

Ocena przepływu trzewnego metodą tonometrii żołądkowej jako wskaźnika ryzyka powstania wrzodu stresowego u pacjentów poddanych zabiegom naczyniowym w obrębie aorty brzusznej

The assessment of visceral perfusion using gastric tonometry, for risk of acute gastric ulcer in patients undergoing vascular surgery around the aorta

Krzysztof Kusza^{1,2}, Elżbieta Nurczyńska¹, Marlena Jakubczyk¹, Jacek Szopiński³, Edyta Romatowska¹, Przemysław Baranowski⁴, Roman Kaźmirczuk¹, Alicja Rzepka¹, Maria Budnik-Szymoniuk⁵

¹Katedra i Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

²Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu

³Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej i Endokrynologicznej Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

⁴Katedra i Zakład Opieki Paliatywnej Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

⁵Katedra i Zakład Pielęgniarstwa Społecznego Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

Przegląd Gastroenterologiczny 2011; 6 (1): 45–50
DOI: 10.5114/pg.2011.20107

Słowa kluczowe: tonometria żołądkowa, przepływ trzewny, aorta.

Key words: gastric tonometry, visceral perfusion, aorta.

Adres do korespondencji: dr hab. n. med. Krzysztof Kusza, Katedra i Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Collegium Medicum im. L. Rydygiera w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. M. Curie-Skłodowskiej 9, 85-094 Bydgoszcz, tel. +48 52 585 47 50, faks +48 52 585 40 22, e-mail: kikanest@cm.umk.pl

Streszczenie

Cel: Ocena przepływu trzewnego metodą tonometrii u pacjentów poddanych dużym zabiegom naczyniowym w obrębie tętnicy głównej.

Materiał i metody: Do badania włączono 14 chorych, u których wykonano tonometrię żołądkową podczas zabiegu rekonstrukcji aorty brzusznej. Oceniono pHi, PrCO₂, GAP, GAP końcowowdechowe przed zamknięciem światła aorty (*clamping*) (okres 1), w trakcie utrzymywania zaciśnięcia aorty i po ustabilizowaniu parametrów hemodynamicznych chorego (okres 2.) oraz po zwolnieniu zacisku aorty (*declamping*) i ustabilizowaniu się parametrów hemodynamicznych (okres 3.).

Wyniki: Średnia wartość pHi wynosiła: okres 1. – 7,4621 (7,36–7,68), okres 2. – 7,3752 (7,33–7,42), okres 3. – 7,30785 (7,21–7,39). Średnia wartość PrCO₂ wynosiła: okres 1. – 39,28571 (21–54), okres 2. – 45,142 (23–59), okres 3. – 48,28571 (39–59). Zmierzona średnia wartość GAP wynosiła: okres 1. – –1,57143 (od –22,0 do 18,00), okres 2. – 4,71429 (od –11,0 do 18,00), okres 3. – 5,07143 (od –8,0 do 14,0). Stwierdzono średnią wartość GAP końcowowdechowego w okresie 1.: 9,07143 (od –7,0 do 30,0), w okresie 2.: 13,28571 (6,0–31,0); w okresie 3.:

Abstract

Aim: To assess visceral perfusion using gastric tonometry in patients undergoing major vascular surgery on the aorta.

Material and methods: Intraoperative tonometry was performed on 14 patients included in the study. pHi, PrCO₂, GAP, and end-expiratory GAP were measured before clamping the aorta (time point number 1), during the clamping after haemodynamic parameters were stabilized (time point number 2), and after declamping and haemodynamic stabilization (time point number 3).

Results: Mean pHi values were: time point number 1: 7.4621 (range 7.36-7.68); time point number 2: 7.3752 (range 7.33-7.42), time point number 3: 7.30785 (range 7.21-7.39). Mean PrCO₂ values were: time point number 1: 39.28571 (range 21-54), time point number 2: 45.142 (range 23-59), time point number 3: 48.28571 (range 39-59). Mean GAP values were: time point number 1: –1.57143 (range –22.0 +18.00); time point number 2: 4.71429 (range –11.0 +18.00), time point number 3: 5.07143 (range –8.0 +14.0). Mean end-expiratory GAP values were: time point number 1: 9.07143 (mean –7.0 +30.0); time point number 2: 13.28571 (range 6.0 +31.0); time

14,07143 (od -1 do 21). Różnice pomiędzy wynikami były istotne statystycznie.

