

## Analiza wpływu wybranych czynników na zmiany okołoperacyjnego stężenia mleczanów we krwi u chorych poddanych operacji pomostowania aortalno-wieńcowego z użyciem krążenia pozaustrojowego



Impact of selected factors on changes of perioperative blood lactate concentration, in patients undergoing on-pump coronary bypass surgery

Mirosław Wilczyński<sup>1</sup>, Łukasz Krzych<sup>1</sup>, Danuta Gierek<sup>2</sup>, Krzysztof Białek<sup>1</sup>, Andrzej Bochenek<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Oddział Kardiologii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego, Górnośląskie Centrum Medyczne, Katowice

<sup>2</sup> Oddział Intensywnej Opieki Medycznej SPSK nr 7 Śląskiego Uniwersytetu Medycznego, Górnośląskie Centrum Medyczne, Katowice

Kardiologia i Torakochirurgia Polska 2009; 6 (2): 112–117

### Streszczenie

**Wstęp:** Stężenie mleczanów we krwi jest odzwierciedleniem proporcji pomiędzy ilością dostarczonego tlenu a jego zużyciem w tkankach zaopatrywanych przez mikrokrążenie. Znaczenie stężenia mleczanów w surowicy krwi u chorych poddanych zabiegom kardiologicznym może mieć ważne znaczenie prognostyczne.

**Cel:** Autorzy pracy podjęli próbę oceny wpływu wybranych czynników przed- i pooperacyjnych na stężenie mleczanów w surowicy krwi chorych poddanych operacji pomostowania tętnic wieńcowych z użyciem krążenia pozaustrojowego.

**Materiał i metody:** Wieloczynnikowej analizie poddano dane od 132 chorych. W badaniu analizowano podstawowe dane demograficzne i kliniczne, takie jak: wiek, płeć, BMI, klasę czynnościową według NYHA, klasę według CCS, obecność cukrzycy, nadciśnienia tętniczego, wartość hemoglobiny i hematokrytu, a także ryzyko okołoperacyjne według algorytmów EUROSCORE i logistic EUROSCORE. Ponadto analizie poddano podstawowe dane śródoperacyjne, takie jak: czas trwania krążenia pozaustrojowego (CPBT) i czas zakleszczenia aorty (CCT) oraz pooperacyjne wartości hemoglobiny i hematokrytu.

Oznaczeń stężenia mleczanów z krwi tętniczej dokonywano w czterech przedziałach czasowych: dwukrotnie przed operacją, przed indukcją i po indukcji znieczulenia oraz dwukrotnie po operacji, pomiędzy 12. a 24. godziną po zabiegu.

**Wyniki:** Wyniki analizy wielu zmiennych wykazały, że pooperacyjne stężenie mleczanów znamienne statystycznie zależało od czasu krążenia pozaustrojowego (zależność dodatnia), pooperacyjnego stężenia hemoglobiny (zależność ujemna) oraz stężenia przedoperacyjnego mleczanów (zależność dodatnia).

### Abstract

**Introduce:** Blood lactate concentration reflects the proportion between tissue oxygen supply and demand. Therefore, the blood lactate level of cardiac surgical patients may have an important prediction value.

**Aim:** The authors of the study have tried to assess the impact of selected perioperative factors on blood lactate concentration in patients undergoing on-pump coronary bypass surgery.

**Material and Methods:** We reviewed data from 132 patients who underwent CABG with cardiopulmonary bypass (CPB). Basic demographic and clinical data such as age, sex, BMI, NYHA class, CCS class, diabetes, hypertension, haemoglobin and haematocrit level, also EUROSCORE and logistic EUROSCORE have been analyzed. Furthermore, cardiopulmonary bypass time (CPBT), cross-clamp time (CCT) and postoperative haematocrit and haemoglobin level were analyzed. Arterial blood lactate concentration was measured four times: twice before the operation – prior and post anaesthetic induction – and twice after surgery – around 12 and 24 hours postoperatively.

**Results:** The analysis of several factors showed that postoperative blood lactate concentration depends on CPBT (positive correlation), postoperative haemoglobin level (negative correlation) and preoperative lactate concentration (negative correlation) and the correlation for these factors is statistically significant. Furthermore, perioperative and postoperative lactate concentration had a statistically significant correlation with EUROSCORE level and logistic EUROSCORE.

