

Płynoterapia okresu okołoperacyjnego u pacjentów geriatrycznych – przegląd dostępnej literatury

Perioperative fluid therapy in geriatric patients – a review of available literature

Kamil Kania , Martyna Biadasiewicz , Katarzyna Milewska-Plis ,
Krzysztof Wilczyński

Oddział Geriatrii, Wydział Nauk o Zdrowiu w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny

Streszczenie

Wolemia (objętość krwi krążącej), jest kluczowa dla homeostazy. Zaburzenia, takie jak hipowolemia i hipervolemia, mogą prowadzić do poważnych powikłań u pacjentów geriatrycznych. Odpowiednia terapia płynowa w okresie okołoperacyjnym minimalizuje ryzyko komplikacji. Zaleca się pojenie pacjentów przed operacją oraz monitorowanie bilansu płynowego podczas zabiegu. Po operacji decyzje terapeutyczne powinny uwzględniać stan kliniczny pacjenta. Płynoterapia powinna być dostosowana indywidualnie, wykorzystując strategię ukierunkowaną na cel (GDFT) lub model restrykcyjny. Precyzyjna podaż płynów zmniejsza powikłania i skraca hospitalizację. Wybór między krystalloidami a koloidami zależy od potrzeb pacjenta, a dalsze badania powinny optymalizować terapię płynową. *Geriatrics* 2025;19:48-54. doi: 10.53139/G.20251902

Słowa kluczowe: wolemia, płynoterapia, hipowolemia, geriatria, okres okołoperacyjny

Abstract

Wolemia (circulating blood volume) is crucial for homeostasis. Disorders such as hypovolemia and hypervolemia can lead to severe complications. Proper perioperative fluid therapy minimizes the risk of complications. Preoperative hydration and intraoperative fluid balance monitoring are recommended. Postoperative therapeutic decisions should consider the patient's clinical condition. Fluid therapy should be individualized, using goal-directed fluid therapy (GDFT) or a restrictive model. Precise fluid administration reduces complications and shortens hospitalization. The choice between crystalloids and colloids depends on patient's needs, and further research should optimize fluid therapy. *Geriatrics* 2025;19:48-54. doi: 10.53139/G.20251902

Keywords: wolemia, fluid therapy, hypovolemia, geriatrics, perioperative period

Wprowadzenie

Wolemia

Wolemia odnosi się do całkowitej objętości krwi krążącej w łożysku naczyniowym, stanowiąc istotny element homeostazy hemodynamicznej organizmu. Parametr ten warunkuje odpowiednią perfuzję tkanek i narządów oraz utrzymanie prawidłowego ciśnienia tętniczego, co jest niezbędne do zapewnienia efektywnego transportu tlenu i składników odżywczych w organizmie. Wolemia jest ściśle kontrolowana przez złożone mechanizmy neurohormonalne, w tym układ renina-angiotensyna-aldosteron (RAA), peptydy natriuretyczne oraz wydzielanie wazopresyny [1].

Zaburzenia wolemii

Zaburzenia wolemii mogą prowadzić do zróżnicowanych konsekwencji klinicznych [2].

Hipowolemia określana jako zmniejszenie objętości krwi krążącej, skutkuje obniżeniem obciążenia wstępnego (preload) i rzutu serca (cardiac output). Przyczyny hipowolemii obejmują utratę płynów, między innymi, w wyniku krwotoku, odwodnienia, oparzeń, biegunek czy zwiększonej intensywności pocenia. Stan ten prowadzi do obniżenia ciśnienia tętniczego, niedostatecznego przepływu narządowego oraz ryzyka wystąpienia wstrząsu hipowolemicznego, który w przypadku braku

interwencji może skutkować niewydolnością wielonarządową (MODS) i zgonem [2].

Hiperwoleミア natomiast odnosi się do, między innymi, zwiększenia objętości krwi krążącej, często **wtórnej** do przewodnienia organizmu, niewydolności serca, przewlekłej choroby nerek (PChN) lub marskości wątroby. Skutkiem hiperwoleмии jest przeciążenie objętościowe łożyska naczyniowego, co prowadzi do wzrostu ciśnienia hydrostatycznego, powstawania obrzęków obwodowych oraz zastojów w krążeniu płucnym, mogącego skutkować obrzękiem płuc i niewydolnością serca [2].

