

INFORMATION KOMPAKT der ÖGARI zum Thema:

Handlungsempfehlungen zum perioperativen Flüssigkeitsmanagement bei Kindern

Basierend auf den „Handlungsempfehlungen zum perioperativen Flüssigkeitsmanagement bei Kindern“ der ÖGARI 2018
unter Einbeziehung der
S1 -Leitlinie „Perioperative Infusionstherapie bei Kindern“ vom WAKKA der DGAI 2016 [4] in
der Überarbeitung von 2021 sowie der aktuellen Literatur

Korrespondierende*r Autor*in:

Maria Vittinghoff, Universitätsklinik für Anästhesie und Intensivmedizin, LKH-Univ. Klinikum Graz
Maria.vittinghoff@medunigraz.at

Co-Autor*innen:

Johannes Eger, Universitätsklinik für Anästhesie und Intensivmedizin, LKH-Univ. Klinikum Graz

Korrektur gelesen:

Ruth Kröss, Universitätsklinik für Anästhesie, Intensivmedizin und Notfallmedizin, Innsbruck
Alexander Buzath, Abt. für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Klinik Donaustadt

Erstellt:

06.11.2023

Version:

V.1.0

--

Einleitung:

Ziel des perioperativen Flüssigkeitsmanagements ist unter Berücksichtigung der altersentsprechenden physiologischen Besonderheiten die:

1. Aufrechterhaltung eines adäquaten intravasalen Flüssigkeitsstatus
2. Beibehaltung der osmotischen Homöostase
3. Beibehalten der Elektrolytbalance [65, 67, 68, 69,70]

A. Orales Flüssigkeitsmanagement perioperativ:

1. Wenn möglich sollte Flüssigkeit oral verabreicht werden.
2. Klare Flüssigkeit dürfen und sollen Kinder wiederholt bis 1 Stunde vor einem elektiven Eingriff trinken.

Klare Flüssigkeit z.B.:

- a. Wasser mit oder ohne Kohlensäure
 - b. klarer Frucht- oder Verdünnungssaft
 - c. gezuckerter Tee [2,4,69,70]
3. Muttermilch: Kinder dürfen bis 3 Stunden vor dem elektiven Eingriff gestillt werden oder Muttermilch mit der Flasche erhalten. [2,3,13,69]
 4. Flaschenmilchnahrung und Milch dürfen Kinder bis 4 Stunden vor dem elektiven Eingriff erhalten.[2,3,13,69]
 5. Eine kleine Mahlzeit kann bis 4 h vor dem elektiven Eingriff angeboten werden. Die kleine Mahlzeit sollte aber definiert werden: z.B.: Weißbrot / Kipferl und eine Tasse Tee / Milch. [69]
 6. Feste Nahrung darf bis 6 Stunden vor dem elektiven Eingriff verabreicht werden.[2,3,68,69]

Alter	Klare Flüssigkeit	Muttermilch	Flaschennahrung/Milch Kleine Mahlzeit	Feste Nahrung
0-18 Jahre	1h	3h	4h	6h

7. Kinder, bei denen eine verzögerte Magenentleerung zu erwarten ist (Diabetes mellitus, Erkrankungen des oberen Gastrointestinaltrakts, ...), sollen bezüglich der Nüchternzeit individuell eingeschätzt werden, da es evtl. einer Ausdehnung dieser bedarf.[2,5,69]
8. Kinder nach Narkosen dürfen bei klarem Bewusstsein und fehlenden Kontraindikationen auch von chirurgischer Seite sofort nach dem Eingriff schluckweise klare Flüssigkeit trinken oder ein kleines Wassereis essen.[4,7,43,69]
9. Unter Einhaltung einer möglichst kurzen Nüchternzeit kann bei Kindern jenseits des Neugeborenenalters, die für kleinere und kurze Eingriffe vorgesehen sind, das perioperative Flüssigkeitsmanagement auch ausschließlich oral erfolgen.[1,4,70]

10. Ein Magenultraschall kann zur Abschätzung des Mageninhaltes durchgeführt werden, wenn die Nüchternzeiten bei elektiven Eingriffen nicht eingehalten wurden sowie bei Kindern bei denen ein Notfallseingriff notwendig ist. Der Magenultraschall sollte von einem in dieser Methode erfahrenen Untersucher durchgeführt werden. [69]

