

Perioperative factors influencing the mortality of elective abdominal aorta aneurysm repair

Czynniki okołoperacyjne wpływające na śmiertelność pacjentów poddawanych elektrywnym operacjom tętniaka aorty brzusznej

Maciej Żukowski¹, Jowita Biernawska¹, Katarzyna Kotfis¹, Mariusz Kaczmarczyk³,
Romuald Bohatyrewicz¹, Miłosław Cnotliwy⁴, Joanna Sołek-Pastuszka¹,
Mirosław Brykczyński², Andrzej Ciechanowicz³

¹Department of Anaesthesiology and Intensive Therapy, Pomeranian Medical University, Szczecin, Poland (Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie)

²Department of Cardiothoracic Surgery, Pomeranian Medical University, Szczecin, Poland (Klinika Kardiochirurgii Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie)

³Department of Laboratory Diagnostic and Molecular Medicine, Pomeranian Medical University, Szczecin, Poland (Zakład Biochemii Klinicznej i Molekularnej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie)

⁴Department of Vascular and General Surgery and Angiology, Pomeranian Medical University, Szczecin, Poland (Klinika Chirurgii Naczyniowej, Ogólnej i Angiologii w Szczecinie)

Abstract

Introduction. Abdominal aorta aneurysm is a recognized cause of death for the European population. The identification of intra-operative risk factors for perioperative death is of crucial importance for the society.

Material and methods. A prospective observational study was conducted in the Vascular Surgery Department of the Pomeranian Medical University in Szczecin, Poland. The study group consisted of 95 patients, diagnosed with abdominal aorta aneurysm in the sub-renal region scheduled for an operative procedure of straight vascular graft implantation. Patient qualification was fulfilled according to TASC criteria. The influence of preoperative factors, hemodynamic and metabolic parameters on the risk of death in the study population was analyzed. Postoperatively, observation was continued for 28 days.

Results. In this study group an increase of lactate, potassium levels or pH decrease during the first minute post cross-clamp release were significant risk factors for perioperative death. The importance of metabolic parameters is a recognized risk factor, however their statistical significance within the first minute post cross-clamp release is in our opinion of crucial importance. Additionally, significantly higher mortality was reported among patients without epidural anaesthesia. No importance of other analyzed parameters was found.

Conclusions. Epidural anaesthesia is an independent factor decreasing mortality in the early postoperative period in patients undergoing abdominal aorta aneurysm repair. A decrease of pH value and increase of lactate and K⁺ levels within the first minute after aortic cross-clamp release may be a valuable tool in identifying patients with an increased risk of perioperative death after abdominal aorta prosthesis implantation.

Key words: infrarenal aortic aneurysm, perioperative mortality, metabolic parameters

Streszczenie

Wstęp. Tętniaki aorty brzusznej są uznaną przyczyną zwiększonej śmiertelności w populacji europejskiej. Dlatego ważna jest identyfikacja śródoperacyjnych czynników ryzyka zgonu w okresie okołoperacyjnym.

Materiał i metody. Prospektywnym badaniem obserwacyjnym, przeprowadzonym w Klinice Chirurgii Naczyniowej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie, objęto grupę 95 pacjentów z tętniakiem aorty brzusznej w odcinku podnerkowym. Na podstawie kryteriów TASC pacjentów zakwalifikowano do implantacji

Address for correspondence:

dr hab. med. Maciej Żukowski
Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii
Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego
Al. Powstańców Wlkp 72, 70-111 Szczecin
tel./faks: 48 91 466 11 44
e-mail: zukowski@sci.pum.edu.pl

protezy naczyniowej. Analizowano wpływ czynników hemodynamicznych i metabolicznych na śmiertelność okołoperacyjną. Obserwację badanej populacji prowadzono przez 28 dni.

Wyniki. Wykazano, że wzrost stężenia mleczanów, potasu oraz spadek wartości pH szczególnie w pierwszych minutach po odklewowaniu aorty były zasadniczymi czynnikami zwiększającymi śmiertelność w okresie okołoperacyjnym. Ponadto ryzyko zgonu było zwiększone, jeśli poza znieczuleniem ogólnym nie zastosowano znieczulenia regionalnego. Poza tym nie wykazano istotnego wpływu pozostałych badanych czynników.

Wnioski. Zastosowanie znieczulenia zewnątrzoponowego u pacjentów poddawanych operacjom tętniaków aorty brzusznej jest istotnym, niezależnym czynnikiem zmniejszającym śmiertelność we wczesnym okresie pooperacyjnym. Natomiast zmniejszenie wartości pH, wzrost stężenia potasu i mleczanów w pierwszych minutach po odklewowaniu aorty może być przydatnym wskaźnikiem służącym do identyfikacji pacjentów zagrożonych zwiększonym ryzykiem zgonu we wczesnym okresie pooperacyjnym.