Okres okołoperacyjny

Odpowiednia podaż płynów dożylnych odgrywa kluczową rolę we właściwym przygotowaniu do interwencji medycznych, odpowiednim ich przebiegu oraz zapobieganiu powikłaniom u starszych pacjentów poddawanych operacjom chirurgicznym [3]. Istotne jest, aby uwzględnić wpływ procesu starzenia się na fizjologiczne odpowiedzi organizmu, szczególnie w zakresie gospodarki płynowej oraz zrozumieć, jak terapia płynowa może modelować wyniki interwencji chirurgicznych, mając na uwadze zmiany związane z wiekiem [4]. Przed omówieniem różnych modeli leczenia płynami, należy najpierw mieć na uwadze fundamenty fizjologii płynów, koncentrując się na wpływie starzenia się na funkcje nerek, serca, zaburzenia hormonalne i złe odżywienie. U osób starszych odwodnienie jest częstym problemem, ponieważ ich zdolność do odczuwania pragnienia jest osłabiona [5].

Okres przedoperacyjny

Zgodnie z wytycznymi Amerykańskiego Towarzystwa Anestezjologicznego, zaleca się pojenie pacjentów mogących przyjmować płyny doustne. Przyjmowanie klarownych płynów do dwóch godzin przed rozpoczęciem znieczulenia nie wpływa negatywnie na przebieg znieczulenia [6]. Przyjmowanie klarownego płynu węglowodanowego o wysokiej zawartości węglowodanów złożonych na 2-3 godziny przed zabiegiem operacyjnym skutkuje zmniejszeniem pragnienia, głodu oraz lęku przedoperacyjnego [7,8]. W rutynowej praktyce klinicznej można zaobserwować, że pacjenci otrzymują 400 ml napoju węglowodanowego o stężeniu 12,5% na 2-3 godziny przed planowaną operacją. Jeśli zabieg zostanie opóźniony, zaleca się podawanie 200 ml tego napoju co godzinę, aż do 2 godzin przed znieczuleniem [9]. Przerwa w przyjmowaniu pokarmów stałych

trwająca 6 godzin jest wystarczająca, by zminimalizować ryzyko zachłystowego zapalenia płuc spowodowanym aspiracją [10]. W większości przypadków u pacjentów poddawanych planowym zabiegom chirurgicznym, dostarczenie płynów drogą doustną jest wystarczające do zaspokojenia zapotrzebowania na wodę i elektrolity. W wybranych sytuacjach, może zachodzić potrzeba podania płynów pozajelitowo, szczególnie w przypadku nagłej utraty wody i elektrolitów, jak ma to miejsce w przypadku biegunki lub wymiotów [11].

Okres śródoperacyjny

Parowanie niewidoczne, pocenie oraz diureza

Określenie właściwego zapotrzebowania na płyny jest konieczne w celu kompensacji strat płynów wynikających z wydzielania moczu, potliwości oraz parowania. Bezpośrednie pomiary podstawowej szybkości parowania wskazują, że typowe straty płynów przez parowanie niewidoczne, w dobie respiratorów, które nawilżają powietrze, którym pacjent jest wentylowany, sięgają 0,3 ml/kg/h [12]. Utrata płynów z powłok ciała podczas skomplikowanych operacji na jamie brzusznej wynosi 0,5–1,0 ml/kg/h [13]. Utrzymanie diurezy w granicach 0,5–1,0 ml/kg/h przynosi korzystne rezultaty. Odpowiada m.in. za zmniejszenie śmiertelności po zabiegach chirurgicznych [14,15].

