographic, clinical, access, treatment, and complications variables were collected and analyzed. **Results:** 25 patients with a mean age of 2.4 years were included. In 22 patients (88%) the ischemia was in lower limbs. All patients presented symptoms of arterial ischemia. In all patients the catheter was removed, and 21 patients received anticoagulation. Mortality at 30 days was 40%. The 15 survivors evolved favorably. **Conclusions:** The evolution of acute arterial ischemia in child population is associated with the evolution of its underlying pathology. Conservative management is an acceptable option.

Keywords: Pediatric. Infants. Cannulation. Catheterization. Thrombosis. Ischemia.

***Correspondencia:**

Jennifer Mondragón-Zamora

E-mail: mondragon.jennifer.1990@gmail.com

0377-4740/© 2023 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vascular y Endovascular, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 01-11-2022

Fecha de aceptación: 16-01-2023

DOI: 10.24875/RMA.22000044

Disponible en internet: 21-02-2023

Rev Mex Angiol. 2023;51(1):10-15

www.RMAngiologia.com

Introducción

La isquemia arterial aguda es una entidad grave, que puede tener consecuencias irreparables para el paciente¹. La población pediátrica con mayor afectación suele ser la de los recién nacidos, prematuros y pacientes con afecciones cardíacas congénitas².

Cada año son insertados en Europa y EE.UU. aproximadamente 8 millones de catéteres arteriales. Este procedimiento no está exento de riesgos, especialmente en población pediátrica; estas suelen ser menores, como hematomas y dolor. Sin embargo, se han descrito complicaciones más graves, que van desde el daño de las estructuras anatómicas adyacentes (nervios) hasta la oclusión de la arteria, lo que puede conducir a eventos isquémicos permanentes³.

Se desconoce la incidencia exacta de isquemia de las extremidades^{2,4}. Una de las revisiones sistemáticas más importantes asociada al tema, realizada por Rizzi et al., reporta tanto en neonatos como en población pediátrica una incidencia de trombosis de catéter en extremidades que oscilaba entre el 3.4 y el 63%². La etiología más común en la población infantil es la iatrogenia asociada al uso de catéteres intraarteriales¹. La fisiopatología que justifica este evento en la población infantil es vasoespasmo y la trombosis arterial. El vasoespasmo suele ser de corta duración. Sin embargo, si este no se corrige puede desencadenar trombosis arterial⁵. La trombosis se justifica por tres grandes entidades: la lesión endotelial, la estasis o turbulencia del flujo sanguíneo y la hipercoagulabilidad de la sangre, que juntos componen la tríada de Virchow⁴. Tanto la lesión endotelial causada por el catéter como el aumento de la estasis sanguínea por la oclusión del vaso justificarían la trombosis arterial. El diagnóstico y tratamiento precoz son fundamentales para prevenir la necrosis tisular⁵.

La sintomatología de estos pacientes puede incluir: aparición aguda de palidez, cianosis, disminución de temperatura y ausencia de pulsos periféricos. Si la afección es grave puede producir gangrena y pérdida de tejidos y a largo plazo contracturas, reducción del crecimiento óseo y claudicación intermitente^{6,7}.

El diagnóstico es clínico y puede estar apoyado por pruebas de imagen como: Doppler, ecografía, arteriografía y angiotomografía². El abordaje terapéutico en estos casos no se encuentra estandarizado en guías de práctica clínica. Los pediatras y cirujanos que abordan estos pacientes se guían por pautas de consenso extrapolados de la población adulta^{1,2}. Dada la falta de consenso en el manejo de esta entidad, nos planteamos

como objetivo describir el manejo y evolución de los pacientes pediátricos en nuestro centro que han presentado isquemia arterial aguda en alguna extremidad asociada al uso de catéter.

Objetivos

Describir la evolución de los pacientes pediátricos que han presentado isquemia arterial aguda en alguna extremidad asociada al uso de catéter arterial con fines diagnósticos o terapéuticos y el manejo terapéutico utilizado en un centro hospitalario desde el 2016 hasta el 2020.