**Conclusion:** The above data confirm the usefulness of measuring blood lactate concentration as an important diagnostic factor for postoperative complications.

**Adres do korespondencji:** dr n. med. Mirosław Wilczyński, I Oddział Kardiologii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego, ul. Ziółowa 45/47, 40-635 Katowice-Ochojec, tel. +48 32 359 86 10, e-mail: miroslaw.wilczynski@cardiosurg.pl

Przedoperacyjne i pooperacyjne stężenia mleczanów u operowanych chorych znamienne statystycznie zależały również od wartości EUROSCORE i logistic EUROSCORE – powszechnie stosowanej skali oceny ryzyka okotooperacyjnego.

**Wnioski:** Przedstawione wyniki potwierdzają przydatność oznaczania stężenia mleczanów jako parametru prognostycznego, powikłań pooperacyjnych zabiegów z użyciem krążenia pozaustrojowego.

**Słowa kluczowe:** mleczany, pomostowanie naczyń wieńcowych, krążenie pozaustrojowe.

## Wstęp

Stężenie mleczanów we krwi jest odzwierciedleniem proporcji pomiędzy dostarczonym tlenem a jego zużyciem w tkankach zaopatrywanych przez mikrokrążenie. Uważa się, że jest jednym z najważniejszych markerów upośledzonego krążenia i perfuzji tkankowej.

Podwyższone stężenie mleczanów jest wyrazem dysfunkcji narządowych, do których dochodzi w wielu jednostkach chorobowych. Niejednokrotnie występuje także u chorych po zabiegach kardiologicznych z użyciem krążenia pozaustrojowego, korelując z ryzykiem wystąpienia powikłań pooperacyjnych.

Zatrzymanie akcji serca roztworem kardiopleginy w trakcie operacji z użyciem krążenia pozaustrojowego początkowo beztlenowy szlak metabolizmu mięśnia sercowego w procesie glikolizy, którego produktem końcowym są m.in. mleczany. Natomiast wzmożona produkcja mleczanów w okresie reperfuzyjacji może sugerować upośledzenie powrotu na normalny metabolizm tlenowy serca i innych narządów.

Sugeruje się, że oznaczanie stężenia mleczanów u chorych po zabiegach kardiologicznych może mieć znaczenie prognostyczne, bezsprzecznie bardziej wiarygodnie przewidując rokowanie niż ocena takich parametrów hemodynamicznych, jak: rzut serca, wskaźnik sercowy, systemowe i płucne opory naczyniowe czy ciśnienie zaklinowania włośniczek płucnych.

## Cel pracy

Celem pracy była ocena zmian stężenia mleczanów i ich uwarunkowań w okresie okotooperacyjnym u chorych poddawanych zabiegom pomostowania aortalno-wieńcowego (CABG) z użyciem krążenia pozaustrojowego.

## Materiał i metody

Dla realizacji zaplanowanego celu retrospektywnej analizie poddano dane dotyczące 132 chorych hospitalizowanych w I Klinice Kardiologii, poddanych operacji pomostowania aortalno-wieńcowego z użyciem krążenia pozaustrojowego, w lipcu i sierpniu 2008 roku, w trybie planowym lub pilnym (niestabilna dławica piersiowa, n = 32 osoby).

U wszystkich chorych zastosowano standardowe procedury indukcji i podtrzymania znieczulenia, z wykorzystaniem koniecznych do znieczulenia ogólnego, dostosowanych do

**Key words:** lactate, coronary bypass surgery, cardiopulmonary bypass.

masy ciała dawek midazolamu, propofolu, izofluranu i fentanyl.

Zabiegi wykonywano w krążeniu pozaustrojowym, w umiarkowanej hipotermii 32°C, z użyciem kardioplegii krwistej w stosunku 4 : 1 jako protekcji serca przed niedokrwieniem. Krążenie pozaustrojowe prowadzono standardowo z użyciem pompy rolkowej oraz oksygatora membranowego Compactflo Evo firmy Dideco, utrzymując należyty przepływ pomiędzy 2,0 a 3,0 l na min/m<sup>2</sup>, zgodnie z wyliczoną wcześniej powierzchnią ciała (BSA) i ciśnienie przepływu z pompy 60–70 mm Hg.