Przemieszczenie płynu do trzeciej przestrzeni

Do niedawna rutynowo stosowano zwiększoną podaż płynów w okresie okołoperacyjnym z powodu założenia o istnieniu hipotetycznego przesunięcia płynów do trzeciej przestrzeni. Przeszacowanie tych strat skutkowało nadmiernym podawaniem płynów dożylnych podczas i po zabiegach chirurgicznych, co mogło prowadzić do niekorzystnych efektów klinicznych takich jak obrzęki tkanek w miejscu operowanym czy obrzęki płuc [16]. Jacob i wsp. w swoich badaniach, uwzględniających wcześniej sformułowane hipotezy, wykazali, że wcześniejsze metody badawcze były błędne. Polegały one na zastosowaniu niewłaściwego pomiaru objętości zewnątrzkomórkowej. W konsekwencji, zalecenia dotyczące płynoterapii w ilości do 15 ml/kg/h podczas pierwszej godziny operacji z następnym zmniejszeniem ich podaży, zostały zrewidowane. Badania oparte na dokładniejszych metodach pomiarowych nie potwierdziły występowania dużych strat płynów. W rezultacie autorzy podkreślili konieczność porzucenia koncepcji utraty płynów do tzw. trzeciej przestrzeni [17].

Okres pooperacyjny

Oliguria to objętość moczu poniżej 0,5 ml/kg/godz. lub poniżej 500 ml w ciągu 24 godzin [2]. Pomiar wydalania moczu i występowanie oligurii nie są wiarygodnymi wskaźnikami hipowolemii w ciągu pierwszych 48 godzin po zabiegu chirurgicznym. Wynika to z utrzymującej się pooperacyjnej odpowiedzi neurohumoralnej [18], w wyniku której dochodzi do skurczu naczyń nerkowych oraz uruchomienia fizjologicznych mechanizmów zatrzymywania sodu i wody w organizmie [19].

Oliguria pooperacyjna w momencie wystąpienia nie powinna być ignorowana, ponieważ może wskazywać na odwodnienie lub uszkodzenie nerek. Decyzję dotyczącą leczenia należy podejmować na podstawie ilości płynów podanych w trakcie operacji. Istotna jest także ocena diurezy oraz poziomów mocznika i sodu w osoczu [11].

Krystaloidy i koloidy

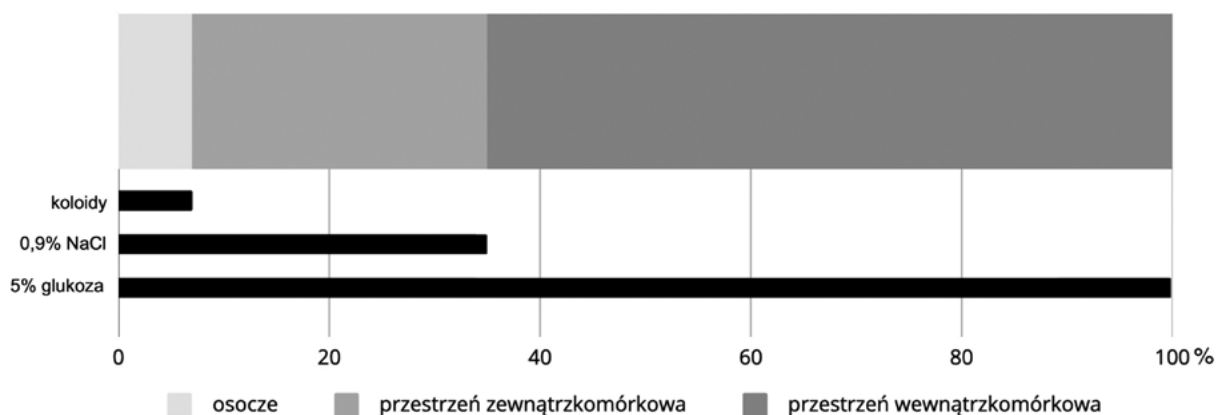
Badanie Lobo i wsp. wykazało, że po podaniu dożylnym 1 litra 0,9% NaCl aż 68% objętości opuszcza przestrzeń wewnątrznacyniową w czasie 60 minut. Dla porównania, w przypadku koloidu odsetek ten wynosi jedynie 16% (rycina 1) [20].