Słowa kluczowe: tętniak aorty brzusznej w odcinku podnerkowym, śmiertelność okołoperacyjna, parametry metaboliczne

Acta Angiol 2013; 19, 1: 1–8

Introduction

Abdominal aorta aneurysms diagnosed when the aortic diameter exceeds 3 cm is a recognized cause of death for the European population, approximating 1.3% of deaths among males over 65 years of age [1–3]. Morphologically, the most common type of aneurysm is the fusiform aneurysm, with the risk of rupture being when the diameter exceeds 5 cm, increasing pre-hospital mortality to 50%. Therefore a diameter above 5 cm is an indication for surgery, with the risk of rupture increasing as much as 3% per year. The perioperative mortality rate in major vessel surgery is still high, despite dynamic medical care advancements, a variety of surgical techniques and modes of anaesthesia. Approximately 70% of complications are cardiovascular in origin leading either to death or chronic heart failure preventing this patient population from returning to professional activity [1, 2]. The identification of intra-operative risk factors for perioperative death is of crucial importance for prevention. The appearance of these risk factors might be seen as an early warning sign for the medical team, enabling treatment and monitoring modification, which in turn may lead to a decrease in the rate of life-threatening consequences.

Material and methods

A prospective observational study was conducted in the Vascular Surgery Department of the Pomeranian Medical University in Szczecin, Poland. The study was granted permission from the Bioethical Committee of the Pomeranian Medical University (BN-001/52/08).

The study group consisted of 95 patients, diagnosed with abdominal aorta aneurysm in the sub-renal region scheduled for an operative procedure of straight vascu-

Wstęp

Tętniakowate poszerzenie wymiaru aorty brzusznej powyżej 3 cm jest uznaną przyczyną zgonów w populacji europejskiej. Szacuje się, że problem ten dotyczy 1,3% mężczyzn powyżej 65. roku życia [1–3]. Morfologicznie najczęściej występującą zmianą jest tętniak wrzecionowaty, którego ryzyko pęknięcia wzrasta istotnie po przekroczeniu wymiaru 5 cm, a ryzyko zgonu w okresie przedszpitalnym sięga 50%. Dlatego też wartość 5 cm jest uznanym wskazaniem do korekcji chirurgicznej, gdyż ryzyko pęknięcia wzrasta średnio o 3% na rok. Śmiertelność okołoperacyjna po dużych zabiegach chirurgii naczyniowej jest wciąż wysoka, pomimo dynamicznego rozwoju technik chirurgicznych i anestezjologicznych. Szacuje się, że 70% powikłań pooperacyjnych dotyczy układu sercowo-naczyniowego, prowadząc w efekcie do śmierci lub istotnej przewlekłej niewydolności krążenia, co powoduje ograniczenie jakości życia i możliwości powrotu do aktywności zawodowej [1, 2]. Identyfikacja śródoperacyjnych czynników ryzyka istotnych powikłań pooperacyjnych ma więc kluczowe znaczenie do podjęcia właściwych metod prewencji. Wystąpienie i wczesne rozpoznanie tych czynników przez zespół terapeutyczny umożliwia podjęcie odpowiednio zaawansowanego monitorowania i leczenia oraz prowadzi do redukcji zagrażających życiu zdarzeń.

Materiał i metody

Prospektywne badanie obserwacyjne przeprowadzono w Klinice Chirurgii Naczyniowej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie. Protokół badania uzyskał pozytywną opinię Komisji Bioetycznej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego (BN-001/52/08). Badaniem objęto grupę 95 pacjentów z tętniakiem aorty

lar graft implantation. Patient qualification was fulfilled according to Trans-Atlantic Inter-Society Consensus (TASC) criteria and was based on computed tomography (angio-CT) or magnetic resonance imaging (angio-MRI) of the abdomen. Prior to the procedure the extracranial internal carotid arteries were evaluated with the use of duplex ultrasound. In the case of symptomatic stenoses of 60–99%, as well as asymptomatic stenoses > 70%, carotid artery endarterectomies were performed prior to the abdominal procedure.

During the preoperative visit on the day prior to the procedure and after first obtaining informed consent to participate in the study, a detailed medical and family history was taken. After patient examination, an epidural catheter was placed at the level of Th12-L1 and a triple lumen 7Fr central catheter was inserted into the right internal jugular vein. In the case of contraindications or patient refusal the epidural catheter placement was abandoned.

On the day of the operation patients were premedicated with oral midazolam, 0.25 mg/kg approximately 1 hour prior to the procedure. In the operating room standard cardiovascular system monitoring was applied and consisted of an electrocardiogram, continuous invasive blood pressure monitoring (20G cannula) in the left radial artery (Beton-Dickinson, USA) and central venous pressure monitoring using an Infinity Delta monitor (Draeger G).