Materiales y método

Realizamos un estudio observacional descriptivo ambispectivo en el que se incluyeron todos los pacientes pediátricos diagnosticados de trombosis arterial en extremidades asociada a uso de catéter intraarterial en nuestro centro, pese al uso de vasopresores. Se incluyeron solo aquellos pacientes que valoramos por interconsulta por nuestro servicio desde enero del 2016 a diciembre del 2020 y que cumplían los criterios de inclusión establecidos (**Tabla 1**). El estudio fue autorizado por el Comité de Ética de Investigación con Medicamentos del Hospital Universitario La Paz.

Se recogieron variables demográficas, localización del acceso, presentación clínica, arteria afectada, motivo de cateterización, método diagnóstico, tratamiento, complicaciones y evolución.

Se analizaron las variables cualitativas (frecuencias absolutas/porcentajes) y las cuantitativas (media/desviación estándar). La redacción del artículo se realizó siguiendo las recomendaciones de la guía STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*)⁸.

Resultados

En nuestra serie se incluyeron 25 pacientes, 13 (52%) niñas y 12 (48%) niños con una edad media de 2.4 años (rango entre 4 días y 21 años). Los pacientes presentaban distintas comorbilidades (**Tabla 2**), siendo la afectación cardíaca la más común, presente en 14 casos (56%). Todos los pacientes se encontraban hospitalizados y requerían cuidados intensivos en el momento de nuestra primera valoración. En cuanto al motivo de la cateterización, fue en 24 casos (96%) para soporte hemodinámico y en un caso (4%) para embolización de una malformación vascular hepática. No se

analizó el tiempo de uso de catéter arterial previo al inicio de síntomas y signos de isquemia arterial aguda. La localización de la extremidad afectada fue en 19 casos (76%) miembros inferiores asociado a cateterización de arteria femoral y en 3 casos (12%) miembros superiores por cateterización de arteria humeral. Hubo 3 casos (12%) de afectación concomitante tanto de extremidades superiores como inferiores. En la exploración física de los pacientes con afectación de miembros inferiores se evidenció que todos los pacientes presentaban signos de isquemia arterial aguda; 7 (28%) solo palidez, 11 casos (44%) presentaron cianosis fija de la extremidad y 1 (4%) *livedo reticularis*. La temperatura de la extremidad estaba disminuida en 21 de ellos (84%), el relleno capilar estaba enlentecido en 18 casos (72%). Al inicio de la valoración seis pacientes con isquemia en miembros inferiores presentaron lesiones: 3 (12%) necrosis seca en falanges distales, 1 (4%) flictendas, 1 (4%) signos de embolización distal que se presentó como acrociánosis y 1 (4%) úlceras digitales.

En cuanto a la exploración física, en el miembro superior todos los pacientes presentaban frialdad, palidez y relleno capilar enlentecido, 3 pacientes (12%) presentaron cianosis fija de la mano hasta el antebrazo. Una paciente (4%) presentó necrosis digital en fase de delimitación en el momento de su valoración inicial. Aquellos pacientes con clínica de isquemia aguda en miembros inferiores y superiores de manera concomitante en su totalidad presentaron cianosis fija.

Respecto a la exploración vascular, 23 pacientes (92%) presentaron una oclusión iliaca, 1 (4%) oclusión femoropoplítea y 1 (4%) con pulsos a todos los niveles y trombosis distal establecida. En el miembro superior la totalidad de los pacientes (3) presentaron oclusión humeral (100%). Los pacientes con isquemia arterial en miembro inferior e inferior de manera concomitante presentaron en su totalidad oclusión humeral y oclusión iliaca. El diagnóstico fue clínico y estuvo apoyado por pruebas complementarias (hemodinámicas y de laboratorio clínico). Se usó Doppler continuo en todos los pacientes, siendo este patológico en 22 pacientes (88%) (onda monofásica, ausencia de flujo Doppler), los tres pacientes restantes presentaron onda trifásica. Se realizó una ecografía en 19 pacientes (76%), siendo esta patológica (trombosis, oclusión) en todos los casos. No se realizó angiotomografía ni arteriografía en ningún paciente. Las pruebas de laboratorio clínico complementarias fueron biometría hemática completa y bioquímica, que se realizaban de manera seriada en los pacientes. Se utilizó la cretina fosfocinasa y la