U pacjentów z umiarkowaną hipowolemią szybka infuzja 1 litra roztworu Ringera nie zwiększała znacząco objętości intrawaskularnej. Natomiast podanie 6% hydroksyetylowanej skrobi (HES) - która obecnie nie jest stosowana ze względu na podwyższoną śmiertelność, zwiększone ryzyko uszkodzenia nerek oraz inne działania niepożądane [21] skutecznie poprawiało wypełnienie łożyska naczyniowego i pojemność minutową serca. Badanie dowiodło, że krystaloidy szybko przenikają

do przestrzeni śródmiąższowej, sprzyjając obrzękom [22]. Roztwory Ringera z mleczanami lub octanami są bliższe składem osoczu ludzkiego niż 0,9% NaCl. Zawierają mniej chlorków (112 mmol/l) przy zachowaniu stężenia sodu (131 mmol/l). Nadmiar chlorków może prowadzić do kwasicy hiperchloremicznej. Rola sodu w powstawaniu obrzęków pooperacyjnych pozostaje niejasna [23]. Jasne natomiast jest przyczynianie się obrzęków do powodowania upośledzonego gojenia się zespoleń jelit i zwiększenia ryzyka jego nieszczelności oraz wystąpienia powikłań [24]. Poniższa tabela przedstawia skład elektrolitów poszczególnych płynów dożylnych (tabela I).

Dawkowanie płynów dożylnych

Standardowe zapotrzebowanie na płyny i elektrolity na dobę wynosi: 25–30 ml wody na każdy kilogram masy ciała, około 1 mmol potasu, sodu i chlorków na kilogram masy ciała oraz 50–100 g glukozy, aby zapobiec ketozie związanej z zaprzestaniem przyjmowania pokarmów. U osób z nadwagą dawki płynów powinny być dostosowane do należnej masy ciała. Zazwyczaj nie jest wymagane przetaczanie więcej niż 3 l płynów dziennie. U pacjentów geriatrycznych, o niskiej masie ciała, z chorobami nerek lub serca, a także u pacjentów niedożywionych, dawki mogą zostać zmniejszone do 20–25 ml na kg masy ciała na 24 godziny. Zbilansowane roztwory krystaloidowe, takie jak płyn Ringera z mleczanami, charakteryzują się składem najbardziej zbliżonym do osocza. Stosowanie 0,9% NaCl wiąże się z ryzykiem kwasicy hiperchloremicznej, natomiast 5% roztwór glukozy jest rzadko używany ze względu na



Rycina 1. Rozkład płynów infuzyjnych w obrębie różnych kompartmentów płynowych organizmu (opracowanie własne)
Figure 1. Distribution of intravenous fluids within the different fluid compartments of the body, own elaboration

Tabela I. Skład wybranych krystaloidów (opracowanie własne na podstawie poszczególnych charakterystyk produktów leczniczych)

Table I. Composition of selected crystalloids (own elaboration based on individual drug product characteristics)

Składnik	Osocze	5% glukoza	Roztwór Ringera z mleczanami	0,9% NaCl	Płyny wieloelektrolitowe	
					Optilyte	Sterofundin ISO
Na (mmol/l)	135-145	0	131	154	141	145
Cl (mmol/l)	95-105	0	112	154	109	127
K (mmol/l)	3,5-5,3	0	5,36	0	5	4
HCO ₃ (mmol/l)	24-32	0	28,3	0	0	0
Ca (mmol/l)	2,2-2,6	0	1,84	0	2	2,5
Mg (mmol/l)	0,8-1,2	0	0	0	1	1
pH	7,35-7,45	3,5-5,5	5,0-7,0	4,5-7,0	5,0-7,5	5,1-5,9
Osmolarność (mOsm/l)	275-295	278	278,5	308	295	309

możliwość wywołania hiponatremii i innych działań niepożądanych. Przy podawaniu dużych objętości płynów hipotonicznych, powyżej 2,5 l na dobę, istnieje ryzyko rozwoju hiponatremii. Nadmierna utrata płynów i elektrolitów może być wyeliminowana przez regularną ocenę stanu pacjenta co daje możliwość, aby dostosować leczenie w razie potrzeby. W przypadku braku dalszej potrzeby, płynoterapię dożylną należy zakończyć tak szybko jak to możliwe [2].

W okresie okołoperacyjnym należy przestrzegać zasady ograniczenia dożylnego podawania płynów do maksymalnie 2500 ml na dobę oraz sodu do 80-100 mmol. Takie podejście przyspiesza powrót prawidłowej perystaltyki jelit średnio o jeden dzień, poprawia tempo opróżniania żołądka i skraca czas hospitalizacji o około trzy dni [25].