Wnioski: Tonometria żołądkowa umożliwia wykrycie zaburzeń przepływu trzewnego u chorych podczas zabiegów rekonstrukcji aorty brzusznej, co pozwala na optymalizację śródoperacyjnej płynoterapii oraz odpowiedni dobór technik znieczulenia.

Wstęp

Tonometria żołądkowa jest metodą monitorowania regionalnej perfuzji trzewnej poprzez pomiar śródśluzówkowego pH oraz regionalnej prężności CO₂ w przewodzie pokarmowym [1].

Metodę tonometrii jako pierwszy opracował i zastosował Bergofsky w 1964 r. Prężność tlenu i dwutlenku węgla oceniał on w pęcherzyku żółciowym i pęcherzu moczowym. Tonometria żołądkowa została wprowadzona w latach 80. ubiegłego wieku przez Fiddiana-Greena i Gutierrezza [1].

Działanie tonometru opiera się na założeniu, że płyn lub powietrze obecne w świetle przewodu pokarmowego mają zbliżoną prężność gazów do tej, która występuje w otaczających tkankach. Pomiar prężności CO₂ w przewodzie pokarmowym (żołądku lub esicy – zależnie od zastosowanej sondy) staje się podstawą obliczenia parametru pHi (pH błony śluzowej żołądka). Równoczesne oznaczenie stężenia wodorowęglanów we krwi tętniczej pozwala na podstawienie obu wartości do zmodyfikowanego wzoru Hendersona-Hasselbalcha i wyliczenie pHi. Zaburzenie ukrwienia i utlenowania błony śluzowej przewodu pokarmowego powoduje wzrost przemian beztlenowych i zwiększoną produkcję CO₂. Dodatkowo zaburzenie przepływu prowadzi do zmniejszenia eliminacji CO₂, co dodatkowo zwiększa jego stężenie w niedokrwionym obszarze [1, 2].

Sondę tonometryczną podłączoną do aparatu TONOCAP umieszcza się w żołądku. Następnie automatycznie napełnia się balon 5 ml powietrza. Pierwszego pomiaru dokonuje się po 15–30 min. Czas ten potrzebny jest do zrównoważenia się stężenia CO₂ między komórkami błony śluzowej żołądka a powietrzem w silikonowym balonie sondy. Próbkę powietrza jest automatycznie pobierana z balonu sondy i metodą spektrofotometryczną zostaje określona wartość PrCO₂. Równocześnie aparat dokonuje pomiaru wydechowego CO₂ (EtCO₂) za pomocą oddzielnej linii podłączonej do układu oddechowego pacjenta. Przepływ trzewny ocenia się automatycznie w sposób pośredni na podstawie następujących parametrów:

- pHi – regionalna prężność CO₂ w błonie śluzowej przewodu pokarmowego, wartości graniczne to 7,32–7,35; wartości niższe świadczą o zaburzonym przepływie

point number 3: 14.07143 (range -1 +21). The differences between the analysed groups were statistically significant.

Conclusions: Gastric tonometry allows detection of visceral perfusion impairment in patients undergoing reconstructive surgery of the abdominal aorta. Intraoperative tonometry may be helpful for adequate fluid resuscitation and choice of appropriate type of anaesthesia.

trzewnym i niedostatecznej perfuzji w przewodzie pokarmowym;