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

- Pacientes ingresados en el servicio de pediatría
- Pacientes con síntomas y signos sugestivos de isquemia arterial aguda
- Pacientes con isquemia aguda asociada a uso de catéter arterial
- Pacientes con isquemia arterial aguda con uso de vasopresores por su patología de base cuya causa de isquemia se relaciona con el uso de catéter arterial

Criterios de exclusión:

- Pacientes con trombosis venosa
- Ausencia de uso de catéter arterial
- Pacientes con isquemia arterial aguda asociada al uso de vasopresores sin catéter arterial asociado

Tabla 2. Comorbilidades en pacientes con isquemia arterial aguda asociada a catéter arterial

Comorbilidad	Casos	Porcentaje
Cardiopatía	14	56%
Prematurez	2	8%
Prematurez extrema	1	4%
Cromosomopatía 21	3	12%
Sepsis	3	12%
Patología respiratoria (fibrosis quística, atelectasia, otros)	5	20%
Patología gastrointestinal (malrotación, Hirschsprung)	3	12%

enzima lactato deshidrogenasa en el control del evento isquémico agudo. La primera con una media de 1,080 U/l y la siguiente con una media de 2800 U/l en el momento del diagnóstico, ambas elevadas de manera independiente a la edad de los pacientes en el momento del análisis.

El tratamiento durante su hospitalización consistió en retirada del catéter arterial y medidas físicas (hidratación, protección de talones, calor local distante a zonas acras, uso de calcetines) en todos los pacientes. Además, se anticoagularon 21 pacientes (84%). Se utilizó heparina sódica a dosis de 10-15 UI/kg/hora con paso a heparina de bajo peso molecular ajustado al peso en 17 pacientes cuando se consiguieron rangos anticoagulantes, el tiempo medio de anticoagulación fue de 17.38 días. En los 4 casos (16%) en los que no se anticoaguló, fue por presencia de contraindicaciones, en 1 (4%) prematuridad extrema y en 3 casos (12%) por coagulopatía asociada.

En 16 pacientes (64%) se utilizó nitroglicerina transdérmica (NTG-td) a dosis de 1 mg/kg/día por un tiempo medio de 12.2 días. En 21 pacientes (84%) se utilizó alprostadilo a dosis promedio de 0.03 µg/kg/min en perfusión continua durante un tiempo medio de 13.5 días. Otros tratamientos realizados fueron: un caso (4%) de fibrinólisis con activador tisular del plasminógeno recombinante intraarterial durante tres días y un caso (4%) en el cual se realizaron fasciotomías. Todos los casos fueron seguidos por nuestro servicio hasta la resolución de la clínica o fallecimiento del paciente. Los 15 pacientes que sobrevivieron evolucionaron favorablemente, no presentaron alteraciones morfológicas ni funcionales de la extremidad, además recuperaron pulsos distales. Aquellos pacientes que presentaron lesiones durante su hospitalización fueron revalorados en consulta externa de cirugía vascular. De los 15 supervivientes, 14 (93.33%) fueron anticoagulados. Durante su seguimiento los 3 casos (12%) que presentaron necrosis digital fueron valorados a lo largo de su hospitalización. Se pudo constatar que en un paciente (4%) ocurrió fallecimiento, otro precisó amputación de falanges distales en un segundo tiempo y en el caso restante hubo una resolución de la necrosis con hiperpigmentación residual en las zonas de las lesiones. Las tres lesiones restantes que se presentaron al inicio (flictenas, embolia distal, úlcera) desaparecieron sin secuelas durante el ingreso. Ninguno de los pacientes precisó amputación mayor de la extremidad. La mortalidad a los 30 días fue del 40% (media de 12.3 días tras el diagnóstico), en todos los casos por fallo multiorgánico atribuible a su patología de base. De los 10 pacientes que fallecieron, el 60% eran niñas y el 40% restante, niños. La edad media de los pacientes que fallecieron fue de 14.39 días. Ninguno de los pacientes que murieron fueron prematuros. Las comorbilidades de dichos pacientes se detallan en la tabla 3.

Discusión

La isquemia arterial aguda es una patología potencialmente grave. Muchos de los pacientes pediátricos que la presentan se encuentran en unidades de cuidados intensivos, como ocurre en nuestra serie^{2,9}.

