

Wyniki atrioseptomii balonowej i aortografii okluzyjnej w przełożeniu wielkich pni tętniczych

Results of balloon septostomy and occlusion aortography in the transposition of the great arteries

Grażyna Brzezińska-Rajszyś¹, Anna Turska², Andrzej Kansy³,
 Maria Zubrzycka¹, Joanna Książyk¹ i Bożena Rewers¹

¹Pracownia Cewnikowania Serca i Angiografii Instytutu „Pomnik Centrum Zdrowia Dziecka” w Warszawie

²Klinika Kardiologii Instytutu „Pomnik Centrum Zdrowia Dziecka” w Warszawie

³Klinika Kardiochirurgii Instytutu „Pomnik Centrum Zdrowia Dziecka” w Warszawie

Abstract

Background: *Ductus arteriosus patency, balloon atrioseptostomy and diagnosis of coronary arteries anatomy are the important steps of preoperative management of patients with transposition of the great arteries.*

Material and methods: *Between March 2002 and August 2005, 61 patients with transposition of the great arteries, aged 1–47 days (mean 2.7 ± 6.3 days, median 1 day) had balloon atrioseptostomy and occlusion aortography for diagnosis of the coronary arteries anatomy according to Yacoub and Radley-Smith classification.*

Results: *Immediately after atrioseptostomy arterial saturation increased from mean $68.6 \pm 15.8\%$ HbO₂, median 75% HbO₂ (range 30–90% HbO₂) to mean $87.2 \pm 7.8\%$ HbO₂, median 90% HbO₂ (range 64–98% HbO₂). In 6 newborns after atrioseptostomy arterial saturation was below 75% HbO₂ despite the good anatomical result. In all patients occlusion aortography visualized the anatomy of the coronary arteries. Type A was recognized in 48 patients (78.7%), type B in 2 patients (3.3%), type D in 10 patients (16.4%) and type E in one patient (1.6%). There was no type C anatomy recognised in this group. All diagnoses were confirmed during surgery.*

Conclusions: *Balloon atrioseptostomy allows the better arterial saturation in newborns with transposition of the great arteries. Occlusion aortography shows exact anatomy of coronary arteries in newborns with transposition of the great arteries. (Folia Cardiol. 2005; 12: 759–764)*
transposition of the great arteries, balloon atrioseptostomy, coronary arteries anomalies

Adres do korespondencji:

Dr hab. med. Grażyna Brzezińska-Rajszyś
 Pracownia Cewnikowania Serca i Angiografii
 Instytutu „Pomnik Centrum Zdrowia Dziecka”
 Al. Dzieci Polskich 20, 04–730 Warszawa
 tel. (0 22) 815 12 92, faks (0 22) 815 12 76
 e-mail: gbrzezinska@hoga.pl

Nadesłano: 3.10.2005 r. Przyjęto do druku: 18.10.2005 r.

Praca częściowo przygotowana w ramach grantu KBN
 nr 0548/PO5/2002/02.

Wstęp

Korekcję anatomiczną przełożenia wielkich pni tętniczych uznaje się za leczenie z wyboru tej wady [1–5]. Postępowanie diagnostyczno-zabiegowe przed korekcją obejmujące utrzymanie drożności przewodu tętniczego, wykonanie atrioseptomii balonowej oraz dokładną diagnostykę anatomiczną, w tym diagnostykę odejścia i przebiegu tętnic wień-

cowych, umożliwia przygotowanie pacjenta do operacji, zaplanowanie techniki operacji i ocenę jej ryzyka. Przeszczepienie tętnic wieńcowych jest najistotniejszym etapem korekcji anatomicznej przełożenia wielkich pni tętniczych, którego efekt zależy od pierwotnej anatomii tętnic wieńcowych [6] oraz doświadczenia osób wykonujących zabieg [7]. Powikłania wieńcowe uznaje się za najczęstszą przyczynę wczesnych zgonów po anatomicznej korekcji przełożenia wielkich pni tętniczych [3, 8]. Niektóre warianty anatomiczne tętnic wieńcowych wymagają modyfikacji technicznych operacji [9–14], mogą stanowić dodatkowe ryzyko zgonu po korekcji wady [3, 8, 15] lub być powodem powikłań w późniejszym okresie po korekcji [8, 16, 17], a w rzadkich przypadkach — uniemożliwić wykonanie przeszczepienia [18, 19]. Pojedyncze ujście tętnic wieńcowych i przebieg śródścienny prawdopodobnie znacząco zwiększają ryzyko zgonu po operacji bez względu na postępowanie i doświadczenie nabyte w czasie ponad 20 lat wykonywania korekcji anatomicznej [3]. Z powyższych powodów atrioseptostomia balonowa i przedoperacyjna ocena anatomii tętnic wieńcowych są istotnymi elementami przedoperacyjnego postępowania diagnostyczno-zabiegowego w przełożeniu wielkich pni tętniczych.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie wyników tego postępowania stosowanego w Pracowni Cewnikowania Serca i Angiografii Instytutu „Pomnik Centrum Zdrowia Dziecka” w Warszawie.