B. Bewertung und Korrektur von Flüssigkeitsdefiziten

1. Das Ziel des Flüssigkeitsmanagements ist das Erhalten oder Wiederherstellen der physiologischen Verhältnisse im kindlichen Flüssigkeitshaushalt.[4,16]
2. Das Flüssigkeitsmanagement besteht aus 3 Teilen:
 - Defizitkorrektur durch Flüssigkeitstherapie
 - Verabreichung des Erhaltungsbedarfs mittels Grundinfusion
 - Ersatz von Flüssigkeitsverlusten durch Volumentherapie[4,16]
3. Der Hydratationszustand soll präoperativ beurteilt werden durch
 - a. klinische Untersuchung (z.B. Rekapillarisierungszeit, Zustand der Schleimhäute, Hautturgor, Stand der Fontanelle...) [4,17,]
 - b. Erheben der tatsächlichen Nüchternzeit
4. Das Ausmaß eines Flüssigkeitsdefizits lässt sich anhand der klinischen Zeichen grob abschätzen.[21,23]

Dehydratation	Mild	Mittelschwer	Schwer
Allgemeinzustand	wach, durstig	irritabel, durstig	somnolent
Rekapillarisierung	<2 sec	2-3 sec	>3 sec
Hautfalten	verstreichen sofort	verlangsamt	stehend
Mundschleimhaut	feucht	trocken	ausgetrocknet
Fontanelle	flach	ingesunken	tief eingesunken
Vigilanz	normal	irritabel	lethargisch
Herzfrequenz*	normal	leicht beschleunigt	tachycard
Pulsqualität	normal	vermindert palpabel	schwach palpabel
Augen	normal	ingesunken	tief eingesunken
Tränen	vorhanden	reduziert	fehlend
Diurese	normal	oligurisch	oligo- bis anurisch

*altersentsprechende Normwerte beachten

5. Eine Rekapillarisierungszeit von über 3 Sekunden ist ein wichtiges Warnzeichen für eine schwerwiegende Störung.[62]
6. Zur Berechnung eines Flüssigkeitsdefizits ist die Evaluation der Differenz des präoperativen Gewichts und des aktuellen Gewichts eine gute Methode.[24]
7. Kinder, die für kleine und kurze chirurgische Eingriffe geplant sind, haben unter Einhaltung möglichst kurzer Nüchternzeiten meist nur ein sehr geringes Defizit, welches nicht ausgeglichen werden muss.[24]
8. Eine bestehende Dehydratation soll am besten präoperativ mit balancierten Vollelektrolytlösungen (z.B. Elomel isoton) ausgeglichen werden.[4]
9. Bei schwerer hypochlorämischer Alkalose durch rezidivierendes Erbrechen kann die Verabreichung von isotoner Kochsalzlösung unter regelmäßig durchgeführter Blutgasanalyse nötig sein.[70]
10. Eine präoperative Kreislaufinstabilität durch Hypovolämie sollte unverzüglich am besten vor der Narkoseeinleitung mittels eines initialen Bolus von 10-20ml/kg einer balancierten Vollelektrolytlösung ohne Glucosezusatz (z.B. ELOMEL isoton) behandelt werden. Dieser Bolus kann bei Bedarf auch wiederholt verabreicht werden.[4,70]

C. Flüssigkeits- und Blutzuckermanagement in der perioperativen Phase

1. Die „10er Regel“ (siehe Tabelle) ist im Normalfall eine gut umsetzbare Grundlage zur Steuerung der Infusionstherapie.
Unter Berücksichtigung unter anderem von Alter, Grund- und Begleiterkrankungen soll die Therapie im Weiteren an den tatsächlichen Bedarf angepasst werden.[4,70]
2. Während des chirurgischen Eingriffs sollen Kinder als Grundinfusion eine balancierte Vollelektrolytlösung (z.B. ELOMEL isoton) erhalten.[25,33]
3. Bei Kindern unter 1 Jahr soll eine balancierte Vollelektrolytlösung mit 1%-2,5% Glucose (z.B. ELOMEL paediatric) verabreicht werden.[25]
4. Die Infusionsrate kann anfangs 10ml/kg/h betragen.
Im Verlauf des Eingriffs muss die Flüssigkeitsmenge an den tatsächlichen Bedarf je nach Alter des Kindes, Art, Methode und Dauer des Eingriffs angepasst werden.[4,26]
5. Bis ins Kleinkindalter soll die Flüssigkeitstherapie über Perfusor oder Infusomat verabreicht werden.[48,70]
6. Kinder mit einem erhöhten Zuckerbedarf wie Früh- und Neugeborene, Kinder mit Stoffwechselerkrankungen, sowie Kinder mit parenteraler Ernährung bereits präoperativ, benötigen oft höherprozentige Glucoselösungen (z.B. Elomel isoton und Glucose 5% oder 10%). Die Glucoselösung sollte zur besseren Steuerung zusätzlich als separate Infusion über Perfusor oder Infusomat verabreicht werden.