En la revisión sistemática más extensa que hemos encontrado en la bibliografía, la prematuridad era el factor asociado más frecuente. Sin embargo, en nuestra serie solo el 28% de los pacientes eran prematuros, siendo la cardiopatía la comorbilidad más común en nuestro estudio. Otras comorbilidades importantes que

Tabla 3. Comorbilidades en pacientes con isquemia arterial aguda asociada a catéter arterial que fallecieron durante su seguimiento

Comorbilidad	Casos	Porcentaje
Cardiopatía	5	50%
Cromosomopatía 21	2	20%
Patología respiratoria (fibrosis quística, atelectasia, otros)	1	10%
Sepsis	1	10%
Hemorragia	2	20%
Fallo multiorgánico	10	100%

se observan son la dificultad respiratoria y las alteraciones gastrointestinales².

La causa más común de cateterización arterial en niños es para soporte hemodinámico (fluidoterapia, uso de drogas vasoactivas y monitorización)^{4,10,11}. En nuestra serie el 96% de los pacientes que presentó un evento isquémico agudo asociado al uso de catéter lo estaba con este fin por la complejidad de su patología de base, como cardiopatía descompensada, dificultad respiratoria, sepsis.

Solo en un caso se colocó el catéter de embolización de malformación vascular hepática.

Pese a que no existe una pauta estandarizada para la elección y cuidado de la vía arterial utilizada, tanto la vía radial como la vía femoral son los accesos más comúnmente utilizados³. El tamaño arterial es directamente proporcional a la edad y peso de los pacientes, por lo que el tamaño del catéter utilizado y la oclusión que pueda causar están directamente relacionados¹¹⁻¹³. Los tamaños para la cateterización arterial en vía femoral utilizados suelen ser de 2.5 a 4 Fr; en nuestra serie no recogemos en nuestros datos el tamaño del catéter utilizado por falta de reporte de este en la historia clínica¹³. La cateterización radial es levemente más oclusiva con respecto a la vía femoral³.

En nuestra serie la isquemia de miembros inferiores estuvo asociada a uso de catéter arterial en arteria femoral en 22 casos (88%), de los cuales 18 (72%) presentaban signos sugestivos de trombosis femoral comprobada mediante ecografía.

La clínica de isquemia aguda puede variar mucho en los pacientes y puede agravarse por el delicado estado hemodinámico que puedan tener estos¹⁴.

Además, nos encontramos con casos complejos en donde la valoración de enfermería del estado y evolución

de las extremidades es fundamental, al tratarse de un paciente que no se queja de dolor ni del resto de su sintomatología.

La cianosis es un signo común en los pacientes pediátricos con trombosis arterial. En nuestra serie el 44% de los pacientes la presentó en el momento del diagnóstico¹². Solo un paciente (4%) asoció *livedo reticularis*, el mismo que presentó resolución completa del cuadro después de retirar el catéter arterial. La *livedo reticularis* es una decoloración violácea cutánea con un patrón en red; su fisiopatología se encuentra directamente relacionada a la estructura y función de los vasos, con una marcada disminución del flujo sanguíneo asociada a una función inadecuada del sistema nervioso autónomo. Solo hemos encontrado un caso en la bibliografía asociado a la cateterización arterial¹⁵.

En la valoración inicial de los pacientes, seis presentaron lesiones, uno requirió amputación en un segundo tiempo y otro falleció. El resto evolucionó favorablemente, con resolución completa de las lesiones. Durante nuestro análisis realizamos una revisión exhaustiva de la bibliografía y no pudimos encontrar evidencia de la evolución de las lesiones isquémicas asociadas a catéter en la población infantil.

El diagnóstico se apoya con pruebas hemodinámicas y de laboratorio clínico complementarias. En nuestra serie se realizó Doppler continuo en todos los pacientes. La ecografía no fue realizada en todos, estos datos coinciden con otras series en donde no fue necesaria la realización de ecografía en todos los pacientes¹⁴.