Material i metody

W okresie od marca 2002 do sierpnia 2005 r. u 61 pacjentów z nieinwazyjnym rozpoznaniem przełożenia wielkich pni tętniczych w Pracowni Cewnikowania Serca i Angiografii Instytutu „Pomnik Centrum Zdrowia Dziecka” w Warszawie wykonano zabiegi przezskórnej atrioseptostomii balonowej metodą Rashkinda oraz aortografię okluzyjną w celu wykazania anatomii tętnic wieńcowych.

Proste przełożenie wielkich pni tętniczych rozpoznano u 40 pacjentów, współistniejące z innymi wadami serca u 21 (ubytek przegrody międzykomorowej — 10, ubytek przegrody międzykomorowej i koarktacja aorty — 3, ubytek przegrody międzykomorowej ze zwężeniem drogi odpływu lewej komory — 6, koarktacja aorty — 2).

Średni wiek pacjentów wynosił $2,7 \pm 6,3$ dnia (zakres 1–47 dni, mediana 1 dzień). U 35 noworodków zabieg wykonano w 1. dobie życia, a u 18 w 2. dobie życia. Wszystkie noworodki otrzymywały prostaglandynę E1 (Prostin VR, Pharmacia, Belgia) we wlewie dożylnym w dawce $0,05\text{--}0,1 \mu\text{g/kg mc./min}$.

Restrykcyjny otwór owalny stwierdzono w badaniu echokardiograficznym u 34 pacjentów. W czasie zabiegu atrioseptostomii wszystkich chorych znieczulono ogólnie (znieczulenie dotchawicze). Podaż tlenu w mieszaninie oddechowej wynosiła 50–100%. Saturacja tętnicza przed zabiegiem (pomiar nieinwazyjny) wynosiła 30–90% HbO₂, średnio $68,6 \pm \pm 15,8\%$ HbO₂, mediana 75% HbO₂. Przed zabiegiem u 20 noworodków saturacja tętnicza była obniżona poniżej 65% HbO₂, u 35 wynosiła 65–85% HbO₂, u 6 powyżej 85% HbO₂. Dziesięć noworodków było w stanie skrajnie ciężkim z saturacją poniżej 50% HbO₂.

Zabieg atrioseptostomii balonowej u 60 noworodków wykonano metodą przezskórą z dostępu przez żyłę udową, cewnikami do atrioseptostomii wielkości 6 F lub 4 F (w zależności od parametrów fizycznych pacjenta). W jednym przypadku ze względu na skrajny stan noworodka oraz krwiaki w obydwu pachwinach po wielokrotnych próbach założenia dojścia naczyniowego zabieg wykonano przez wenesekcję żyły udowej. Anatomie tętnic wieńcowych u wszystkich chorych oceniano w aortografii okluzyjnej, w projekcji ogonowo-głowej (*caudo-cranial*) 20–30°. W przypadku niejednoznacznego obrazu dotyczącego odejścia gałęzi blisko odejścia tętnic wieńcowych u 2 pacjentów dodatkowo wykonano projekcje lewe skośne. Do aortografii wykorzystywano balonowe cewniki angiograficzne (Berman Angiographic Balloon Catheter, Arrow) umożliwiające zamknięcie lub ograniczenie przepływu w aorcie powyżej odejścia tętnic wieńcowych w czasie aortografii. Poszczególne typy anatomiczne odejścia i przebiegu tętnic wieńcowych rozpoznawano według klasyfikacji Yacouba i Radley-Smitha [1]. Zgodnie z nią w typie A lewa i prawa tętnica wieńcowa odchodzą oddzielnymi ujściami odpowiednio od prawej i lewej naprzeciwstawnej zatoki (*facing sinus*), a następnie kierują się odpowiednio do bruzdy przedsionkowo-komorowej i międzykomorowej przedniej. W typie B obydwie tętnice wieńcowe odchodzą wspólnym, pojedynczym ujściem od zatoki naprzeciwstawnej, a w typie C obydwie tętnice wieńcowe odchodzą oddzielnymi ujściami bardzo blisko siebie od naprzeciwstawnych zatok. Typ D jest podobny do typu A, z tym że gałąź okalająca odchodzi od prawej tętnicy wieńcowej i biegnie od tyłu pnia płucnego w kierunku bruzdy przedsionkowo-komorowej. W typie E prawa tętnica wieńcowa odchodzi wspólnie z gałęzią międzykomorową przednią od lewej naprzeciwstawnej zatoki, natomiast gałąź okalająca odchodzi jako samodzielne naczynie od prawej naprzeciwstawnej zatoki.