- PrCO₂ – regionalna prężność CO₂ w błonie śluzowej, wzrost powyżej 45 mm Hg świadczy o hipoperfuzji trzewnej;
- GAP (PrCO₂ – PaCO₂) – różnica między prężnością regionalną i tętniczą CO₂, nazywana również luką wodorowęglanową. Wartość fizjologiczna wynosi poniżej 7 mm Hg, wartości 7–20 świadczą o umiarkowanym zaburzeniu perfuzji trzewnej, natomiast > 20 o ciężkich zaburzeniach w perfuzji i w przepływie trzewnym krwi. Wskaźnik ten jest bardziej miarodajny od samej oceny pHi lub PrCO₂. Wzrost prężności CO₂ we krwi tętniczej (PaCO₂), jako np. rezultat hipowentylacji pęcherzykowej, koresponduje ze wzrostem wartości prężności regionalnej CO₂ w błonie śluzowej żołądka (PrCO₂) bez zmian w przepływie trzewnym;
- GAP końcowowydechowe (PrCO₂ – EtCO₂) – różnica między prężnością regionalną a końcowowydechowym stężeniem CO₂, prawidłowa wartość zawiera się w granicach 10–15 mm Hg i wynika z niewielkiej różnicy między prężnością CO₂ we krwi tętniczej a jego prężnością w pęcherzykach płucnych [1–5].

Cel

Celem pracy była ocena przepływu trzewnego metodą tonometrii u pacjentów poddanych dużym zabiegom naczyniowym w obrębie tętnicy głównej.

Materiał i metody

Do badania włączono 14 chorych (3 kobiety, 11 mężczyzn) w wieku 52–77 lat (średnio 66 lat). U wszystkich chorych wykonano w trybie planowym implantację protezy aortalnej z powodu tętniaka aorty brzusznej lub zwężenia aortalno-biodrowego odcinka aorty z powodu miażdżycy (zespół Lericha). Średni czas zabiegu wyniósł 51 min (22–95 min). U pacjentów zastosowano anestezję zbilansowaną, łącząc znieczulenie ogólne złożone oraz zewnątrzoponowe w odcinku lędźwiowym lub pierświowym z użyciem 0,5% bupiwakainy.

U wszystkich pacjentów podczas zabiegu chirurgicznego wykonano tonometrię żołądkową aparatem TONOCAP. Parametry odczytywano przed zamknięciem światła aorty (*clamping*) (okres 1.), w trakcie utrzymywa-

nego zaciśnięcia aorty po ustabilizowaniu parametrów hemodynamicznych chorego (okres 2.) oraz po zwolnieniu zacisku aorty (*declamping*) i ustabilizowaniu się parametrów hemodynamicznych (okres 3.).

Oceniono pHi, PrCO₂, GAP, GAP końcowowydechowe w poszczególnych przedziałach czasowych. Ponadto badano korelację pHi z czasem trwania operacji, objętością przetoczonych płynów, liczbą jednostek przetoczonego koncentratu krwinek czerwonych, poziomem blokady centralnej w postaci znieczulenia zewnątrzoponowego oraz średnim ciśnieniem krwi. Wyniki poddano analizie statystycznej.

Wyniki

Zmierzoną średnią wartość pHi przed całkowitym zamknięciem światła aorty brzusznej (okres 1.): 7,4621 (7,36–7,68), w trakcie utrzymywanego zacisku na aorcie brzusznej (okres 2.): 7,3752 (7,33–7,42), oraz po zwolnieniu zacisku z aorty brzusznej (okres 3.): 7,30785 (7,21–7,39). Wykazano istotne statystycznie różnice zarówno pomiędzy okresem 1. i 2. ($p = 0,008174$), okresem 2. i 3. ($p = 0,013984$), jak też przed zaciśnięciem aorty oraz po zwolnieniu zacisku (między okresem 1. i 2.) ($p = 0,000063$).

Średnia wartość PrCO₂ wynosiła w okresie 1.: 39,28571 (21–54), w okresie 2.: 45,142 (23–59), w okresie 3.: 48,28571 (39–59). Różnice były istotne statystycznie zarówno pomiędzy okresem 1. i 2. ($p = 0,026606$), okresem 2. i 3. ($p = 0,000063$), jak i okresem 1. i 3. ($p = 0,000893$).