Patients qualified for the study underwent general and regional anaesthesia, if the epidural catheter placed during the preoperative visit was in situ. About 1–2 ml/dermatome of 0.5 % Marcaine with 1:200,000 adrenaline was injected into the epidural catheter to obtain sensory block between Th4 and Th12. After achieving the desired level of the epidural anaesthesia, intravenous general anaesthesia induction was started using 0,005 mg/kg of fentanyl, 1.5 mg/kg of propofol and 0.1 mg/kg of vecuronium for muscle relaxation. Maintenance of general anaesthesia was performed with the use of 1 MAC of sevoflurane and fentanyl and vecuronium in fractionated doses, neuromuscular blockade monitoring was used as the train-of-four (TOF) using the peripheral nerve stimulator Infinity Delta (Draeger G). After tracheal intubation intermittent positive pressure ventilation (IPPV) was supplied by a Fabius anaesthetic machine (Draeger G) with a tidal volume approximating 7 ml/kg, respiratory rate equal to 10/min, and FiO₂ of 0.4 (fraction of inspired oxygen). Ventilatory parameters were monitored by an Infinity Delta monitor (Draeger G).

All patients underwent an elective procedure, performed by one of three surgeons — senior consultants in vascular surgery. Using open abdominal laparotomy

brzuszej w odcinku podnerkowym, zakwalifikowanych do elektywnej operacji implantacji prostej protezy naczyniowej metodą klasyczną. Diagnostyka przedoperacyjna obejmowała wykonanie badań obrazowych jamy brzusznej metodą tomografii komputerowej lub rezonansu magnetycznego zgodnie z przyjętymi kryteriami *Trans-Atlantic Inter-Society Consensus* (TASC). Ponadto przed operacją badano odcinek zewnątrzczaszkowy tętnic szyjnych przy użyciu ultrasonografii metodą Dopplera. W przypadku rozpoznania objawowego zwężenia w zakresie 60–99% lub bezobjawowego wynoszącego 70%, pacjenta kierowano na zabieg endarterektomii tętnicy szyjnej przed planowaną operacją tętniaka aorty brzusznej.

Podczas wizyty premedykacyjnej w dniu poprzedzającym zabieg operacji tętniaka, po uzyskaniu świadomej zgody pacjenta na udział w projekcie, przeprowadzono szczegółowe badanie podmiotowe. Po jego wykonaniu i zakwalifikowaniu pacjenta do badania, umieszczano w sposób standardowy cewnik w przestrzeni zewnątrzoponowej w odcinku Th12-L1 oraz cewnik trzykanałowy 7F w prawej żyły szyjnej zewnętrznej. Z założenia cewnika zewnątrzoponowego rezygnowano w przypadku przeciwwskazań medycznych lub odmowy pacjenta.

W dniu zabiegu pacjent był premedykowany midazolamem w dawce doustnej 0,25 mg/kg około godzinę przed rozpoczęciem operacji. Na sali zabiegowej standardowo monitorowano układ sercowo-naczyniowy za pomocą stałego zapisu elektrokardiograficznego, bezpośredniego pomiaru ciśnienia tętniczego metodą ciągłą (kaniula naczyniowa 20G Beton-Dickinson, Stany Zjednoczone, umieszczona w lewej tętnicy promieniowej) oraz ciągłego pomiaru ośrodkowego ciśnienia żylnego przy użyciu monitora Infinity Delta (Draeger G).

Pacjenci zakwalifikowani do projektu byli poddawani znieczuleniu ogólnemu, a w przypadku możliwości wykorzystania cewnika zewnątrzoponowego, również regionalnemu z zastosowaniem 0,5% Marcainy z roztworem 1:200,000 adrenaliny w dawce 1–2 ml na dermatom w celu osiągnięcia bloku czuciowego w zakresie Th4–Th12. Po ustabilizowaniu poziomu znieczulenia zewnątrzoponowego wykonywano dożylną indukcję do znieczulenia ogólnego przy użyciu fentanylu w dawce 0,005 mg/kg, propofolu w dawce 1,5 mg/kg oraz vecuronium w dawce 0,1 mg/kg. Do podtrzymania znieczulenia ogólnego wykorzystywano fentanyl, wekuronium oraz sewofluran 1 MAC. Poziom blokady nerwowo-mięśniowej monitorowano metodą *train-of-four* (TOF) przy użyciu stymulatora nerwów obwodowych Infinity Delta (Draeger G). Wentylację mechaniczną prowadzono w trybie dodatniego przerywanego ciśnienia (*intermittent positive pressure ventilation*) za pomocą

(midline incision, anterior transperitoneal approach) the implantation of a straight vascular prosthesis was performed. A bolus of 30 mg of unfractionated heparin was injected intraoperatively as an intravenous bolus.

After skin closure, sevoflurane was discontinued, neuro-muscular block reversed with 0.03 mg/kg of neostigmine with 0.015 mg/kg of atropine. After extubation the patient was transferred to the postoperative recovery room.

Both colloids and crystalloids were used for intraoperative fluid therapy based on the current fluid balance, with packed red blood cell transfusions when the hemoglobin level was below 10g/dl. Fresh frozen plasma was used when blood loss exceeded 700 mls.