Rodzaje płynoterapii

Celem leczenia płynami w okresie okołoperacyjnym jest utrzymanie euwolemii, unikając nadmiernej podaży soli i wody. Pacjentom przechodzącym zabieg możemy dostosować płynoterapię ukierunkowaną na cel (GDFT – Goal-Directed Fluid Therapy) lub poprowadzić ją w modelu restrykcyjnym - „zerowego bilansu”. W przypadku większości pacjentów poddawanych poważnym zabiegom, rekomenduje się stosowanie ukierunkowanej na cel terapii płynowej (GDFT). Jednakże, ostateczna korzyść wynikająca z GDFT powinna być oceniana w kontekście ryzyka chirurgicznego oraz stanu pacjenta [13].

Ukierunkowana na cel terapia płynowa

GDFT polega na zastosowaniu monitorowania rzutu serca w celu dostosowania leczenia płynami do

indywidualnych potrzeb pacjenta. Jest to także określane jako optymalizacja objętości skurczowej, której celem jest poprawa objętości skurczowej pacjenta w okresie okołoperacyjnym. GDFT może przyczynić się do zmniejszenia częstości powikłań po dużych zabiegach chirurgicznych [26,27]. Wyniki meta-analiz wskazują, że stosowanie tej metody może zmniejszyć liczbę powikłań o 25-50% [28–30]. GDFT zmniejsza śmiertelność pooperacyjną w porównaniu ze standardową terapią, nawet u pacjentów wysokiego ryzyka. Najnowsze włoskie wytyczne zalecają stosowanie GDT w okresie okołoperacyjnym w celu ograniczenia powikłań i potencjalnie obniżenia śmiertelności u pacjentów obciążonych wysokim ryzykiem [3].

Płynoterapia restrykcyjna

Podawanie płynów w strategii bilansu zerowego ma na celu kompensację strat wody przez skórę, drogi oddechowe i wydalanie moczu. Straty te są często przeceniane, co może prowadzić do nadmiernej podaży płynów. W rzeczywistości zapotrzebowanie na płyny jest mniejsze, dlatego precyzyjne dostosowanie terapii jest kluczowe, aby uniknąć przewodnienia. Koncepcja „trzeciej przestrzeni” jako miejsca gromadzenia płynów w czasie operacji została obalona, ponieważ brak jej jednoznacznej lokalizacji oraz dowodów na istnienie w badaniach. Płyny występują w przestrzeni wewnątrznaczyniowej lub śródmiąższowej [13]. W badaniu obejmującym 141 pacjentów poddanych operacjom jelita grubego Brandstrup i wsp. wykazali, że płynoterapia restrykcyjna przynosi lepsze efekty kliniczne w porównaniu do standardowej terapii opartej na większej podaży płynów (2740 ml vs 5388 ml). Zredukowano

liczbę zarówno ciężkich, jak i łagodnych powikłań pooperacyjnych. Wyniki te wskazują, że nadmierna podaż płynów może upośledzać procesy gojenia się tkanek oraz zwiększać ryzyko powikłań sercowo-naczyniowych i oddechowych [15]. Nisanevich i współpracownicy w randomizowanym badaniu z udziałem 152 pacjentów poddanych planowym operacjom brzuszным wykazali, że restrykcyjna strategia leczenia płynami (1230 ml) znacząco redukuje odsetek powikłań, skraca czas hospitalizacji oraz przyspiesza wznowę perystaltyki w porównaniu do strategii liberalnej (3670 ml) [31]. Kolejne badania potwierdziły, że utrzymanie zerowej strategii bilansu płynów w okresie okołoperacyjnym przynosi znaczące korzyści kliniczne [14,24,32–35].

Inne czynniki mogące wpływać na gospodarkę płynową w organizmie pacjenta geriatrycznego

Skupiając swoją uwagę na płynoterapii pacjentów geriatrycznych w okresie okołoperacyjnym należy mieć na względzie fakt, iż są to pacjenci, którzy nierzadko przyjmują leki, które mogą wpływać na gospodarkę elektrolitową pacjenta. Bywa, że ich działanie wpływa negatywnie na poziom jonów w organizmie, czego świadomy musi być lekarz, który planuje płynoterapię. Istotnymi czynnikami są także konkretny wybór płynów, ich czas w jaki zostaną podane i objętość płynu. Ważnym aspektem jest także ocena parametrów laboratoryjnych w kontekście częstości w jej przeprowadzania [2].