Aunque no existe un consenso en el tratamiento de los pacientes, los equipos se apoyan en publicaciones de centros especializados. En nuestro centro se retiran los catéteres en todos los casos. Además, se anticoagularon a 21 pacientes (84%). La anticoagulación es una práctica común en varios centros, con buenos resultados, incluso en algunas series se reporta resolución completa de todos los casos. En la serie de Mourot y Oliveira utilizan anticoagulación con heparina en el 100% de los casos y plantean un manejo conservador como el de nuestro centro^{6,16}. Los parches de nitroglicerina ejercen su acción al producir óxido nítrico, lo cual genera vasodilatación y mejora la circulación colateral a áreas de isquemia periférica.

En nuestra serie el 64% de los casos se utilizó NTG-td, obteniendo buenos resultados. En la bibliografía, su uso se reporta en casos y series de casos, como la nuestra, con buenos resultados. Sin embargo, su uso siempre se encuentra asociado a anticoagulantes¹⁷⁻¹⁹.

En nuestra serie se utilizó alprostadilo en el 84% de los pacientes. No hemos encontrado datos en la bibliografía de su uso para isquemia asociada a catéter. Sin embargo, su uso se apoya en los resultados en isquemia asociada a enfermedad de Kawasaki y otras conectivopatías^{20,21}.

La mortalidad de la isquemia asociada a catéter se encuentra relacionada con la gravedad de la patología de base de los pacientes estudiados. En nuestra serie la mortalidad a los 30 días fue del 40%, pero no se realizó un análisis que nos indicara el factor influyente de la trombosis arterial en la muerte de los pacientes. Sin embargo, aquellos pacientes a los que se les realizó un tratamiento médico (uso de heparina, alprostadilo, nitroglicerina transdérmica) además de retirar el catéter arterial y las medidas físicas presentaban mejor estado general en el momento de la valoración.

De todos los pacientes anticoagulados con heparina²¹, el 71.43% sobrevivió y el 28.57% falleció. De aquellos que usaron alprostadilo²¹, el 76.19% sobrevivió y aquellos que usaron NTG¹⁶, el 93.75%, sobrevivieron.

La revisión sistemática más grande encontrada en la bibliografía, que incluye 22 publicaciones, reporta una mortalidad del 7% asociada a la trombosis arterial por catéter². En nuestra serie encontramos una mortalidad más elevada que la bibliografía reportada, en todos los casos por fallo multiorgánico atribuible a su patología de base; atribuimos que esta mortalidad elevada podría estar relacionada a que solo realizan interconsulta aquellos pacientes que se encuentran más graves, además el servicio de pediatría de nuestro centro es un centro de referencia de patología de alta complejidad a nivel nacional.

Conclusiones

La isquemia arterial aguda en la población infantil se suele presentar asociada al manejo de las complicaciones de su patología de base, siendo necesario el manejo de estos pacientes en unidades de cuidados intensivos. Dada la complejidad de este grupo poblacional, el manejo conservador retirando la fuente causante, anticoagulación, medidas de físicas, parches de NTG-td y prostaglandinas nos ofrece buenos resultados para la conservación de la extremidad. Las lesiones digitales presentes al inicio del evento isquémico tienen buena evolución durante su seguimiento. También se ha podido observar que la evolución de los pacientes que sobreviven a la isquemia de la extremidad es adecuada desde el punto de vista morfológico y funcional en sus revisiones en consulta externa.

Financiamiento

El presente caso no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido la aprobación del Comité de Ética para el análisis y publicación de datos clínicos obtenidos de forma ordinaria. El consentimiento informado de los pacientes no fue requerido por tratarse de un estudio observacional retrospectivo.