Additionally, intraoperative metabolic monitoring consisted of arterial blood gas analysis and electrolyte levels prior to general anaesthesia initiation and at the 1st and 30th minute after cross-clamp release. The parameters evaluated during the study were: pH, pO₂ (partial pressure of oxygen), pCO₂ (partial pressure of carbon dioxide), HCO₃⁻ (bicarbonate ion), BE (base excess), lactate, hemoglobin, hematocrit, potassium and sodium ions, all analyses were performed using the GEM 3000 apparatus (USA).

Postoperative analgesia was supplied as patient controlled analgesia (PCA) using 0.1% Marcaine epidural infusion (epidural PCA pump) B. Braun Medical Inc. or intravenous morphine according to local acute pain protocol. Postoperative cardiovascular monitoring was performed using clinical examination, 12-lead electrocardiogram, troponin I, creatinine phosphokinase activity (CPK) and creatinine phosphokinase myocardial isoenzyme (CPK-MB) levels at fixed time intervals (6 and 12 hours post-operatively).

Postoperatively, observation was continued for 28 days, analyzing the influence of preoperative factors, hemodynamic and metabolic parameters regarding the risk of death in the study population.

Statistical analysis was performed using STATISTICA software (StatSoft, Inc. 2009, STATISTICA data analysis software system, version 8.0). Depending on the type of analyzed data the following tests were applied: t-Student test, Mann-Whitney test or χ^2 test. For the non-parametric U-Mann-Whitney test the results are shown as median with the range and/or interquartile spread. Data was statistically significant when $p < 0.05$.

Results

Demographic data and information about the co-morbidities is summarized in table I.

All patients underwent the procedure of straight aortic prosthesis implantation below the origin of renal arter-

aparatu do znieczulenia Fabius (Draeger G), objętością oddechową około 7 ml/kg, częstością oddechów 10/min oraz stężeniem tlenu w mieszaninie oddechowej 40% (FiO₂, *fraction of inspired oxygen*). Parametry wentylacji były monitorowane przy użyciu monitora Infinity Delta (Draeger G).

Wszyscy pacjenci zakwalifikowani do badania byli poddani zabiegowi w trybie planowym, wykonywanemu przez jednego z trzech konsultantów w zakresie chirurgii naczyniowej. Zabieg wykonywano metodą klasycznej laparotomii (cięcie w linii pośrodkowej z dostępu przezotrzewnowego przedniego) z implantacją prostej protezy naczyniowej. W czasie zabiegu pacjentowi podawano dożylnie bolus 30 mg niefrakcjonowanej heparyny.

Po zamknięciu powłok skórnych odwracano blokadę nerwowo-mięśniową przy użyciu neostigminy w dawce 0,03 mg/kg oraz atropiny w dawce 0,015 mg/kg. Po wybudzeniu i ekstubacji pacjent był obserwowany na sali pooperacyjnej.

W płynoterapii okołoperacyjnej używano zarówno krystaloidów, jak i koloidów na podstawie bilansu płynów, a także przetaczano koncentrat krwinek czerwonych w przypadku obniżenia się stężenia hemoglobiny poniżej 10 g/dl. Natomiast preparaty osocza świeżo mrożonego przetaczano, jeśli utrata krwi przekraczała 700 ml.

Zgodnie z protokołem badania prowadzono śródoperacyjnie monitorowanie metaboliczne na podstawie analizy tętniczego badania gazometrycznego i badania stężenia elektrolitów tuż przed indukcją do znieczulenia ogólnego, a następnie w pierwszej i 30. minucie po odklepowaniu aorty. Analizowano zmiany następujących parametrów: pH, pO₂ (*partial pressure of oxygen*), pCO₂ (*partial pressure of carbon dioxide*), HCO₃⁻, nadmiar/niedobór zasad (BE, *base excess*), mleczany, hemoglobina, hematokryt, stężenie potasu i sodu przy użyciu aparatu GEM 3000 (Stany Zjednoczone).

Pooperacyjne leczenie przeciwbólowe obejmowało analgezję kontrolowaną przez pacjenta (PCA, *patient controlled analgesia*) z wykorzystaniem infuzji przez cewnik zewnątrzoponowy (epidural PCA pump) B. Braun Medical Inc. 0,1% roztworu Marcainy lub dożylnej podaży morfiny zgodnie z lokalnym protokołem leczenia bólu. Pooperacyjne monitorowanie układu sercowo-naczyniowego obejmowało ocenę kliniczną, wykonanie 12-odprowadzeniowego badania elektrokardiograficznego, stężenia troponiny I, kinazy kreatyninowej (CPK, *creatine phosphokinase*) i jej frakcji sercowej (CPK-MB, *creatine phosphokinase-myocardial bound*) w 6. i 12. godzinie po zabiegu.