Przepływ mieszaniny gazowej tlenu i powietrza w trakcie zabiegu dostosowywano tak, aby stężenie parcjalne tlenu w krwi tętniczej pacjenta (pO<sub>2</sub>) wynosiło zawsze powyżej 150 mm Hg, a stężenie parcjalne dwutlenku węgla w krwi tętniczej (pCO<sub>2</sub>) mieściło się pomiędzy 30 a 40 mm Hg.

W celu oceny okotooperacyjnego stężenia mleczanów dokonano oznaczeń czterokrotnie: dwukrotnie przed zabiegiem (przed indukcją i po indukcji znieczulenia) oraz dwukrotnie po operacji (pomiędzy 12. a 24. godziną po zabiegu). Oznaczenia wykonano z krwi tętniczej pobranej na antykoagulant, łącznie z badaniem gazometrycznym, z wykorzystaniem analizatora Bayer B-865, według standardowych procedur.

W badaniu analizowano ponadto podstawowe dane demograficzne i kliniczne, takie jak: wiek chorego, płeć, BMI, obecność cukrzycy i nadciśnienia tętniczego, klasę nasilenia dolegliwości dławicowych według CCS (ang. *Canadian Cardiac Society*), klasę niewydolności krążenia według NYHA (ang. *New York Heart Association*), wartość hemoglobiny i hematokrytu, a także ryzyko okotooperacyjne według algorytmów EUROSCORE i LES (logistic EUROSCORE). Ponadto analizie poddano podstawowe dane śródoperacyjne, takie jak: czas trwania krążenia pozaustrojowego (CPBT) i czas zakleszczenia aorty (CCT) oraz pooperacyjne wartości hemoglobiny i hematokrytu.

Dla potrzeb analizy, za przedoperacyjne stężenie mleczanów przyjęto średnią z dwóch pomiarów przed rozpoczęciem zabiegu, natomiast za pooperacyjną – średnią dwóch pomiarów w dobie „0”. Dodatkowo określono okotooperacyjną zmienność stężenia, definiowaną jako wartość różnicy pomiędzy stężeniem po operacji i przed operacją. Oceniono zmiany okotooperacyjnych wartości stężeń mleczanów oraz ich podstawowe determinanty.

Zmienne ilościowe przedstawiono za pomocą średnich arytmetycznych i odchyłeń standardowych. Normalność

rozkładu zmiennych weryfikowano testem Shapiro-Wilka. Wartości zmiennych jakościowych przedstawiono za pomocą odsetka. Zależność pomiędzy zmiennymi oceniano na podstawie wartości współczynnika korelacji rang Spearmana. Różnice międzygrupowe dla zmiennych ilościowych badano za pomocą testu t-studenta lub analizy wariancji oraz testów U Manna-Whitneya lub Kruskala-Wallisa. Dla zmiennych jakościowych wykorzystano test  $\chi^2$  lub dokładny test Fishera.

W celu ograniczenia wpływu czynników zakłócających wnioskowanie uzupełniono o analizę wielu zmiennych, w oparciu o model regresji liniowej, w którym jako zmienne zależne przyjęto wartości stężenia przed- i pooperacyjnego oraz zmienności stężenia mleczanów, natomiast zmiennymi niezależnymi były: wiek, płeć, BMI, klasa CCS, klasa NYHA, obecność cukrzycy, wartość hemoglobiny i hematokrytu, wartość logistic EuroSCORE, czas krążenia pozaustrojowego oraz czas zakleszczenia aorty w trakcie zabiegu. Przyjęto kryterium znamienności statystycznej  $p < 0,05$ .