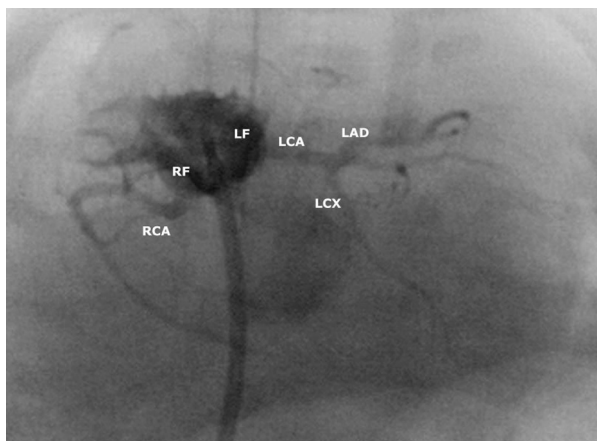
Wyniki

U wszystkich 61 pacjentów wykonano atrioseptostomię i aortografię okluzyjną. W czasie operacji i bezpośrednio po nich u żadnego chorego nie wystąpiły istotne powikłania związane z zabiegami. Działania reanimacyjne prowadzone w trakcie zabiegów u 3 pacjentów wynikały z ich stanu i były wtórne do wady.

Bezpośrednio po atrioseptostomii wartości saturacji tętniczej wzrosły ze średnio $68,6 \pm 15,8\%$ HbO₂, mediana 75% HbO₂ (zakres 30–90% HbO₂) do średnio $87,2 \pm 7,8\%$, mediana 90% HbO₂ (zakres 64–98% HbO₂). U 6 noworodków saturacja tętnicza po atrioseptostomii wynosiła poniżej 75% HbO₂ mimo dobrego efektu anatomicznego zabiegu.

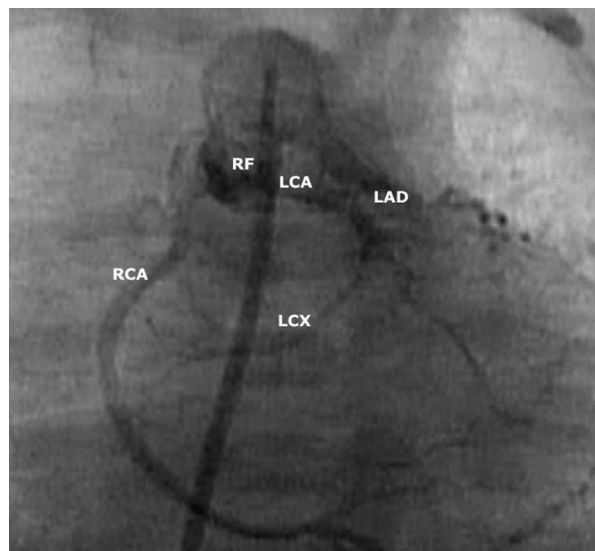
Aortografia okluzyjna pozwoliła na ocenę anatomii odejścia i przebiegu tętnic wieńcowych u wszystkich pacjentów. W badanej grupie wykazano typ A anatomii tętnic wieńcowych u 48 osób (78,7%) (ryc. 1), typ B — u 2 (3,3%) (ryc. 2), typ D — u 10 (16,4%) (ryc. 3) i typ E — u 1 pacjenta (1,6%) (ryc. 4). W badanej grupie nie stwierdzono anatomii tętnic wieńcowych typu C u żadnego chorego.