Zmierzoną średnią wartość GAP w okresie 1.: –1,57143 (od –22,0 do 18,00); w okresie 2.: 4,71429 (od –11,0 do 18,00), w okresie 3.: 5,07143 (od –8,0 do 14,0). Różnice istotne statystycznie stwierdzono pomiędzy okresem 1. i 2. ($p = 0,015724$) oraz okresem 1. i 3. ($p = 0,022610$). Nie stwierdzono jednak różnic między okresem 2. i 3. ($p = 0,792906$).

Stwierdzono średnią wartość GAP końcowowydechowego w okresie 1.: 9,07143 (od –7,0 do 30,0); w okresie 2.: 13,28571 (6,0–31,0); w okresie 3.: 14,07143 (od –1 do 21). Różnice były istotne statystycznie pomiędzy wartością GAP końcowowydechowego w okresie 1. i 2. ($p = 0,046489$). Nie wykazano natomiast istotnych statystycznie różnic między okresami 2. i 3. ($p = 0,477844$) oraz 1. i 3. ($p = 0,071334$) w odniesieniu do badanego parametru.

Średni czas niedokrwienia pomiędzy zamknięciem światła aorty a ostatecznym zwolnieniem zacisku wynosił 51,35714 min (22–95 min), w tym czasie średni spadek pHi wynosił 0,155 (0–0,29). Nie wykazano istotnej statystycznie korelacji pomiędzy spadkiem pHi a czasem trwania zabiegu ($p = 0,33$).

Podczas operacji przetoczono średnio 2,93 (0,5–4,5) litra płynów (krystaloidów i koloidów). Nie wykazano

istotnej korelacji pomiędzy spadkiem pHi a objętością przetoczonych płynów ($p = 0,1$).

Koncentrat krwinek czerwonych przetoczono 4 chorym, średnio 0,5 jednostki (0–2,0). Nie wykazano istotnej statystycznie korelacji pomiędzy spadkiem pHi a liczbą przetoczonych jednostek krwi ($p = 0,45$).

Spośród 14 chorych u 2 wykonano blokadę centralną w odcinku piersiowym na poziomie Th10–Th11, u pozostałych w odcinku lędźwiowym ($n = 1$ L1–L2, $n = 9$ L2–L3; $n = 2$ L3–L4). Średni spadek pHi u pacjentów z blokadą centralną w piersiowym odcinku kręgosłupa wynosił 0,14, w odcinku lędźwiowym 0,22. Różnice były nieistotne statystycznie ($p = 0,38$).

Średnie ciśnienie tętnicze po indukcji znieczulenia przed zaciśnięciem światła aorty brzusznej wynosiło 88,5 mm Hg (67–129), po zaciśnięciu – 76,8 mm Hg (67–90), po zwolnieniu ucisku – 79,4 mm Hg (63–100). Różnica pomiędzy okresem 1. i 2. była istotna statystycznie ($p = 0,043529$). Pomiedzy okresami 2. i 3. oraz 1. i 3. nie wykazano różnicy istotnej statystycznie (p wynosiło odpowiednio 0,338815 i 0,132736). Dokładną korelację pomiędzy różnicami średniego ciśnienia tętniczego w poszczególnych okresach zabiegu a spadkiem pHi przedstawiono w tabeli I.

Omówienie

Stresowy wrzód żołądka jest powikłaniem występującym najczęściej u chorych po urazach wielonarządowych, oparzeniach, dużych zabiegach operacyjnych oraz u pacjentów oddziałów intensywnej terapii, u których doszło do zaburzeń przepływu trzewnego krwi w przebiegu niewydolności wielonarządowej, najczęściej spowodowanej ciężką sepsą lub wstrząsem septycznym. Występujące we wstrząsie pogorszenie perfuzji błony śluzowej przewodu pokarmowego powoduje jej uszkodzenie na skutek niedokrwienia, które w przypadku przedłużającego się niedokrwienia może również dotyczyć pozostałych warstw ściany przewodu pokarmowego. Pierwsze doniesienia na temat krwawienia z przewodu pokarmowego u ciężko chorych pacjentów pochodzą z XIX wieku. W 1832 r. Cushing opisał częste przypadki występowania owrzodzenia żołądka i dwunastnicy po urazach i leczeniu operacyjnym chorób o charakterze rozrostowym w obrębie mózgowia, a 10 lat później Curling potwierdził występowanie owrzodzenia dwunastnicy u pacjentów oparzonych. Obecnie krwawienia z przewodu pokarmowego spowodowane ostrym wrzodem trawiennym najczęściej opisywane są w przebiegu choroby oparzeniowej (91%), wstrząsu (90%), ciężkiej sepsy i wstrząsu septycznego (88%) [6].