Obserwacja pacjenta była kontynuowana do 28. dnia po zabiegu i miała na celu analizę wpływu czynników

Table 1. Co-morbidities of the study population**Tabela 1.** Charakterystyka badanej populacji

	Grupa n = 95 (100%) Group n = 95 (100%)
Age (years) Wiek (lata)	70.2 ± 7.6
Male Mężczyzna	86 (91%)
Ischemic heart disease Choroba niedokrwienna serca	
CCS I	44 (46%)
CCS II	6 (6%)
Myocardial infarction Zawał serca	21 (22%)
PTCA	7 (7%)
CABG	7 (7%)
Diabetes mellitus type 2 Cukrzyca typu 2	8 (8%)
Dyslipidemia Dyslipidemia	44 (46%)
Arterial hypertension Nadciśnienie tętnicze	95 (100%)
Smoking Nikotyzm	95 (100%)
Peripheral artery disease Choroba tętnic obwodowych	22 (23%)
Stroke Udar mózgu	10 (10%)
Previous CEA Wcześniejsza CEA	(12%)
Renal failure (creatinine > 2 mg/dl) Niewydolność nerek	3 (4%)
Preoperative beta-blockers Terapia β-blokerami	46 (64%)
Preoperative statins Terapia statynami	11 (12%)
NYHA II	24 (25%)
NYHA III	8 (8%)
EF (%)	52% ± 8.2
BMI	26.2 ± 3.8

CCS (Canadian Cardiovascular Society Angina Grading Scale) 3/4 skala zaawansowania dławicy piersiowej opracowana przez Kanadyjskie Towarzystwo Sercowo-Naczyniowe; PTCA (percutaneous coronary angioplasty) — przezskórna angioplastyka tętnic wieńcowych; CABG (coronary artery by-pass grafting) — pomostowanie aortalno-wieńcowe; CEA (carotid endarterectomy) — endarterektomia tętnic szyjnych; NYHA (New York Heart Association Functional Classification) — klasyfikacja ciężkości objawów niewydolności krążenia Nowojorskiego Towarzystwa Kardiologicznego; EF (ejection fraction) — frakcja wyrzutowa lewej komory serca; BMI (body mass index) — wskaźnik masy ciała

ies. The mean operating time was 155 minutes (140–260) and aorta cross-clamping time equalled 41.8 ± 15.4 minutes (ranges 22–97 minutes). The mean blood loss during the procedure was 569.4 ± 392 ml. Based on invasive blood pressure monitoring, the mean of minimal values for systolic blood pressure was 80 ± 13 mm Hg (range

okołooperacyjnych, parametrów hemodynamicznych i metabolicznych na ryzyko zgonu w populacji badanej.

Analizę statystyczną wykonano przy użyciu programu STATISTICA (StatSoft, Inc. 2009, STATISTICA data analysis software system, version 8.0). Zależnie od typu analizowanych danych wykorzystano następujące testy: t-Studenta, Manna-Whitney'a lub χ^2 . Wyniki nieparametrycznego testu U-Manna-Whitney'a przedstawiono jako medianę z rozkładem międzykwartylowym. Wyniki uznawano za istotne statystycznie przy osiągnięciu poziomu $p < 0,05$.

Wyniki

Dane demograficzne badanej populacji wraz z danymi o chorobach współistniejących przedstawiono w tabeli I.

U wszystkich pacjentów wykonano zabieg implantacji prostej protezy do aorty brzusznej poniżej odejścia tętnic nerkowych metoda otwartą. Średni czas operacji wynosił 155 minut (zakres 140–260), zaś średni czas zaklemania aorty wynosił 41,8 ± 15,4 minut (zakres 22–97). Utrata śródoperacyjna krwi wynosiła średnio 569,4 ± 392 ml. Na podstawie ciągłego pomiaru ciśnienia tętniczego metodą bezpośrednią zarejestrowano, że minimalne wartości skurczowego ciśnienia tętniczego wynosiły średnio 80 ± 13 mm Hg (zakres 50–120), zaś maksymalne 160 ± 23 mm Hg (zakres 120–220). Minimalne wartości rozkurczowego ciśnienia tętniczego wynosiły średnio 52 ± 10 mm Hg (zakres 30–80), zaś maksymalne 88 ± 9 mm Hg (zakres 70–110).

Zmiany wybranych parametrów hemodynamicznych i metabolicznych w określonych momentach badania zostały przedstawione w tabeli II.

Na podstawie badań biochemicznych (zakres wartości troponiny I: 0,01–0,2 mcg/L, CPK-MB: 17–35 IU/L) i badania elektrokardiograficznego u 26% pacjentów stwierdzono nieme niedokrwienie mięśnia sercowego. W grupie badanej do 3. doby pooperacyjnej nie wystąpił zgon. Głównymi powikłaniami pooperacyjnymi były: epizody niestabilnej duszniczy bolesnej, niewydolność serca, niewydolność nerek, niedokrwienie jelit oraz wstrząs hipowolemiczny. Wszystkie przypadki zgonów we wczesnym okresie pooperacyjnym miały etiologię sercowo-naczyniową, z czego u 6 z 7 pacjentów bezpośrednio sercową, zaś u jednego chorego przyczyną zgonu był rozległy udar mózgu. W 4 przypadkach z 6 zgonów o przyczynie sercowej resuscytacja krążeniowo-oddechowa była nieskuteczna. U pozostałych dwóch pacjentów zgon był następstwem poważnej niewydolności lewokomorowej. Analizę wpływu wybranych parametrów na śmiertelność w 28-dniowym okresie obserwacji przedstawia tabela III.