## Wyniki

W badaniu uczestniczyło 132 badanych, 40 kobiet i 92 mężczyzn. Średni wiek badanych wynosił  $63,7 \pm 9,0$  lat. Szczegółową charakterystykę badanych przedstawiono w tabeli I. Znamienne statystycznie różnice między kobietami a mężczyznami odnotowano w przypadku ryzyka operacyjnego szacowanego algorytmem LES oraz okołoperacyjnych wartości hemoglobiny i hematokrytu. Stężenie mleczanów przed operacją wynosiło przeciętnie  $0,52 \pm 0,19$  mmol/l, po operacji natomiast  $1,2 \pm 0,38$  mmol/l ( $p < 0,05$ ). Okołoperacyjna zmienność stężenia (wypadkowa różnica po zabiegu – przed zabiegiem) mleczanów wynosiła  $0,67 \pm 0,26$  mmol/l. Okołoperacyjne zmiany stężenia mleczanów, z uwzględnieniem zróżnicowania związanego z płcią badanych, zawiera tabela II.

Obecność cukrzycy, klasa NYHA oraz obecność niestabilnej choroby wieńcowej nie różnicowały wartości stężenia mleczanów, co ilustruje tabela III. Jedynie przedoperacyjne

Tab. I. Charakterystyka badanych z uwzględnieniem zróżnicowania związanego z płcią

Zmienna		Kobiety	Mężczyźni	Razem	P
płeć (%)		30,3%	69,7%	–	–
wiek (lata)		$64,5 \pm 5,6$	$63,3 \pm 10,2$	$63,7 \pm 9,0$	0,07
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )		$28,0 \pm 2,7$	$27,0 \pm 1,8$	$27,4 \pm 2,1$	0,1
CCS (%)	II	80%	61,9%	67,7%	0,5
	III	20%	28,6%	25,8%	
	IV	0%	95%	6,5%	
NYHA (%)	I	80%	81%	80,6%	0,7
	II	20%	14,3%	16,1%	
	III	0%	4,7%	3,3%	
cukrzyca (%)		50%	26,1%	33,3%	0,2
HT (%)		100%	100%	100%	–
niestabilna dławica (%)		10%	30,4%	24,2%	0,2
EUROSCORE (pkt)		$3,5 \pm 1,8$	$3,6 \pm 3,1$	$3,6 \pm 2,8$	0,1
LES (%)		$2,99 \pm 2,0$	$4,54 \pm 6,4$	$4,04 \pm 5,4$	0,001
CPBT (min)		$69,9 \pm 12,0$	$71,7 \pm 14,6$	$71,1 \pm 13,7$	0,5
CCT (min)		$37,9 \pm 4,8$	$41,5 \pm 8,1$	$40,3 \pm 7,3$	0,1
hemoglobina (mmol/l)	przed operacją	$8,88 \pm 1,0$	$8,5 \pm 0,31$	$8,75 \pm 0,8$	0,001
	po operacji	$7,1 \pm 0,9$	$6,45 \pm 0,6$	$6,9 \pm 0,9$	0,09
hematokryt (%)	przed operacją	$41,7 \pm 4,4$	$40,2 \pm 1,8$	$41,2 \pm 3,8$	0,008
	po operacji	$28,5 \pm 7,3$	$27,8 \pm 9,1$	$27,9 \pm 6,1$	0,001

BMI – wskaźnik masy ciała; CCS – klasa nasilenia dolegliwości dławicowych według Canadian Cardiac Society; NYHA – klasa niewydolności krążenia według New York Heart Association; HT – nadciśnienie tętnicze; EUROSCORE – całkowite ryzyko operacji według algorytmu EUROSCORE; LES – całkowite ryzyko operacji według algorytmu logistic EUROSCORE; CPBT – całkowity czas krążenia pozaustrojowego; CCT – czas poprzecznego zakleszczenia aorty.

**Tab. II.** Okołooperacyjne wartości stężenia mleczanów z uwzględnieniem zróżnicowania związanego z płcią badanych

Stężenie mleczanów (mmol/l)	Kobiety	Mężczyźni	Razem	P
przedoperacyjne	0,55 ± 0,2	0,52 ± 0,2	0,53 ± 0,2	0,7
pooperacyjne	1,33 ± 0,3	1,15 ± 0,4	1,21 ± 0,4	0,2
zmienność okołooperacyjna	0,78 ± 0,2	0,62 ± 0,3	0,67 ± 0,3	0,1