U pacjentów poddanych zabiegom naczyniowym należy rozważyć dodatkowe czynniki ryzyka, takie jak przyjmowane wcześniej leki przeciwzakrzepowe, w tym

Tabela I. Korelacja zmiany średniego ciśnienia tętniczego oraz obniżenia się pHi w różnych okresach zabiegu
Table I. Correlation between the change of medium blood pressure and decrease in pHi during different stages of the surgery

Różnica pHi		Różnica średniego ciśnienia tętniczego [mm Hg]		
		między okresem 1. i 2.	między okresem 2. i 3.	między okresem 1. i 3.
		średnia -11,42 mm Hg (od -58 do -15)	średnia 2,78 mm Hg (od -10 do 20)	średnia -11,87 mm Hg (od -58 do 16)
między okresem 1. i 2.	średnia -0,0086 (od -0,3 do 0,01)	$p = -0,16$		
między okresem 2. i 3.	średnia -0,0657 (od -0,27 do 0,01)	$p = -0,02$	$p = -0,04$	
między okresem 1. i 3.	średnia -0,15 (od -0,29 do 0,02)	$p = 0,33$	$p = -0,02$	$p = -0,12$

kwasy acetylosalicylowe, które sprzyjają zapaleniom błony śluzowej żołądka, powstawaniu ostrych wrzodów żołądka i dwunastnicy oraz zwiększają ryzyko krwawień z przewodu pokarmowego, a szczególnie z jego górnego odcinka. Choroba wrzodowa żołądka i dwunastnicy jest jedną z najczęstszych chorób w populacjach krajów rozwijających się, często przebiega bezobjawowo. Ziąja i wsp., wykonując endoskopię górnego odcinka przewodu pokarmowego u 300 pacjentów przed zabiegiem naczyniowym, stwierdzili bezobjawowe nadżerki i owrzodzenia u prawie 20% chorych [7].

Tonometria żołądkowa jest szeroko stosowana w monitorowaniu perfuzji narządowej w przebiegu znieczulenia ogólnego u chorych z wysokim ryzykiem w bezpośrednim okresie okołoperacyjnym. Temat ten był szeroko omawiany w publikacjach w latach 90. ubiegłego stulecia. Wykazano przydatność tego badania w transplantologii, kardiologii oraz dodatnią korelację pomiędzy zaburzeniami przepływu trzewnego i śmiertelnością [8–10].

Niewiele natomiast jest prac na temat przydatności tonometrii w monitorowaniu pacjentów podczas zabiegów rekonstrukcji aorty brzusznej, a wnioski z nich wypływające są ze sobą sprzeczne.

W badaniach własnych obserwowano istotne zmiany parametrów tonometrycznych podczas zabiegu, świadczące o zaburzeniach perfuzji trzewnej. Podobne zaburzenia obserwowali inni badacze. Szulc i wsp. wykazali korelację pomiędzy spadkiem pHi a parametrami gospodarki tlenowej organizmu [11]. Natomiast Parrgera i wsp., pomimo że również obserwowali zmiany powyższych parametrów, nie stwierdzili ich korelacji z częstością powikłań pooperacyjnych w zakresie ważnych punktów końcowych [12].