Podsumowanie

Okołoperacyjne płynoterapia odgrywa kluczową rolę w wynikach leczenia chirurgicznego u pacjentów geriatrycznych, którzy są szczególnie narażeni na zaburzenia gospodarki wodno-elektrolitowej [4]. Badania wykazują, że zindywidualizowana terapia płynowa ukierunkowana na cel (GDFT) oraz szybkie przejście z płynów dożylnych na doustne minimalizują ryzyko powikłań i wspomagają powrót do zdrowia [37]. U osób starszych zmiany patofizjologiczne związane z wiekiem, ograniczona rezerwa fizjologiczna¹ i upośledzona funkcja nerek zwiększają podatność na odwodnienie oraz przeciążenie płynami [4], co może prowadzić do poważnych powikłań, takich jak niestabilność zespoleń czy opóźnione gojenie ran [25]. Nadmiar krystaloidów w tej grupie pacjentów nasila stan zapalny i może zwiększać śmiertelność. Protokoły szybkiej rekonwalescencji, z naciskiem na bilans zerowy, redukują czas hospitalizacji i powikłania, jednak wymagają szczególnej uwagi u pacjentów geriatrycznych. Kluczowe jest precyzyjne monitorowanie bilansu płynów i unikanie zarówno hipowolemii, jak i przewodnienia, ponieważ zdolność do regulacji homeostazy wodno-elektrolitowej u pacjentów geriatrycznych jest znacznie ograniczona [4].

¹ ograniczona rezerwa fizjologiczna – termin określający zmniejszoną odpowiedź organizmu do reakcji na czynniki stresowe oraz zmniejszoną zdolność do utrzymania homeostazy [36].

Tabela II. Wybrane grupy leków i ich efekt na płynoterapię pacjenta geriatrycznego w okresie okołoperacyjnym (opracowanie własne na podstawie Interny Szczeklika 10. wyd. Kraków: Medycyna Praktyczna; 2023)

Table II. Selected drug groups and their effect on the fluid therapy of a geriatric patient in the perioperative period (own elaboration based on Interna Szczeklika 10th ed. Krakow: Medycyna Praktyczna; 2023)

Grupa leków	Przykład substancji czynnej	Wpływ na leczenie płynami
Bloker kanału wapniowego	Werapamil	Zmniejsza napływ jonów wapnia do komórek, prowadząc do rozszerzenia naczyń i spadku ciśnienia tętniczego.
Lek moczopędny	Indapamid	Hipokaliemia w mechanizmie hamowania wchłaniania zwrotnego sodu w cewkach nerkowych, prowadząca do zwiększonego wydalania sodu i wody wraz z moczem.
Inhibitor konwertazy angiotensyny (ACEI)	Kaptopril	Zwiększone wydalanie sodu i wody wraz z moczem. Dodatkowo zmniejszone stężenie aldosteronu może sprzyjać zwiększonej utracie jonów wapnia przez nerki.
Mineralokortykosteroidy, glikokortykosteroidy	Deksametazon	Retencja sodu i wody oraz zwiększone wydalanie potasu i wapnia z moczem. Może prowadzić do zatrzymania płynów w organizmie i rozwoju obrzęków.
Diuretyki oszczędzające potas	Spironolakton	Hiperkaliemia w związku z hamowaniem utraty jonów potasu.

Wnioski

Optymalizacja wyników okołoperacyjnych u pacjentów geriatrycznych wymaga uwzględnienia zmian patofizjologicznych związanych z wiekiem oraz ograniczonych rezerw homeostatycznych. Kluczowa jest edukacja personelu medycznego i pacjentów w zakresie monitorowania płynoterapii, aby zapobiec zaburzeniom wodno-elektrolitowym, które mogą prowadzić do powikłań. Istotną rolę odgrywa doustne nawodnienie płynami węglowodanowymi przed znieczuleniem pacjenta. Indywidualizacja strategii płynowych oraz precyzyjna ocena stanu nawodnienia i funkcji nerek minimalizują ryzyko hipowolemii i przewodnienia. Świadome zarządzanie płynami, dostosowane do specyfiki pacjentów starszych, może znacząco poprawić jakość opieki

i zmniejszyć ryzyko powikłań. Bezspornie przydatne jest nadal rozwijanie tematu płynoterapii okresu okołoperacyjnego, aby uzyskać zindywidualizowany plan zarządzania płynami u pacjentów geriatrycznych.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji / Correspondence address