stężenie mleczanów różniło się pomiędzy grupami badanych w poszczególnych klasach CCS ( $p = 0,04$ ); było ono najwyższe w klasie CCS IV, a najniższe w CCS II. Wyniki korelacji pomiędzy stężeniem mleczanów a badanymi zmiennymi ilościowymi zawiera tabela IV. Przedoperacyjne i pooperacyjne stężenia mleczanów znamienne statystycznie zależały od wartości EUROSCORE (odpowiednio:  $R = 0,42$  i  $R = 0,38$ ) oraz logistic EUROSCORE (odpowiednio:  $R = 0,39$  oraz  $R = 0,36$ ). Przedoperacyjne stężenie ujemnie korelowało z wyjściową wartością hemoglobiny ( $R = -0,45$ ) oraz hematokrytu ( $R = -0,45$ ), natomiast pooperacyjna wartość hemoglobiny korelowała ujemnie ze stężeniem mleczanów oznaczanych po operacji ( $R = -0,51$ ) oraz okołooperacyjną zmiennością stężenia ( $R = -0,38$ ).

Wyniki analizy wielu zmiennych wykazały, iż po uwzględnieniu wpływu czynników zakłócających pooperacyjne stężenie mleczanów znamienne statystycznie zależały od czasu krążenia pozaustrojowego (zależność dodatnia:  $b = 0,65$ ;  $p = 0,05$ ), pooperacyjnego stężenia hemoglobiny (zależność ujemna:  $b = -0,6$ ;  $p = 0,03$ ) oraz stężenia przedoperacyjnego mleczanów (zależność dodatnia:  $b = 1,32$ ;  $p < 0,001$ ), natomiast zmienność okołooperacyjna w sposób istotny statystycznie zależała od czasu krążenia pozaustrojowego (zależność dodatnia:  $b = 0,68$ ;  $p = 0,05$ ). Wpływ pozostałych parametrów na wartość mleczanów

przed operacją, po operacji oraz ich okołooperacyjnych zmian okazał się nieistotny statystycznie.

## Dyskusja

Zasadnicze parametry decydujące o adekwatnej podaży tlenu do tkanek w trakcie operacji serca z użyciem krążenia pozaustrojowego to: hematokryt, ciśnienie perfuzyjne, temperatura, wielkość przepływu krwi oraz opory naczyniowe.

Wzrost stężenia mleczanów w trakcie operacji kardiologicznych i po nich nie jest do końca wyjaśniony, aczkolwiek większość autorów uważa, że jest on wynikiem hipoksji tkankowej nie tylko mięśnia sercowego – typ A hyperlactatemii [1–6].

Są jednak publikacje, które nie potwierdzają jednoznacznie związku pomiędzy kwasimą mleczanową po operacjach z użyciem krążenia pozaustrojowego a niedostatecznym utlenowaniem tkankowym – tzw. typ B [7, 8].

W sytuacji niedokrwienia mięśnia sercowego zasadniczy problem polega na braku odpowiedniej dostawy tlenu do mitochondriów komórkowych i ograniczeniu wydajności cyklu Krebsa jako podstawowego toru metabolicznego. W tej sytuacji zaczyna nasilać się glikoliza i glikogenoliza (rozpad glikogenu). Powstający wówczas nadmiar pirogronianów i wymuszona w następstwie ich odwrotna konwersja do

**Tab. III.** Zróżnicowanie stężenia mleczanów w podgrupach definiowanych przez wybrane parametry kliniczne

Zmienna		Stężenie przedoperacyjne (mmol/l)	Stężenie pooperacyjne (mmol/l)	Zmienność okołooperacyjna	P*
cukrzyca	tak	0,53 ± 0,2	1,14 ± 0,3	0,62 ± 0,2	1, 2, 3 – ns
	nie	0,53 ± 0,2	1,24 ± 0,4	0,7 ± 0,3	
niestabilna dławica	tak	0,64 ± 0,2	1,29 ± 0,3	0,67 ± 0,3	1, 2, 3 – ns
	nie	0,49 ± 0,2	1,16 ± 0,4	0,64 ± 0,2	
klasa CCS	II	0,49 ± 0,2	1,16 ± 0,4	0,67 ± 0,3	1 – 0,04
	III	0,55 ± 0,2	1,25 ± 0,3	0,68 ± 0,2	2, 3 – ns
	IV	0,84 ± 0,1	1,4 ± 0,2	0,56 ± 0,1	
klasa NYHA	I	0,5 ± 0,2	1,2 ± 0,4	0,69 ± 0,3	1, 2 – ns
	II	0,67 ± 0,2	1,2 ± 0,2	0,53 ± 0,2	
	III	0,42 ± 0,2	1,05 ± 0,2	0,63 ± 0,2	

\*1 – przedoperacyjne tak vs nie, 2 – pooperacyjne tak vs nie, 3 – zmienność okołooperacyjna tak vs nie, ns – nieistotne statystycznie.