Chociaż zacisk na aorcie brzusznej zakłada się poniżej odejścia pnia trzewnego (gałęzie pnia trzewnego

tworzą unaczynienie żołądka), to niewątpliwie zabieg rekonstrukcji aorty brzusznej (wszystkie protezy prostej lub rozwidłonej) jest jedną z najbardziej rozległych operacji w zakresie jamy brzusznej, obciążoną wysokim ryzykiem powikłań. Podczas zabiegu może wystąpić ostre niedokrwienie mięśnia sercowego z krytycznym spadkiem jego kurczliwości, co w rezultacie nasila zaburzenia perfuzji narządowej. Należy przyjąć, że rekonstrukcja aorty brzusznej związana z wszyciem protezy prostej lub rozwidłonej z powodu tętniaka tętnicy głównej jest jednym z najlepszych klinicznych modeli zjawiska ostrego niedokrwienia, a następnie reperfuzy. Anestetyki wziewne działają ochronnie na śródbłonek naczyniowy mikrokrążenia trzewnego. Ostabiają również aktywność (migrację) leukocytów w żyłce zawłóścniczkowej, skutkiem czego zapobiegają zaburzeniom w odpływie krwi z mikrokrążenia trzewnego [13, 14].

W badaniach własnych nie wykazano jednak wpływu takich istotnych czynników, jak czas trwania zabiegu, czas trwania niedokrwienia oraz objętość przetaczanych płynów, na spadek pHi.

Zaburzenia perfuzji żołądkowej (oceniane tonometrycznie), których nasilenie narastało z czasem, wykazała m.in. Karpel i wsp. u chorych poddawanych zabiegom z powodu nowotworu odbytnicy [15]. Podobne wyniki w doświadczeniach na zwierzętach uzyskali Meisner i wsp. oraz Siegmund i wsp. [16, 17].

W badanej grupie nie wykazano także różnicy pomiędzy spadkiem pHi a poziomem zastosowanej blokady centralnej.

Wyniki badań dotyczących wpływu blokady zewnątrzoponowej na przepływ trzewny są również sprzeczne. Prace Lazara i wsp., Kabona i wsp., Kaprala i wsp. oraz Sutcliffe i wsp. wykazały korzystny wpływ blokady zewnątrzoponowej na perfuzję trzewną, a szczególnie

mikrokrążenie trzewne [18–21]. Natomiast Mallinder i wsp., Spackman i wsp. oraz Sala i wsp., obserwując pacjentów podczas zabiegu w obrębie jamy brzusznej, oraz Piper i wsp. podczas zbiegów rekonstrukcji w obrębie aorty brzusznej takich korzyści nie wykazali [22–25]. Nie ma natomiast badań porównujących ukrwienie trzewne podczas znieczulenia zewnątrzoponowego w zależności od poziomu blokady, a obserwowana przez autorów niniejszej pracy grupa chorych jest niewystarczająco liczna, aby można wysunąć wnioski dotyczące jej zastosowania.

Zmiany średniego ciśnienia tętniczego korelowały ze spadkiem pHi. Była to odwrotna korelacja, czyli wzrost ciśnienia tętniczego powodował spadek pHi, w okresie 3. Inni autorzy natomiast nie obserwowali wpływu zmian ciśnienia tętniczego na wartość pHi. Pargger i wsp. nie wykazali wpływu ciśnienia na przepływ trzewny, a Pakulski i wsp. stwierdzili, że obniżenie ciśnienia o 26,5% nie powodowało spadku pHi poniżej normy – spadek z 7,428 do 7,372 [12, 26].