✉ Kamil Kania

Oddział Geriatrii, Wydział Nauk o Zdrowiu
w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny
ul. Ziołowa 45/47, 40-635 Katowice

☎ (+48 32) 359 82 39

✉ kania.kamil.lek@gmail.com

Piśmiennictwo/References

- Kopeć J, Sułowicz W. Dializoterapia u pacjentów w podeszłym wieku - wybrane aspekty. Czy chory objęty leczeniem powtarzanymi dializami może zaprzestać dializy? *Przegląd Lekarski*. 2014;71:374-77.
- Szczeklik A. *Interna Szczeklika*. 10. wyd. Kraków: Medycyna Praktyczna; 2023.
- Aceto P, et al. Perioperative management of elderly patients (PriME): recommendations from an Italian intersociety consensus. *Aging Clin Exp Res*. 2020;32(9):1647-73.
- Akhtar S. The challenge of perioperative fluid management in elderly patients. *Geriatr Anesth*. 2019;9:406-13.
- Wakefield BJ, Menten J, et al. Risk factors and outcomes associated with hospital admission for dehydration. *Rehabil Nurs*. 2008;33(6):233-41.
- Practice guidelines for preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration: application to healthy patients undergoing elective procedures: a report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Preoperative Fasting. *Anesthesiology* 1999;90:896-905.
- Lobo, DN, Hendry, PO, Rodrigues, G, et al. Gastric Emptying of Three Liquid Oral Preoperative Metabolic Preconditioning Regimens Measured by Magnetic Resonance Imaging in Healthy Adult Volunteers: A Randomised Double-Blind, Crossover Study. *Clin Nutr*, 2009;28:636-41.
- Smith I, Kranke P, Murat I, et al. Perioperative fasting in adults and children: guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol*. 2011;28:556-69.
- Gustafsson UO, Scott MJ, Schwenk W, Demartines N, Roulin D, Francis N, et al. Guidelines for perioperative care in elective colonic surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS[®]) Society recommendations. *Clin Nutr*. 2013;32(5):714-27.
- Radtke FM, Franck M, MacGuill M, et al. Duration of fluid fasting and choice of analgesic are modifiable factors for early postoperative delirium. *Eur J Anaesthesiol*. 2010;27:411-6.
- Powell-Tuck, et al. British Consensus Guidelines on Intravenous Fluid Therapy for Adult Surgical Patients (GIFTASUP). Updated 7 March 2011.
- Jacob M, Chappell D, Hofmann-Kiefer K, et al. Determinanten des insensiblen Flüssigkeitsverlustes. **Anaesthesist**. 2007;56:747-64.
- Miller TE, Roche AM, Mythen M. Fluid management and goal-directed therapy as an adjunct to Enhanced Recovery After Surgery (ERAS). *Can J Anaesth*. 2015;62(2):158-68.
- Neal JM, Wilcox RT, Allen HW, Low DE, et al. Near-total esophagectomy: the influence of standardized multimodal management and intraoperative fluid restriction. *Reg Anesth Pain Med*. 2003;28:328-334.
- Brandstrup B, Tonnesen H, Beier-Holgersen R, et al. Effects of intravenous fluid restriction on postoperative complications: comparison of two perioperative fluid regimens: a randomized assessor-blinded multicenter trial. *Ann Surg*. 2003;238:641-8.
- Rahbari NN, Zimmermann JB, Schmidt T, et al. Meta-analysis of standard, restrictive and supplemental fluid administration in colorectal surgery. *Br J Surg*. 2009;96(4):331-41.
- Jacob M, Chappell D, Rehm M. The "third space" – fact or fiction? *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2009;23:145-57.
- Aghamir SM, Mojtahedzadeh M, Meysamie A, et al. Comparison of systemic stress responses between percutaneous nephrolithotomy (PCNL) and open nephrolithotomy. *J Endourol*. 2008;22(11):2495-500.