Anhand regelmäßig, am besten stündlich durchgeführter BZ-Kontrollen muss die Menge an den tatsächlichen Bedarf angepasst werden.(best medical practice)

7. Höherprozentige Glucoselösungen (ab 5%) sollen nicht freitropfend verabreicht werden.[40]
8. Alle intraoperativ auftretenden Flüssigkeitsverluste sollen unverzüglich durch balancierte Vollelektrolytlösungen (z.B: ELOMEL isoton) ersetzt werden. (best medical practice)
9. Eine Normovolämie ist anzustreben.[37]
10. Um eine Hypervolämie zu verhindern, können nach Gabe von Kristalloiden, wenn diese alleine nicht ausreichend wirksam sind, auch Kolloide (z.B. Albumin 5% oder Gelatine) verwendet werden.[4,13,16,19,27,29,30,31,32,59,60,61]
11. Bei der Verwendung von Kolloiden sind die Nebenwirkungen und Kontraindikationen (Allergie, Auswirkung auf Gerinnung, Sepsis, Niereninsuffizienz...) zu berücksichtigen.[27,28,29]
12. Blutprodukte sollen nicht primär als Volumentherapeutika eingesetzt werden.[33,54,55]
13. Der Gebrauch von Blutprodukten soll durch präoperative Optimierung, blutsparende Operationsverfahren und restriktive Transfusionsstrategien vermindert werden.[4,33,34]
14. Bei Blutverlusten muss auch unter Einbeziehung von Transfusionskriterien abhängig vom Gestations- und Lebensalter und von Begleiterkrankungen die Gabe von Blutprodukten erwogen werden.[33,34,35]
15. Bei einer Gabe vom 10ml/kg EK ist mit einem HB-Anstieg von ~3g/dl zu rechnen.[33]

Perioperative Infusionstherapie bei Kindern - „10er Regel“		
	Infusionslösung	Anfangs-/ Repetitionsdosis
Grundinfusion	Vollelektrolytlösung mit 1-2,5% Glucose	10ml/kg/h
Flüssigkeitstherapie	Vollelektrolytlösung ohne Glucose	10-20ml/kg/h
Volumentherapie	Kolloide	5-10ml/kg/h
Transfusion	EK,TK,FFP	10ml/kg/h

D. Postoperatives Flüssigkeitsmanagement

1. Kinder nach Narkosen dürfen bei klarem Bewusstsein und fehlenden Kontraindikationen auch von chirurgischer Seite sofort nach dem Eingriff schluckweise klare Flüssigkeit trinken oder

ein kleines Wassereis essen.[4,7,43,69]

2. Bei kleinen Operationen und tageschirurgischen Eingriffen kann zur Berechnung des Erhaltungsbedarfs postoperativ die 4-2-1 Regel nach Holliday und Segar verwendet werden. Im Regelfall soll eine Vollelektrolytlösung (z.B. ELOMEL isoton) verwendet werden.
3. Bei Kindern unter 1 Jahr soll im Regelfall eine balancierte Vollelektrolytlösung mit 1-2,5% Glucose verwendet werden. [38,42,70]
4. Bei großen Operationen und mehr als 24 Stunden Nüchternheit müssen Flüssigkeits- und Glucosemanagement unter anderem in Abhängigkeit von Alter, Art der Operation und dem Hydratationszustand an den tatsächlichen Bedarf angepasst werden.[38,70]
5. Hypotone Lösungen dürfen nicht zur Deckung des Erhaltungsbedarfs verwendet werden.[39,40,41,44,57,70],
6. Elektrolytfreie Lösungen (höherprozentige Glucoselösungen) dürfen nicht frei tropfend und nur zusammen mit isotonen Lösungen zur Deckung des Glucosebedarfs verwendet werden. Elektrolytfreie Lösungen können zur schweren Hyponatriämie mit nachfolgendem Hirnödem sowie bleibenden neurologischen Schäden und Tod führen.[39,70]
7. Verluste aus Drainagen oder Sonden sollen regelmäßig gemessen, evaluiert und bei Bedarf primär durch balancierte Vollelektrolytlösung (z.B. ELOMEL isoton) ersetzt werden.
8. Jegliche Flüssigkeitseinfuhr soll genau dokumentiert werden.(best medical practice)