Założenie zacisku na aortę brzuszną powoduje wzrost ciśnienia tętniczego. Spowodowane jest to wieloma czynnikami, m.in. „wyłączeniem” fragmentów żyłska naczyniowego z krwioobiegu. W momencie zwolnienia ucisku aorty występuje tzw. zjawisko reperfuzji, które powstaje po przywróceniu czasowo przerwanego krążenia krwi w tkance lub narządzie. Najczęściej ma to miejsce w zawale serca i mózgu, niedokrwieniu kończyn, trzewi czy podczas transplantacji narządów. Reperfuzja i reoksygenacja paradoksalnie nasilają uszkodzenia niedokrwienne. W okresie niedokrwienia masywnie zużywany jest komórkowy ATP, następuje gromadzenie się mleczanów i obniżenie pH. To z kolei zaburza funkcjonowanie pompy Na-K, dochodzi do zaburzeń gospodarki wodno-elektrolitowej oraz kwasowo-zasadowej w niedokrwionym obszarze, a w momencie zwolnienia zacisku na aorcie związki te zostają przeniesione do krwioobiegu, stąd m.in. spadek pHi w badaniach autorów. Równocześnie w chwili przywrócenia krążenia dochodzi do tworzenia wolnych rodników tlenowych przez oksydazę ksantynową (nagromadzoną podczas niedokrwienia), aktywacji neutrofilii, zwiększonego wytwarzania reaktywnych form tlenu wskutek wzmożenia metabolizmu kwasu arachidynowego, zwiększonego wytwarzania tlenu azotu powodującego m.in. rozkurcz naczyń i spadek ciśnienia tętniczego. Równoczesne włączenie do krwioobiegu naczyń pogłębia spadek ciśnienia tętniczego. Prawidłowo prowadzona farmakoterapia i płynoterapia podczas zabiegu umożliwia utrzymanie parametrów hemodynamicznych pacjenta w normie [27].

W przeprowadzonych badaniach ciśnienie tętnicze u pacjentów było w granicach normy. Obserwowany przez autorów paradoksalny wzrost ciśnienia tętniczego w okresie 3., który korelował ze spadkiem pHi, wynikał

z płyno- i farmakoterapii prowadzonej podczas zabiegu. Dalszy spadek pHi w tym czasie wynikał ze zjawiska reperfuzji, która była dramatycznym źródłem metabolitów kwaśnych oraz związków aktywowanych podczas ostrego niedokrwienia.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań uznano, że tonometria żołądkowa umożliwi wykrycie zaburzeń przepływu trzewnego u chorych podczas zabiegów rekonstrukcji aorty brzusznej, co może skutkować optymalizacją śródoperacyjnej płynoterapii oraz odpowiednim doborem technik znieczulenia.

Piśmiennictwo

1. Karpel E, Czechowski M, Seifert B i wsp. Przydatność kliniczna tonometrii żołądkowej w anestezjologii i intensywnej terapii. *Wiad Lek* 2005; 58: 652-9.
2. Kolkman JJ, Otte JA, Groeneveld AB. Gastrointestinal luminal PCO₂ tonometry: an update on physiology, methodology and clinical applications. *Br J Anaesth* 2000; 84: 74-86.
3. Hamilton MA, Mythen MG. Gastric tonometry: where do we stand? *Curr Opin Crit Care* 2001; 7: 122-7.
4. Heard SO. Gastric tonometry: the hemodynamic monitor of choice (Pro). *Chest* 2003; 123: 469-74.
5. Jakob SM, Parviainen I, Ruokonen E, et al. Tonometry revisited: perfusion-related, metabolic, and respiratory components of gastric mucosal acidosis in acute cardiorespiratory failure. *Shock* 2008; 29: 543-8.
6. Kotej A, Lisowska B. Zastosowanie inhibitorów pompy protonowej w profilaktyce wrzodu stresowego. *Anestezjologia i Ratownictwo* 2007; 3: 165-7.
7. Ziąja K, Zaniewski M, Nowakowski P i wsp. Czy należy rutynowo wykonywać endoskopię górnego odcinka przewodu pokarmowego przed naczyniowymi zabiegami rekonstrukcyjnymi? *Chirurg Pol* 2001; 3: 89-95.
8. Mándli T, Gondos T. Intramucosal pH monitoring during liver transplantation. *Clin Transplant* 2003; 17: 358-62.
9. Lebuffe G, Vallet B, Takala J, et al. A European, multicenter, observational study to assess the value of gastric-to-end tidal PCO₂ difference in predicting postoperative complications. *Anesth Analg* 2004; 99: 166-72.
10. Poeze M, Takala J, Greve JW, et al. Pre-operative tonometry is predictive for mortality and morbidity in high-risk surgical patients. *Intensive Care Med* 2000; 26: 1272-81.
11. Szulc R, Tomczyk J, Ryszka M i wsp. Ocena przydatności prognostycznej tonometrii u chorych leczonych operacyjnie z powodu tętniaka brzuszego odcinka aorty. *Anest Intens Ter* 1997; 29: 4.
12. Pargger H, Hampl KF, Christen P, et al. Gastric intramucosal pH-guided therapy in patients after elective repair of infrarenal abdominal aneurysms: is it beneficial? *Intensive Care Med* 1998; 24: 769-76.
13. Brookes ZL, Reilly CS, Lawton BK, Brown NJ. Intravenous anesthesia inhibits leukocyte-endothelial interactions and expression of CD11b after hemorrhage. *Shock* 2006; 25: 492-9.