19. Meddings J, Rogers MA, Krein SL, et al. Reducing unnecessary urinary catheter use and other strategies to prevent catheter-associated urinary tract infection: an integrative review. *BMJ Qual Saf.* 2014;23(4):277-89.
20. Lobo DN, Stanga Z, Aloysius MM, et al. Effect of volume loading with 1 liter intravenous infusions of 0.9% saline, 4% succinylated gelatine (Gelofusine) and 6% hydroxyethyl starch (Voluven) on blood volume and endocrine responses: a randomized, three-way crossover study in healthy volunteers. *Crit Care Med.* 2010;38:464-70.
21. Shaban EE, Elgassim M, Shaban A. Reviving the Critically Ill: Exploring Effective Fluid Resuscitation Approaches for Diverse Hypovolemic Shock Cases—A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Emerg Crit Care Med.* 2024;11:e65118.
22. McIlroy DR, Kharasch ED. Acute intravascular volume expansion with rapidly administered crystalloid or colloid in the setting of moderate hypovolemia. *Anesth Analg.* 2003;96:1572-7.
23. Mythen MG, Webb AR. Perioperative plasma volume expansion reduces the incidence of gut mucosal hypoperfusion during cardiac surgery. *Arch Surg.* 1995;130:423-9.
24. Kulemann B, Timme S, Seifert G, et al. Intraoperative crystalloid overload leads to substantial inflammatory infiltration of intestinal anastomoses – a histomorphological analysis. *Surg.* 2013;154:596-603.
25. Kehlet H, Wilmore DW. Evidence-based surgical care and the evolution of fast-track surgery. *Ann Surg.* 2008;248(2):189-98.
26. Roche AM, Miller TE, Gan TJ. Goal-directed fluid management with trans-oesophageal Doppler. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2009;23:327-34.
27. Miller TE, Roche AM, Gan TJ. Poor adoption of hemodynamic optimization during major surgery: are we practicing substandard care? *Anesth Analg.* 2011;112:1274-6.
28. Hamilton MA, Cecconi M, Rhodes A. A systematic review and meta-analysis on the use of preemptive hemodynamic intervention to improve postoperative outcomes in moderate and high-risk surgical patients. *Anesth Analg.* 2011;112:1392-402.
29. Gurgel ST, do Nascimento P Jr. Maintaining tissue perfusion in high-risk surgical patients: a systematic review of randomized clinical trials. *Anesth Analg.* 2011;112:1384-91.
30. Pearse RM, Harrison DA, MacDonald N, et al. Effect of a perioperative, cardiac output-guided hemodynamic therapy algorithm on outcomes following major gastrointestinal surgery: a randomized clinical trial and systematic review. *JAMA.* 2014;311:2181-90.
31. Nisanevich V, Felsenstein I, Almogy G, et al. Effect of intraoperative fluid management on outcome after intraabdominal surgery. *Anesthesiology.* 2005;103:25-32.
32. de Aguilar-Nascimento JE, Diniz BN, do Carmo AV, et al. Clinical benefits after the implementation of a protocol of restricted perioperative intravenous crystalloid fluids in major abdominal operations. *World J Surg.* 2009;33:925-30.
33. Wuethrich PY, Burkhard FC, Thalmann GN, et al. Restrictive deferred hydration combined with preemptive norepinephrine infusion during radical cystectomy reduces postoperative complications and hospitalization time. *Anesthesiology.* 2014;120:365-77.
34. McArdle GT, McAuley DF, McKinley A, et al. Preliminary results of a prospective randomized trial of restrictive versus standard fluid regime in elective open abdominal aortic aneurysm repair. *Ann Surg.* 2009;250:28-34.
35. Lobo DN, Bostock KA, Neal KR, et al. Effect of salt and water balance on recovery of gastrointestinal function after elective colonic resection: a randomised controlled trial. *Lancet.* 2002;359:1812-8.
36. Myles PS, Andrews S, Nicholson J, et al. Contemporary Approaches to Perioperative IV Fluid Therapy. *World J Surg.* 2017;41(10):2457-63.
37. Sobczyńska M, Głównyńska R, Opolski G. Zwiększenie przez zespół kruchości częstości występowania powikłań u pacjentów poddawanych zabiegom kardiologii inwazyjnej i operacjom kardiologicznym. *Folia Cardiologica.* 2017;12(6):557-64.