W czasie anatomicznej korekcji przełożenia wielkich pni tętniczych u wszystkich pacjentów anatomie tętnic wieńcowych potwierdzono śródoperacyjnie.



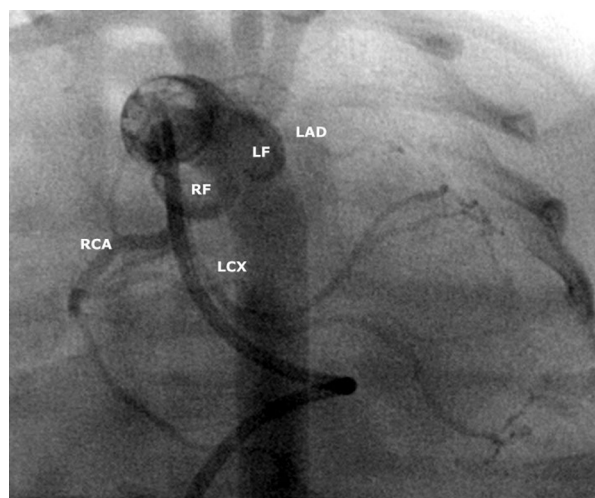
Rycina 1. Typ A odejścia i przebiegu tętnic wieńcowych. Lewa (LCA) i prawa (RCA) tętnica wieńcowa odchodzą oddzielnymi ujściami odpowiednio od prawej (RF) i lewej (LF) naprzeciwstawnej zatoki Valsalvy. Prawidłowy podział lewej tętnicy wieńcowej na gałąź okalającą (LCX) i międzykomorową przednią (LAD)

Figure 1. Type A of the origin and epicardial distribution of the coronaries. Left coronary artery (LCA) and right coronary artery (RCA) arise from their respective sinuses; right facing sinus (RF) and left facing sinus (LF). Normal branches of the left coronary artery, left circumflex (LCX) and left anterior descending (LAD)



Rycina 2. Typ B odejścia i przebiegu tętnic wieńcowych. Obydwie tętnice wieńcowe odchodzą wspólnym, pojedynczym ujściem od naprzeciwstawnej prawej zatoki Valsalvy (RF)

Figure 2. Type B of the origin and epicardial distribution of the coronaries. One orifice of the coronary arteries in the right facing sinus (RF)

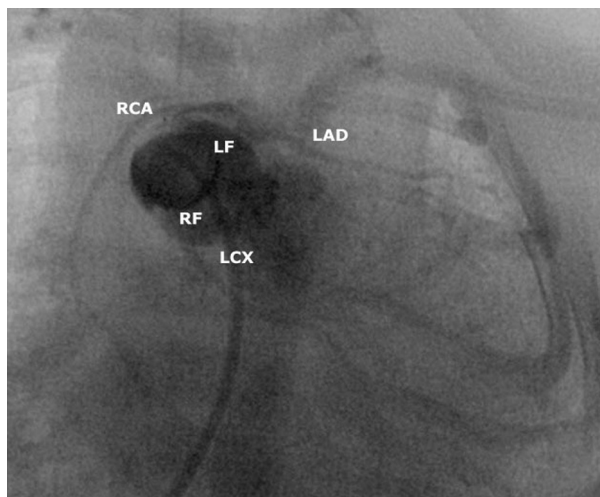


Rycina 3. Typ D odejścia i przebiegu tętnic wieńcowych. Gałąź okalająca (LCX) odchodzi od prawej tętnicy wieńcowej (RCA)

Figure 3. Type D of the origin and epicardial distribution of the coronaries. The circumflex artery (LCX) arises from the right coronary artery (RCA)

Dyskusja

Korekcję anatomiczną przełożenia wielkich pni tętniczych aktualnie uznaje się za leczenie z wyboru tej wady u noworodków, wykonywane najczęściej