Table II. Perioperative hemodynamic and metabolic parameters**Tabela II.** Zmiany wybranych parametrów hemodynamicznych i metabolicznych

	Initial n = 95	1 st minute post unclamping Pierwsza minuta po odklepowaniu aorty	30 th minute post unclamping Trzydziesta minuta po odklepowaniu aorty	P value Wartość p
pH	7.39 ± 0.05	7.33 ± 0.05*	7.37 ± 0.06* **	0.048
Lactate Mleczany	1.0 ± 0.4	1.5 ± 0.6*	1.9 ± 1.9*	0.047
K ⁺ [mmol/l]	3.7 ± 0.4	3.8 ± 0.4	3.9 ± 0.4*	0.048
Hb [g/%]	11.8 ± 2.0	10.0 ± 1.8*	9.5 ± 1.8*	0.046
SBP	124 ± 16	101 ± 18*	104 ± 19*	0.001
DBP	77 ± 8	67 ± 11*	68 ± 13*	0.001

Hb (hemoglobin) — hemoglobina; SBP (systolic blood pressure) — skurczowe ciśnienie tętnicze; DBP (diastolic blood pressure) — rozkurczowe ciśnienie tętnicze; *versus initial/w odniesieniu do stanu wartości początkowych; **versus 1st minute post aorta unclamping/w odniesieniu do pierwszej minuty po odklepowaniu aorty

50–120), and the mean of the maximal values equaled 160 ± 23 mm Hg (range 120–220). The mean value for minimal diastolic blood pressure was 52 ± 10 mm Hg (range 30–80), with the mean for the maximal diastolic blood pressure values equaling 88 ± 9 mm Hg (range 70–110). The chosen perioperative hemodynamic and metabolic parameters are shown in table II.

Based on the biochemical results (troponine I values range: 0.01–0.2 mcg/L, CPK-MB: 17–35 IU/L) and 12-lead electrocardiographic studies, 26% of the patients were diagnosed with silent myocardial ischemia. No deaths occurred during the operation or within the first 3 postoperative days. All deaths in the early postoperative period of this study were of vascular etiology, with 6 out of 7 deaths being of direct cardiac origin, whereas one death was a consequence of massive cerebral stroke. In 4 out of 6 cardiac deaths, cardio-pulmonary resuscitation following the cardiac arrests was unsuccessful. The remaining two deaths were myocardial infarctions with severe left ventricular failure. The influence of the chosen parameters on 28-day mortality is presented in table III.

Discussion

Early 28-day perioperative mortality for elective procedures approximates 2.1 to 5.4% as reported in literature, it is 5.5% in the presented study. The main perioperative complications were: unstable angina episodes, heart failure, renal failure, intestinal ischemia and hypovolemic shock. It is estimated that some 40% of postoperative complications are classified as myocardial ischemia and it is the leading cause of early mortality. This can be related to the fact that over 60% of patients have haemodynamically significant coronary stenoses and this study further supports this finding. Given the lack of an ideal non-invasive diagnostic tool that could definitely identify patients at risk of cardiovascular complications,

Omówienie

Wczesna 28-dniowa śmiertelność po planowej operacji jest szacowana na 2,1–5,4%, zaś w prezentowanym badaniu wynosiła 5,5%. Szacuje się, że około 40% powikłań pooperacyjnych jest klasyfikowanych jako niedokrwienie mięśnia sercowego i stanowi główną przyczynę zgonu we wczesnym okresie pooperacyjnym. Jest to niewątpliwie związane z faktem, że ponad 60% pacjentów ma istotne hemodynamicznie zwężenia tętnic wieńcowych. Wobec braku idealnego narzędzia do nieinwazyjnej identyfikacji pacjentów o wysokim stopniu ryzyka powikłań sercowo-naczyniowych, w codziennej praktyce klinicznej używa się wielu skal do stratyfikacji ryzyka (skala Goldmana, Glasgow Aneurysm Score, model ryzyka Leiden, Revised Cardiac Risk Index) [4–9]. Oszacowanie ryzyka przy użyciu powyższych punktacji jest wstępnym elementem oceny pacjentów, zaś kolejne etapy obejmują diagnostykę nieinwazyjną i inwazyjną układu sercowo-naczyniowego u wybranych pacjentów. Celem szczegółowej diagnostyki funkcji układu sercowo-naczyniowego w okresie przedoperacyjnym jest identyfikacja pacjentów, którzy odnieśliby potencjalne korzyści rewaskularyzacji naczyń wieńcowych przed operacją tętniaka aorty brzusznej.