**Tab. IV.** Korelacja pomiędzy stężeniem mleczanów a wybranymi zmiennymi ilościowymi (wartość współczynnika korelacji rang Spearmana)

Zmienna	Stężenie mleczanów		
	przedoperacyjne	pooperacyjne	zmienność
wiek (lata)	0,23	0,13	0,07
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	<b>-0,32</b>	-0,13	0,0004
EUROSCORE (pkt)	<b>0,42</b>	<b>0,38</b>	0,22
LES (%)	<b>0,39</b>	<b>0,36</b>	0,2
CPBT (min)	0,02	0,13	0,12
CCT (min)	-0,08	-0,04	-0,07
hemoglobina przed operacją (mmol/l)	<b>-0,45</b>	-0,25	-0,04
hemoglobina po operacji (mmol/l)	-	<b>-0,51</b>	<b>-0,38</b>
hematokryt przed operacją (%)	<b>-0,45</b>	-0,28	-0,08
hematokryt po operacji (%)	-	-0,08	-0,04
stężenie mleczanów (mmol/l)	przedoperacyjne	-	<b>0,75</b>
	pooperacyjne	<b>0,75</b>	-
	zmienność	<b>0,4</b>	<b>0,85</b>

Czcionką pogrubioną oznaczono zależności istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ).

BMI – wskaźnik masy ciała; EUROSCORE – całkowite ryzyko operacji według algorytmu EUROSCORE; LES – całkowite ryzyko operacji według algorytmu logistic EUROSCORE; CPBT – całkowity czas krążenia pozaustrojowego; CCT – czas poprzecznego zaklemania aorty.

mleczanów wyjaśnia znany fakt zwiększonej produkcji kwasu mlekowego przez niedokrwiony mięsień i uwalnianie tego metabolitu do krwi. Dochodzi więc do nasilonej glikolizy beztlenowej, z odwróceniem normalnie występującego zjawiska pochłaniania mleczanów pochodzenia pozasercowego, w kierunku zwiększania ich produkcji i masywnego uwalniania poza komórki. Wzrost stężenia mleczanów w krwi tętniczej w trakcie krążenia pozaustrojowego powyżej 3 mmol/l jest zazwyczaj pierwszym sygnałem o niewystarczającej perfuzji tkankowej [1].

Demers i wsp. [9] analizując dane 1376 chorych poddanych operacji serca z użyciem krążenia pozaustrojowego, wykazali, że stężenie mleczanów powyżej 4 mmol/l wiązało się ze statystycznie wyższym ryzykiem wystąpienia powikłań pooperacyjnych, ze zgonem chorego włącznie.

Prawidłową perfuzję narządową wyraża się poprzez zapotrzebowanie w tlen ( $DO_2$ ), który wylicza się z iloczynu stężenia tlenu we krwi tętniczej (ml/l) i prędkości przepływu pompy do krążenia pozaustrojowego. Samo stężenie tlenu we krwi tętniczej zależy jednocześnie od zawartości hemoglobiny i jej saturacji tlenem. Dlatego też wartość hemoglobiny i hematokrytu przed operacją, jak i w trakcie krążenia pozaustrojowego są niezwykle istotne do oceny adekwatnego utlenowania tkanek.

Autorzy pracy nie stosowali dotychczas rutynowo monitoringu tego parametru bezpośrednio przed operacją, w trakcie krążenia pozaustrojowego i po zabiegu. Stężenie mleczanów we krwi oznaczano jedynie pooperacyjnie u chorych

manifestujących objawy zespołu małego rzutu serca, jako parametru stopnia niedotlenienia tkankowego i związanego z tym uszkodzenia narządowego.