Bibliografía

1. Kayssi A, Shaikh F, Roche-Nagle G, Brando LR, Williams SA, Rubin BB. Management of acute limb ischemia in the pediatric population. *J Vasc Surg.* 2014;60(1):106-10.
2. Rizzi M, Goldenberg N, Bonduel M, Revel-Vilk S, Amankwah E, Albisetti M. Catheter-related arterial thrombosis in neonates and children: A systematic review. *Thromb Haemost.* 2018;118(6):1058-66.
3. Tosetti S, Bertolizio G, Withington D, Collard V, Ingelmo P. Arterial line cannulation in children: Is it time for guidelines? *Paediatr Anaesth.* 2018;28(6):564-5.
4. Gander JW, Fisher JC, Reichstein AR, Gross ER, Aspelund G, Middleworth W, et al. Limb ischemia after common femoral artery cannulation for venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: an unresolved problem. *J Pediatr Surg.* 2010;45(11):2136.
5. Piersigilli F, Bersani I, Giliberti P, Ronchetti MP, Mancinelli RL, Cavadenti I, et al. Neonatal limb ischemia: caudal blockade and NIRS monitoring. *Eur J Pediatr.* 2013;173(12):1599-601.
6. Coombs CJ, Richardson PW, Dowling GJ, Johnstone BR, Monagle P. Brachial artery thrombosis in infants: An algorithm for limb salvage. *Plast Reconstr Surg.* 2006;117(5):1481-8.
7. Deindl P, Waldhör T, Unterasinger L, Berger A, Keck M. Arterial catheterisation in neonates can result in severe ischaemic complications but does not impair long-term extremity function. *Acta Paediatr.* 2018;107(2):240-8.
8. Vandebroucke JP, von Elm E, Altman DG, Götzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): Explanation and elaboration. *Ann Intern Med.* 2014;147:163-94.
9. Lin SJ, Koltz PF, Davis W, Vicari F. Lower extremity ischemia following umbilical artery catheterization: a case study and clinical update. *Int J Surg.* 2009;7(3):182-6.
10. Khalil T, Leteurtre S, Fonteyne C, Sadik A, Biarent D, Leclerc F. Safety and usefulness of invasive arterial blood pressure monitoring in purpura fulminans resuscitation. *Med Sci Monit.* 2007;13(4):CR182-6.
11. Fraser CD 3rd, Kovler ML, Guzman W Jr, Rhee DS, Lum YW, Alaiash SM, et al. Pediatric femoral arterial cannulations in extracorporeal membrane oxygenation: A review and strategies for optimization. *ASAIO J.* 2019;65(7):636-41.
12. Rizzi M, Kroiss S, Kretschmar O, Forster I, Brotschi B, Albisetti M. Long-term outcome of catheter-related arterial thrombosis in infants with congenital heart disease. *J Pediatr.* 2016;170:181-187.e1.
13. Dumond AA, da Cruz E, Almodovar MC, Friesen RH. Femoral artery catheterization in neonates and infants. *Pediatr Crit Care Med.* 2012;13(1):39-41.
14. Brotschi B, Hug MI, Latal B, Neuhaus D, Buerki C, Kroiss S, et al. Incidence and predictors of indwelling arterial catheter-related thrombosis in children. *J Thromb Haemost.* 2011;9(6):1157-62.
15. Shrestha NK, Gordon SM, Isada CM. Livedo reticularis associated with the use of a midline catheter. *Scand J Infect Dis.* 2009;34(11):845-6.
16. Mourot JM, Oliveira HM, Woodson LC, Herndon DN, Chung DH. Complications of femoral artery catheterization in pediatric burn patients. *J Burn Care Res.* 2009;30(3):432-6.
17. JadHAV DV, Mendonça D, Kotinatot S, Shankar S, Mazmi MA. Nitroglycerin patch use in digital ischemia secondary to sepsis: a case report. *Pan Afr Med J.* 2021;38:114.
18. Vasquez P, Burd A, Mehta R, Hiatt M, Hegyi T. Resolution of peripheral artery catheter-induced ischemic injury following prolonged treatment with topical nitroglycerin ointment in a newborn: A case report. *J Perinatol.* 2003;23(4):348-50.
19. Akingbola O, Singh D, Steiner R, Frieberg E, Petrescu M. High-dose tissue plasminogen activator, topical nitroglycerin, and heparin for severe ischemic injury in a neonate. *Clin Pediatr (Phila).* 2011;51(11):1095-8.
20. Zulian F, Corona F, Gerloni V, Falcini F, Buoncompagni A, Scarazzatti M, et al. Safety and efficacy of iloprost for the treatment of ischaemic digits in paediatric connective tissue diseases. *Rheumatology (Oxford).* 2004;43(2):229-33.
21. Dogan OF, Kara A, Devrim I, Tezer H, Besbas N, Ozen S, et al. Peripheral gangrene associated with Kawasaki disease and successful management using prostacycline analogue: a case report. *Heart Surg Forum.* 2007;10(1):E70-2.