W prezentowanym badaniu wzrost stężenia mleczanów, potasu oraz spadek wartości pH podczas pierwszych minut po odklepowaniu aorty były istotnymi statystycznie czynnikami ryzyka zwiększającymi ryzyko zgonu we wczesnym okresie pooperacyjnym. Chociaż powyższe parametry metaboliczne są uznanymi czynnikami w ocenie stanu pacjenta, wyniki przeprowadzonego badania w opinii autorów podkreślają wagę konieczności ich śródoperacyjnej oceny zwłaszcza w pierwszych minutach po odklepowaniu aorty. Prezentowane badanie potwierdza znaczący wpływ zaburzeń metabolicznych powstałych w wyniku niedokrwienia dużych naczyń

Table III. The influence of the chosen parameters on 28-day mortality**Tabela III.** Wpływ wybranych parametrów na śmiertelność do 28. dnia po operacji

	Non-survivors (n = 7) Zgon	Survivors (n = 88) Przeżycie	p
Age (years) Wiek (lata)	70.6 ± 4.8	69.6 ± 5.4	0.114
Gender (Male/Female) Płeć (mężczyzna/kobieta)	6 (86%)/1 (14%)	82 (93%)/6 (7%)	0.299
Epidural analgesia (Yes/No) Znieczulenie zewnątrzoponowe	2 (29%)/5 (71%)	71 (81%)/17 (19%)	0.038
BMI >30/≤30	0 (0%)/7 (100%)	7 (9%)/74 (91%)	0.998
IHD (Yes/No) IHD (Tak/Nie)	4 (57%)/3 (43%)	38 (43%)/50 (57%)	0.620
MI (Yes/No) MI (Tak/Nie)	2 (29%)/5 (71%)	15 (17%)/73 (83%)	0.851
DM (Yes/No) DM (Tak/Nie)	0 (0%)/7 (100%)	6 (7%)/82 (93%)	0.899
Cross-clamp time >30/≤30 min Czas odklepowania aorty >30/≤30 min	6 (86%)/1 (14%)	72 (82%)/16 (18%)	0.566
Cross-clamp time >40/≤40 min Czas odklepowania aorty >40/≤40 min	3 (43%)/4 (57%)	43 (49%)/45 (51%)	0.989
pH*	7.27 ± 0.08	7.34 ± 0.05	0.006
Lactate* [mmol/l] Mleczany	2.15 ± 1.3	1.48 ± 0.5	0.035
K+* [mmol/l]	4.3 ± 0.6	3.8 ± 0.4	0.021
pH**	7.30 ± 0.08	7.33 ± 0.05	0.512
Lactate** [mmol/l] Mleczany	1.9 ± 1.0	1.5 ± 0.5	0.355
K+** [mmol/l]	4.0 ± 0.6	3.8 ± 0.4	0.154
Hb**	9.6 ± 1.8	10.1 ± 1.8	0.250
Hct**	31 ± 6	33 ± 6	0.321
Max HR	118 ± 17	105 ± 19	0.121
Min HR	56 ± 16	49 ± 10	0.402
Max SBP	167 ± 35	161 ± 21	0.315
Min SBP	81 ± 17	78 ± 12	0.402
Max DBP	86 ± 12	88 ± 9	0.450
Min DBP	49 ± 12	52 ± 10	0.654
Diuresis Diureza	300 (100–1200)	250 (80–1300)	0.321***
Blood loss >1000/≤1000 ml Utrata krwi >1000/≤1000 ml	1 (14%)/6 (86%)	8 (9%)/80 (91%)	0.421
Blood products — PRBC/FFP (Yes/No) Preparaty krwiozastępcze — PRBC/FFP (Tak/Nie)	3 (43%)/4 (57%)	15 (17%)/73 (83%)	0.558

BMI (*body mass index*) — wskaźnik masy ciała; IHD (*ischaemic heart disease*) — choroba niedokrwienna serca; MI (*myocardial infarction*) — zawał serca; DM (*diabetes mellitus*) — cukrzyca; K⁺ (*potassium ions*) — jon potasu; Hb (*hemoglobin*) — hemoglobina, Hct (*hematocrit*) — hematokryt, HR (*heart rate*) — częstość serca; SBP (*systolic blood pressure*) — skurczowe ciśnienie tętnicze; DBP (*diastolic blood pressure*) — rozkurczowe ciśnienie tętnicze; PRBC (*packed red blood cells*) — koncentrat krwinek czerwonych; FFP (*fresh frozen plasma*) — osocze świeżo mrożone; *1st minute after cross-clamp release/pierwsza minuta po odklepowaniu aorty; **30th minute after cross-clamp release/trzydziesta minuta po odklepowaniu aorty; ***U-Mann-Whitney test/test U-Manna-Whitney'a

many scales are commonly used for cardiovascular risk stratification (Goldman scale, Glasgow Aneurysm Score, Leiden Risk Model, Revised Cardiac Risk Index) [4–9].

w okresie ich śródoperacyjnego zaklepowania na wystąpienie komplikacji w okresie pooperacyjnym. Dlatego też zwrócenie szczególnej uwagi na pacjentów ze śród-

Approximating the risk for cardiac episodes by using the above mentioned scales is an initial step of patient identification, the next level is non-invasive and invasive cardiac evaluation. The aim of a detailed cardiac evaluation is to determine which of the vascular patients might benefit from coronary revascularization prior to abdominal aneurysm operations.