Do badania włączono 132-osobową grupę chorych poddanych operacji pomostowania tętnic wieńcowych z użyciem krążenia pozaustrojowego, w okresie od lipca do sierpnia 2008 roku. Dokonano analizy kilkunastu czynników przedoperacyjnych, takich jak: wiek i płeć chorego, poziom hemoglobiny i hematokrytu, BMI, klasę czynnościową NYHA, CCS, nadciśnienie tętnicze *etc.*, oraz zasadniczych czynników śródoperacyjnych, jak czas krążenia pozaustrojowego (CPBT) i czas zakleszczenia aorty (CCT). Analizowano również poziom hemoglobiny i hematokrytu bezpośrednio po operacji jako zasadniczych wskaźników stopnia hemodylucji w wyniku krążenia pozaustrojowego.

Wyniki analizy wielu zmiennych wykazały, że pooperacyjne stężenie mleczanów w surowicy znamienne statystycznie zależało od czasu krążenia pozaustrojowego (zależność dodatnia), pooperacyjnego stężenia hemoglobiny (zależność ujemna) oraz stężenia mleczanów przed operacją (zależność dodatnia). Te wstępne wnioski pokrywają się zresztą z innymi autorami, którzy wydłużony CPBT i CCT oraz niski poziom hemoglobiny i hematokrytu uważają za główne czynniki podwyższonego stężenia mleczanów po operacji [1, 5, 10].

Wielu autorów potwierdza w swoich badaniach, że podwyższony poziom mleczanów często towarzyszy powikłaniom pooperacyjnym związanym z niedotlenieniem tkanek, spowodowanych zarówno zespołem niskiego rzutu serca,



jak i problemami z adekwatnym prowadzeniem perfuzji w ramach krążenia pozaustrojowego [2, 4, 9].

Ranucci i wsp. [11], badając chorych poddanych zabiegom chirurgicznej rewaskularyzacji wieńcowej, wykazali, że znaczna hemodylucja na poziomie hematokrytu poniżej 25% jest niezależnym czynnikiem ryzyka pooperacyjnej niewydolności nerek. Wiadomo, że ostra niewydolność nerek po zabiegach kardiologicznych wynika przede wszystkim z niedostatecznej ich perfuzji i zaopatrzenia w tlen w trakcie krążenia pozaustrojowego. W takich sytuacjach stężenie mleczanów po operacji jest zawsze podwyższone. Inni autorzy również potwierdzają korelację pomiędzy niskim poziomem hematokrytu po operacji, podwyższonym poziomem mleczanów w trakcie operacji a ryzykiem wystąpienia ostrej niewydolności nerek po zabiegach CABG [12].

W naszej badanej grupie nie odnotowano przypadku pooperacyjnej ostrej niewydolności nerek, ale też wartości stężenia mleczanów nigdy nie przekraczały 1,6 mmol/l.

Tataro i Raper dokonali analizy wpływu stosowania norepinefryny (Levonoru) na występowanie kwasicy mleczanowej w okresie pooperacyjnym [7]. Zbyt wysokie dawki leków presyjnych, stosowane we wczesnym okresie pooperacyjnym w celu podniesienia ciśnienia tętniczego, mogą wpływać niekorzystnie na perfuzję narządową, np. nerek, wątroby czy też krezki jelit. Zazwyczaj obserwuje się to u chorych manifestujących zespół małego rzutu serca po zabiegu kardiologicznym [2, 13].

W badanej grupie przedoperacyjne i pooperacyjne stężenia mleczanów znamienne statystycznie zależały także od wartości EUROSCORE i logistic EUROSCORE, co również wydaje się logiczne. Im wyższy indeks EUROSCORE (chory z wyższym ryzykiem operacyjnym), tym większe ryzyko niedostatecznej perfuzji tkankowej w trakcie krążenia pozaustrojowego.

Oznaczanie stężenia mleczanów w trakcie operacji serca z użyciem krążenia pozaustrojowego wydaje się jedną z najlepszych metod na monitorowanie prawidłowej perfuzji narządowej oraz markerem odpowiedniej podaży tlenu i jego zużycia przez tkanki.

Standardowa kontrola stężenia mleczanów we krwi u chorych poddanych zabiegom z użyciem krążenia pozaustrojowego może być bardzo przydatnym czynnikiem prognostycznym wystąpienia powikłań pooperacyjnych z niedostateczną perfuzją i utlenowaniem tkankowym.