E. Monitoring der Flüssigkeitstherapie

1. Eine regelmäßige klinische Untersuchung (z.B. Rekapillarierungszeit, Stand der Fontanelle, periphere Temperatur...) gibt auch intraoperativ wichtige Informationen über den Hydrationszustand.[17,best medical practice]
2. Eine Blutgasanalyse muss und soll nicht präoperativ bei kleinen chirurgischen Eingriffen bei sonst gesunden Patienten bestimmt werden.[13]
3. Eine Blutgasanalyse und ein Blutbild sollen bei Kindern, die für große chirurgische Eingriffe geplant sind bzw. bei Kindern, die bereits präoperativ Flüssigkeitssubstitution erhalten, präoperativ bestimmt werden.
4. Für kleinere Eingriffe bei Kindern mit normalem Hydratationszustand reicht ein Basismonitoring (Pulsoxymetrie, Kapnographie, Blutdruck, EKG, Körpertemperatur).[4,best medical practice]
5. Atemsynchrone Schwankungen der Pulsoxymeterkurve können ein Zeichen niedriger Füllungsdrücke sein.[48]
6. Ein niedriger Blutdruck ist ein spätes Zeichen für eine absolute oder relative Hypovolämie.[15]
7. Das Monitoring soll bei Kindern mit instabilen Kreislaufverhältnissen und/oder bei Operationen mit voraussichtlich größeren Volumenumsätzen erweitert werden z.B.

- a. arterieller Blutdruckmessung
 - b. zentralvenöser Katheter (regelmäßige Abnahme von ScvO₂)
 - c. NIRS zur Überwachung der Organperfusion. [71]
 - d. hämodynamisches Monitoring wie LiDCO, PiCCO, CardioQP [63,64]
 - e. Echokardiographie [46,52]
8. Blutgasanalysen (pH, BE, Laktat, ScvO₂, Glucose...) sollen bei größeren Operationen regelmäßig, am besten stündlich, durchgeführt werden.(best medical practice)

Die Harnausscheidung ist regelmäßig zu dokumentieren, wenn sie auch keinen sicheren Rückschluss auf den aktuellen Volumenzustand zulässt.

Aufgrund einer potentiell erhöhten Ausschüttung von ADH perioperativ und aufgrund anderer Faktoren wie Operationsmethode (z.B. Laparoskopie) und Wahl der Schmerztherapie (z.B. Caudalanästhesie) kann es perioperativ zu einer verminderten Harnausscheidung unabhängig vom Hydratationszustand kommen.[49,50,51]