In this study group an increase of lactate, potassium or decrease pH levels during the first minute post cross-clamp release were significant risk factors for perioperative death. Additionally, significantly higher mortality was reported among patients without epidural anaesthesia. The importance of metabolic parameters is a recognized risk factor, however their statistical significance within the first minute post cross-clamp release is in our opinion of crucial importance. It shows definitely that the ischemic disturbances occur during the cross-clamping of a major vessel and that has a major influence on the patient's postoperative complications. Patients presenting with significant pH decrease, as well as lactate and potassium level increase should receive extra attention in the postoperative period.

The advantages of epidural anaesthesia are widely known and cannot be overemphasized. The results may be explained as secondary to systemic vascular resistance decrease, therefore reducing the myocardial oxygen demand and improving peripheral circulation within the anaesthetized region. Excellent postoperative analgesia protects the patient from the negative consequences of vegetative stimulation, such as tachycardia and hypertension. In the opinion of the authors, epidural anaesthesia combined with general anaesthesia should be a part of an anaesthetic plan, applied to all patients operated on for abdominal aortic aneurysms.

Conclusions

1. Epidural anaesthesia is an independent factor decreasing mortality in the early postoperative period in patients undergoing abdominal aorta aneurysm repair.
2. A decrease of pH value and increase of lactate and K⁺ levels within the first minute after aortic cross-clamp release may be a valuable tool in identifying patients with an increased risk of perioperative death after abdominal aorta prosthesis implantation.

operacyjnym istotnym zmniejszeniem wartości pH krwi tętniczej, jak również wzrostem stężenia mleczanów czy potasu może zapobiec zagrażającym życiu powikłaniom w okresie pooperacyjnym.

Korzyści płynące z zastosowania znieczulenia zewnątrzoponowego są powszechnie znane. Efekt ten może być wyjaśniony jako wtórny do zredukowanego obwodowego oporu naczyniowego, co powoduje zmniejszenie zapotrzebowania mięśnia sercowego na tlen, a także do poprawy krążenia obwodowego w odcinku poddanym anestezji regionalnej. Ponadto, umożliwia adekwatne leczenie przeciwbólowe w okresie pooperacyjnym, co zabezpiecza pacjenta przed negatywnymi skutkami niepotrzebnej stymulacji wegetatywnej, takimi jak tachykardia czy hipertensja. W opinii autorów niniejszej pracy połączenie znieczulenia ogólnego z regionalnym znieczuleniem zewnątrzoponowym powinno być standardowym postępowaniem anestezjologicznym przy operacji tętniaków aorty brzusznej.

Wnioski

1. Zastosowanie znieczulenia zewnątrzoponowego u pacjentów poddawanych operacjom tętniaków aorty brzusznej jest niezależnym czynnikiem zmniejszającym śmiertelność we wczesnym okresie pooperacyjnym.
2. Zmniejszenie wartości pH, wzrost stężenia potasu i mleczanów w pierwszych minutach po odkleśnianiu aorty może być przydatnym wskaźnikiem do identyfikacji pacjentów, u których występuje zwiększone ryzyko zgonu we wczesnym okresie po operacjach implantacji protezy do aorty brzusznej.

References

1. Golden MA, Whittemore AD, Donaldson MC et al. (1990) Selective evaluation and management of coronary artery disease in patients undergoing repair of abdominal aortic aneurysms: a 16-year experience. *Ann Surg*; 212: 415–420.
2. Lachapelle K, Graham AM, Symes JF (1992) Does the clinical evaluation of the cardiac status predict outcome in patients with abdominal aortic aneurysms? *J Vasc Surg*; 15: 964–970.
3. Hertzner NR, Mascha EJ, Karafa MT et al. (2002) Open infrarenal abdominal aortic aneurysm repair: the Cleveland Clinic experience from 1989 to 1998. *J Vasc Surg*; 35: 1145–1154.
4. Hoeks M, Schouten O, Maureen J et al. (2007) Preoperative testing before major vascular surgery. *J Nucl Cardiol*; 14: 885–891.
5. Faizer R, Derose G, Lawlor K (2007) Objective scoring systems of medical risk: a clinical tool for selecting patients for open or endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg*; 45: 1102–1108.
6. Suggs WD, Smith RB III, Weintraub WS (1993) Selective screening for coronary artery disease in patients undergoing elective repair of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg*; 18: 349–355.
7. Norgren L, Hiatt W (2007) Trans-Atlantic Inter-Society Consensus (TASC-II) for the Management of Peripheral Vascular Disease. *J Vasc Surg*; 45: 5–67.
8. Baxendale B, Baker D, Hutchinson A et al. (1996) Haemodynamic and metabolic response to endovascular repair of infra-renal aortic aneurysms. *BJA*; 77: 581–585.
9. Ali Z, Callaghan C, Sheikh A et al. (2008) Perioperative myocardial injury after elective open abdominal aortic aneurysms repair predict outcome. *Eur J Vasc Endovasc Surg*; 35: 413–419.