Praca jest wstępem do szerszego badania naukowego mającego na celu ocenę przydatności standardowego oznaczania stężenia mleczanów przed zabiegiem oraz w trakcie krążenia pozaustrojowego, u pacjentów poddanych operacjom kardiologicznym i przydatności tego parametru jako czynnika predykcyjnego wystąpienia powikłań pooperacyjnych.

## Wnioski

1. Wyniki analizy wieloczynnikowej pokazały, że pooperacyjne stężenie mleczanów we krwi pacjentów poddanych operacji pomostowania wieńcowego z użyciem krążenia pozaustrojowego znamienne statystycznie zależało od czasu krążenia pozaustrojowego (zależność dodatnia), pooperacyjnego stężenia hemoglobiny (zależność ujemna) oraz stężenia przedoperacyjnego mleczanów (zależność ujemna).
2. Przedoperacyjne i pooperacyjne stężenia mleczanów u operowanych chorych znamienne statystycznie zależały od wartości EUROSCORE i logistic EUROSCORE.
3. Wydaje się, że standardowe oznaczanie stężenia mleczanów w surowicy krwi chorych poddawanych zabiegom z użyciem krążenia pozaustrojowego może być wysoce przydatnym czynnikiem prognostycznym wystąpienia powikłań pooperacyjnych związanych z niedostateczną perfuzją i utlenowaniem tkankowym.

## Piśmiennictwo

1. Ranucci M, De Toffol B, Isgro G, Romitti F, Conti D, Vicentini M. Hyperlactatemia during cardiopulmonary bypass: determinants and impact on postoperative outcome. *Crit Care* 2006; 10: R167.
2. Rao V, Ivanov J, Weisel RD, Cohen G, Borger MA, Mickle DA. Lactate release during reperfusion predicts low cardiac output syndrome after coronary bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 1925-1930.
3. Ranucci M. What is 'normal' pump flow? *Kardiologia i Torakochirurgia Polska* 2006; 3: 100-102.
4. Takala J, Uusaro A, Parviainen I, Ruokonen E. Lactate metabolism and regional lactate exchange after cardiac surgery. *New Horiz* 1996; 4: 483-492.
5. Habib RH, Zacharias A, Schwann TA, Riordan CJ, Durham SJ, Shah A. Adverse effects of low hematocrit during cardiopulmonary bypass in the adult: should current practice be changed? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 125: 1438-1450.
6. Wechsler AS. Implication of myocardial lactate metabolism during CABG (Ando et al.) *Cardiovasc Surg* 1997; 5: 208-209.
7. Totaro RJ, Raper RF. Epinephrine-induced lactic acidosis following cardiopulmonary bypass. *Crit Care Med* 1997; 25: 1693-1699.
8. Raper RF, Cameron G, Walker D, Bowey CJ. Type B lactic acidosis following cardiopulmonary bypass. *Crit Care Med* 1997; 25: 46-51.
9. Demers P, Elkouri S, Martineau R, Couturier A, Cartier R. Outcome with high blood lactate levels during cardiopulmonary bypass in adult cardiac operation. *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 2082-2086.
10. Maillot JM, Le Besnerais P, Cantoni M, Nataf P, Ruffenach A, Lessana A, Brodaty D. Frequency, risk factors, and outcome of hyperlactatemia after cardiac surgery. *Chest* 2003; 123: 1361-1366.
11. Ranucci M, Romitti F, Isgro G, Cotza M, Brozzi S, Boncilli A, Ditta A. Oxygen delivery during cardiopulmonary bypass and acute renal failure after coronary operations. *Ann Thorac Surg* 2005; 80: 2213-2220.
12. Swaminathan M, Phillips-Bute BG, Conlon PJ, Smith PK, Newman MF, Stafford-Smith M. The association of lowest hematocrit during cardiopulmonary bypass with acute renal injury after coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 2003; 76: 784-791.
13. Boldt J, Piper S, Murray P, Lehmann A. Case 2-1999. Severe lactic acidosis after cardiac surgery: sign of perfusion deficits? *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1999; 13: 220-224.