1. APA Consensus Guideline on Perioperative Fluid Management in children v 1.1 2007 © APAGBI Review Date August. 2010. Available from: http://www.apagbi.org.uk/sites/default/files/Perioperative_Fluid_Management_2007.pdf
2. Thomas M, Morrison C, Newton R, Schindler E. Consensus statement on clear fluids fasting for elective paediatric general anaesthesia. *Pediatr Anesth.* 2018;00:1–4
3. [Präoperatives Nüchternheitsgebot bei operativen Eingriffen](#), DGAJ
4. Sumpelmann R, Becke K, Brenner S, Breschan C, Eich C, Höhne C, Jöhr M, Kretz FJ Perioperative intravenous fluid therapy in children: guidelines from the Association of the Scientific Medical Societies in Germany. *Paediatr Anaesth.* 2017 Jan;27(1):10-18
5. Frykholm P, Schindler E, Sumpelmann R. Pre-operative fasting in children .A review of the existing guidelines and recent developments. *BJA.* 2017;1-6.
6. Denhardt N, Beck C, Huber D, et al. Optimized preoperative fasting times decrease ketone body concentration and stabilize mean arterial blood pressure during induction of anaesthesia in children younger than 36 months: a prospective observational cohort study. *Pediatr Anesth.* 2016;26:838-843.
7. Chauvin C et al. Early postoperative oral fluid intake in paediatric day case surgery influences the need for opioids and postoperative vomiting: a controlled randomized trial. *Br J Anaesth.* 2017; 118:407-14
8. Schmitz A, Kellenberger CJ, Liamlahi R, Studhalter M, Weiss M. Gastric emptying after overnight fasting and clear fluid intake: a prospective investigation using serial magnetic resonance imaging in healthy children. *Br J Anaesth.* 2011 Sep;107(3):425-9.
9. Engelhardt T, Wilson G, Horne L, Weiss M, Schmitz A. Are you hungry? Are you thirsty? - fasting times in elective outpatient pediatric patients. *Pediatr Anesth.* 2011;21:964-968.
10. Beach ML, Cohen DM, Gallagher SM, Cravero JP. Major adverse events and relationship to nil per os status in pediatric sedation/anaesthesia outside the operating room: a report of the pediatric sedation research consortium. *Anesthesiology.* 2016;124:80-8.
11. Habre W, Disma N, Virag K, et al. Incidence of severe critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. *Lancet.* 2017;5:412-425.
12. Maekawa N, Mikawa K, Yaku H, Nishina K, Obara H. Effects of 2-, 4- and 12-hour fasting intervals on preoperative gastric fluid pH and volume, and plasma glucose and lipid homeostasis in children. *Acta Anaesthesiol Scand* 1993;37:783-7.
13. Becke K, Eich C, Höhne C, Jöhr M, Machotta A, Schreiber M, Sumpelmann R Choosing Wisely in pediatric anaesthesia: An interpretation from the German Scientific Working Group of Paediatric Anaesthesia (WAKKA). *Paediatr Anaesth.* 2018;00:1
14. Castillo-Zamora C, Castillo-Peralta LA, Nava-Ocampo AA. Randomized trial comparing overnight preoperative fasting period Vs oral administration of apple juice at 06:00-06:30 am in pediatric orthopedic surgical patients. *Paediatr Anaesth* 2005;15:638-42.
15. Friesen RH, Wurl JL, Friesen RM. Duration of preoperative fast correlates with arterial blood pressure response to halothane in infants. *Anesth Analg.* 2002;95:1572-6.
16. Chappell D, Jacob M, Anesthesiology. A rational approach to perioperative fluid management. 2008 Oct;109(4):723-40.
17. Strozik KS et al. Capillary refilling time in newborns--optimal pressing time, sites of testing and normal values. *Acta Paediatr.* 1998 Mar;87(3):310-2.
18. Murat I et al. Perioperative fluid therapy in pediatrics. *Paediatr Anaesth.* 2008 May;18(5):363-70
19. Arikan AA et al. Fluid overload is associated with impaired oxygenation and morbidity in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med.* 2012 May;13(3):253-8
20. Chappell D – Cardiovasc Research 2008