14. Kusza K, Siemionow M, Nalbantoglu U, et al. Microcirculatory response to halothane and isoflurane anesthesia. *Ann Plast Surg* 1999; 43: 57-66.
15. Karpel E, Czechowski M. Perfuzja trzewna oceniana metodą tonometryczną u chorych znieczulanych różnymi technikami do operacji nowotworów odbytnicy. *Anesth Intens Terap* 2004; 36: 246-51.
16. Meisner FG, Habler OP, Kemming GI, et al. Changes in p(i)CO(2) reflect splanchnic mucosal ischaemia more reliably than changes in pH(i) during haemorrhagic shock. *Langenbecks Arch Surg* 2001; 386: 333-8.
17. Siegemund M, van Bommel J, Stegenga ME, et al. Aortic cross-clamping and reperfusion in pigs reduces microvascular oxygenation by altered systemic and regional blood flow distribution. *Anesth Analg* 2010; 111: 345-53.
18. Lázár G, Kaszaki J, Abrahám S, et al. Thoracic epidural anesthesia improves the gastric microcirculation during experimental gastric tube formation. *Surgery* 2003; 134: 799-805.
19. Kabon B, Fleischmann E, Treschan T, et al. Thoracic epidural anesthesia increases tissue oxygenation during major abdominal surgery. *Anesth Analg* 2003; 97: 1812-7.
20. Kapral S, Gollmann G, Bachmann D, et al. The effects of thoracic epidural anesthesia on intraoperative visceral perfusion and metabolism. *Anesth Analg* 1999; 88: 402-6.
21. Sutcliffe NP, Mostafa SM, Gannon J, et al. The effect of epidural blockade on gastric intramucosal pH in the peri-operative period. *Anaesthesia* 1996; 51: 37-40.
22. Mallinder PA, Hall JE, Bergin FG, et al. A comparison of opiate- and epidural-induced alterations in splanchnic blood flow using intra-operative gastric tonometry. *Anaesthesia* 2000; 55: 659-65.
23. Spackman DR, McLeod AD, Prineas SN, et al. Effect of epidural blockade on indicators of splanchnic perfusion and gut function in critically ill patients with peritonitis: a randomised comparison of epidural bupivacaine with systemic morphine. *Intensive Care Med* 2000; 26: 1638-45.
24. Piper SN, Boldt J, Schmidt CC, et al. Hemodynamics, intramucosal pH and regulators of circulation during perioperative epidural analgesia. *Can J Anaesth* 2000; 47: 631-7.
25. Sala C, García-Granero E, Molina MJ, et al. Effect of epidural anesthesia on colorectal anastomosis: a tonometric assessment. *Dis Colon Rectum* 1997; 40: 958-61.
26. Pakulski C, Nowicki R, Kowalczyk P, et al. The influence of controlled hypotension on splanchnic mucosal perfusion using gastric tonometry in patients undergoing resection of meningioma. *Med Sci Monit* 2002; 8: 28-30.
27. Boratyńska M, Kamińska D, Mazowska O. Patofizjologia uszkodzenia niedokrwiennie-reperfuzyjnego w przeszczepie nerek. *Postępy Hig Med Dośw* 2004; 58: 1-8.