21. Adelman RD, Solhug MJ. Pathophysiology of body fluids and fluid therapy. In: Behrman RE, Kliegman RM, Nelson Textbook of Pediatrics 16. Ed. Philadelphia London New York St. Louis Sydney Toronto Saunders 2000
22. Wittenmeier E, Goeters C, Becke K. Patient blood management: Does the approach also make sense in children? *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2016 May;51(5):296-306
23. Steurer MA, Berger TM. Infusion therapy for neonates, infants and children. *Anaesthesist* 2011;60:10-22.
24. APA Consensus Guideline on Perioperative Fluid Management in children v 1.1 2007 © APAGBI Review Date August. 2010. Available from: http://www.apagbi.org.uk/sites/default/files/Perioperative_Fluid_Management_2007.pdf
25. Sümpelmann R et al. European consensus statement for intraoperative fluid therapy in children. *Eur J Anaesthesiol.* 2011 Sep;28(9):637-9.
26. Sümpelmann R et al. A novel isotonic balanced electrolyte solution with 1% glucose for intraoperative fluid therapy in neonates: results of a prospective multicentre observational postauthorisation safety study (PASS). *Paediatr Anaesth.* 2011 Nov;21(11):1114-8.
27. Sümpelmann R et al. Hydroxyethyl starch 130/0.42/6:1 for perioperative plasma volume replacement in 1130 children: results of an European prospective multicenter observational postauthorization safety study (PASS). *Paediatr Anaesth.* 2012 Apr;22(4):371-8.
28. Van Der Linden P et al. Safety of modern starches used during surgery. *Anesth Analg.* 2013 Jan;116(1):35-48.
29. http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Press_release/2018/06/WC500251180.pdf
30. Westphal M, James MF, Kozek-Langenecker S, Stocker R, Guidet B, Van Aken H. Hydroxyethyl starches: different products--different effects. *Anesthesiology* 2009;111:187-202.
31. Haas T, Preinreich A, Oswald E, Pajk W, Berger J, Kuehbachner G, et al. Effects of albumin 5% and artificial colloids on clot formation in small infants. *Anaesthesia* 2007; 62:1000-7
32. Kozek-Langenecker SA, Fluids and coagulation. *Curr Opin Crit Care.* 2015 Aug;21(4):285-91
33. Wittenmeier E, Goeters C, Becke K. Patient blood management: Does the approach also make sense in children? *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2016 May;51(5):296-306
34. Crowley M, Kirpalani H. A rational approach to red blood cell transfusion in the neonatal ICU. *Curr Opin Pediatr* 2010; 22:151-157.
35. Rajasekaran S, Kort E, Hackbarth R, et al. Red cell transfusions as an independent risk for mortality in critically ill children. *Journal of Intensive Care.* 2016; 4:2
36. Mierzewska-Schmidt M et al. Intraoperative fluid management in children - a comparison of three fluid regimens. *Anesthesiol Intensive Ther.* 2015;47(2):125-30.
37. Weiss M, Hansen TG, Engelhardt T. Ensuring safe anaesthesia for neonates, infants and young children: what really matters. *Arch Dis Child.* 2016 Jul;101(7):650-2.
38. Najafi N et al. Belgian recommendations on perioperative maintenance fluid management of surgical pediatric population *Acta Anaesthesiol Belg.* 2012;63(3):101-9.
39. Arieff AI. Hyponatraemia and death or permanent brain damage in healthy children. *BMJ.* 1992 May 9;304(6836):1218-22.
40. Arieff AI. Postoperative hyponatraemic encephalopathy following elective surgery in children. *Paediatr Anaesth.* 1998;8(1):1-4.
41. Ayus JC, Achinger SG, Arieff A. Brain cell volume regulation in hyponatremia: role of sex, age, vasopressin, and hypoxia *Am J Physiol Renal Physiol.* 2008 Sep;295(3):F619-24
42. Holliday MA, Segar WE The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. *Pediatrics.* 1957 May;19(5):823-32.
43. Radke OC et al. The effect of postoperative fasting on vomiting in children and their assessment of pain. *Paediatr Anaesth.* 2009 May;19(5):494-9.
44. Oh GJ, Sutherland SM. Perioperative fluid management and postoperative hyponatremia in children *Pediatr Nephrol.* 2016 Jan;31(1):53-60
45. Leng G, Brown CH, Russell JA. Physiological pathways regulating the activity of magnocellular neurosecretory cells *Prog Neurobiol.* 1999 Apr;57(6):625-55.
46. Pereira de Souza Neto E, Grousson S, Duffo F, Ducreux C, Joly H, Convert J, Mottolese C, Dailier F, Cannesson M. Predicting fluid responsiveness in mechanically ventilated children under general anaesthesia using dynamic parameters and transthoracic echocardiography. *Br J Anaesth.* 2011 Jun;106(6):856-64.
47. Sümpelmann R, Hollnberger H, Schmidt J, Strauß JM. Recommendations for perioperative iv fluid management in neonates, infants and toddlers. *Anästh Intensivmed* 2006; 47:616-9.
48. Sümpelmann R, Hollnberger H, Schmidt J, Strauß JM. Empfehlungen zur perioperativen Infusionstherapie bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern. *Anästh Intensivmed* 2006;47:616-619.
49. Lee HJ et al. Influence of caudal block on postoperative oliguria in infants undergoing bilateral ureteroneocystostomy: a retrospective analysis. *Paediatr Anaesth.* 2017 Jul;27(7):695-701
50. Metzelder ML, Kuebler JF, Glueer S, Sümpelmann R, Ure BM, Petersen C Penile block is associated with less urinary retention than caudal anesthesia in distal hypospadias repair in children. *World J Urol.* 2010 Feb;28(1):87-91.
51. Gómez Dammeier BH et al. Anuria during pneumoperitoneum in infants and children: a prospective study. *J Pediatr Surg.* 2005 Sep;40(9):1454-8.
52. Durand P, Chevret L, Essouri S, Haas V, Devictor D. Respiratory variations in aortic blood flow predict fluid responsiveness in ventilated children. *Intensive Care Med* 2008;34:888-94.
53. Kozek-Langenecker SA, Afshari A, Albaladejo P, Santullano CA, De Robertis E, Filipescu DC, Fries D, Görlinger K, Haas T Management of severe perioperative bleeding: guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol.* 2013 Jun;30(6):270-382.
54. Rajasekaran S., Kort E., Hackbarth R., Davis A.T., Sanfilippo D., Fitzgerald R., Red cell transfusions as an independent risk for mortality in critically ill children *J Intensive Care.* 2016;(4): 2.

55. [P Demaret](#), [M Tucci](#), [T Ducruet](#), [H Trottier](#), [J Lacroix](#) Association between red blood cell transfusions and clinical outcome in critically ill children [Crit Care](#). 2013; 17(Suppl 2): P368
56. Witt L, Osthaus WA, Lucke T, Juttner B, Teich N, Janisch S, et al. Safety of glucose-containing solutions during accidental hyperinfusion in piglets. *Br J Anaesth* 2010;105:635-9.
57. Choong K et al. Hypotonic versus isotonic saline in hospitalised children: a systematic review. *Arch Dis Child*. 2006 Oct;91(10):828-35.
58. Hahn RG et al. Volume kinetics for infusion fluids. *Anesthesiology*. 2010 Aug;113(2):470-81.
59. Arikan AA, Zappitelli M, Goldstein SL, Naipaul A, Jefferson LS, Loftis LL. Fluid overload is associated with impaired oxygenation and morbidity in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med* 2011;13:253-8.
60. Hassinger AB, Wald EL, Goodman DM. Early postoperative fluid overload precedes acute kidney injury and is associated with higher morbidity in pediatric cardiac surgery patients. *Pediatr Crit Care Med* 2014;15:131-8.
61. Chappell D, Jacob M, Becker BF, Hofmann-Kiefer K, Conzen P, Rehm M. [Expedition glycocalyx. A newly discovered "Great Barrier Reef"]. *Anaesthesist* 2008;57:959-69.
62. Fleming S, [Gill P](#), [Jones C](#), [Taylor JA](#), [Van den Bruel A](#), [Heneghan C](#), [Roberts N](#), [Thompson M](#) [PLoS One](#). The Diagnostic Value of Capillary Refill Time for Detecting Serious Illness in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. 2015 Sep 16;10(9) :e0138155. doi: 10.1371/journal.pone.0138155. eCollection 2015
63. Lemson J, Nusmeier A, van der Hoeven JG. Advanced hemodynamic monitoring in critically ill children. *Pediatrics*. 2011 Sep;128(3):560-71
64. Tibby SM, Hatherill M, Murdoch IA. Use of transesophageal Doppler ultrasonography in ventilated pediatric patients: derivation of cardiac output. *Crit Care Med*. 2000 Jun; 28(6):2045-50
65. Weiss M, Vutskits L, Hansen TG, Engelhardt T. Safe Anesthesia For Every Tot - The SAFETOTS initiative. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2015 Jun;28(3):302-7.
66. Otte A, Schindler E, Neumann C. Hemodynamic monitoring in pediatric anesthesia. *Anaesthesiologie*. 2022 Jun;71(6):417-425.
67. Disma N, Veyckemans F, Virag K, Hansen TG et al. Morbidity and mortality after anaesthesia in early life: results of the European prospective multicentre observational study, neonate and children audit of anaesthesia practice in Europe (NECTARINE). *Br J Anaesth*. 2021 Jun;126(6):1157-1172.
68. Fawcett WJ, Thomas M. Pre-operative fasting in adults and children: clinical practice and guidelines. *Anaesthesia*. 2019 Jan;74(1):83-88.
69. Frykholm P, Disma N, Andersson H et al. Pre-operative fasting in children: A guideline from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care. *Eur J Anaesthesiol*. 2022 Jan 1;39(1):4-25.
70. Robert Sämpelmann , Rolf Zander , Lars Witt. Perioperative Infusionstherapie bei Kindern. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2020; 55(05): 324-333
71. Weber F, Scoones GP . A practical approach to cerebral near-infrared spectroscopy (NIRS) directed hemodynamic management in noncardiac pediatric anesthesia.. *Paediatr Anaesth*. 2019 Oct;29(10):993-1001