Rycina 4. Typ E odejścia i przebiegu tętnic wieńcowych. Prawa tętnica wieńcowa (RCA) odchodzi wspólnie z gałęzią międzykomorową przednią (LAD) od lewej naprzeciwstawnej zatoki Valsalwy (LF), gałąź okalająca (LCX) odchodzi od prawej naprzeciwstawnej zatoki Valsalwy (RF)

Figure 4. Type E of the origin and epicardial distribution of the coronaries. Common orifice of the right coronary artery (RCA) and left descending (LAD) in the left facing sinus (LF), left circumflex (LCX) arises from the right facing sinus (RF)

w 1. tygodniu życia [1–5]. Ryzyko operacji wynikające z anatomii tętnic wieńcowych oraz stanu ogólnego noworodka bezpośrednio przed korektą (niedotlenienie, kwasica metaboliczna) nakazują przyjęcie skutecznego modelu przedoperacyjnego postępowania diagnostyczno-zabiegowego u tych pacjentów [3, 6, 15]. Przedstawiony sposób postępowania obejmuje utrzymanie drożności przewodu tętniczego, wykonanie atrioseptostomii balonowej oraz dokładną diagnostykę anatomiczną, w tym odejścia i przebiegu tętnic wieńcowych.

Utrzymanie szerokiej drożności przewodu tętniczego poprzez stosowanie prostaglandyny E1 jest przyjętym standardem postępowania w przełożeniu wielkich pni tętniczych. Leczenie to może jednak nie wystarczać, a atrioseptostomia może być konieczna w trybie pilnym. Przedoperacyjna przeszłona atrioseptostomia umożliwia zwiększenie mieszania krwi na poziomie przedsionków i w konsekwencji poprawę saturacji obwodowej, ułatwia wyrównanie zaburzeń metabolicznych i ostatecznie prowadzi do poprawy ogólnego stanu noworodków.

Atrioseptostomia balonowa jest zabiegiem paliatywnym, poprzedzającym najczęściej o kilka dni korektę anatomiczną wady [2, 5]. Wynik zabiegu zależy od jego efektywności anatomicznej i sytuacji

hemodynamicznej. U pacjentów z restrykcyjnym otworem owalnym oraz ze zwężeniem przewodu tętniczego atrioseptostomia może być nieefektywna. W tej grupie noworodków stwierdza się wysokie ryzyko zgonu w bezpośrednim okresie po urodzeniu [2, 20]. Ze względu na możliwość wykazania prenatalnie zarówno restrykcyjnego otworu owalnego, jak i zwężonego przewodu tętniczego u płodów z rozpoznaniem przełożenia wielkich pni tętniczych zaleca się wykonanie dodatkowego badania prenatalnego przed porodem [20]. Ma to szczególne znaczenie w zaplanowaniu leczenia noworodków wysokiego ryzyka bezpośrednio po porodzie. Zwraca uwagę fakt, że w prezentowanej grupie ponad połowę zabiegów atrioseptostomii balonowej (57%) wykonano w 1. dobie życia, z czego u 20 noworodków (33%) w trybie natychmiastowym ze względu na obniżenie saturacji obwodowej wynoszącej 65% HbO₂ lub mniej, mimo zachowanej drożności przewodu tętniczego. W tej grupie 16 zabiegów wykonano w 1. dobie życia, 3 w 2. dobie życia, a 1 w 3. dobie życia. U wszystkich noworodków z tej grupy zarejestrowano restrykcyjny przepływ przez otwór owalny wtórnie do zachowanej zastawki otworu owalnego, natomiast nie rozpoznano restrykcyjnego, hipoplastycznego otworu owalnego. U żadnego pacjenta rozpoznania przełożenia wielkich pni tętniczych nie postawiono prenatalnie. Atrioseptostomię balonową wykonywano pod kontrolą fluoroskopii pulsacyjnej i echokardiografii w pracowni hemodynamicznej. Zabieg może być wykonywany całkowicie pod kontrolą echokardiograficzną przy łóżku pacjenta (np. na oddziale intensywnej terapii); można go wykonać z dostępu przez żyłę udową, żyłę pępowinową czy szyjną wewnętrzną. Należy wspomnieć, że rzadkie anomalie w zakresie żył systemowych mogą uniemożliwić przeprowadzenie atrioseptostomii pod kontrolą ultrasonograficzną ze standardowego dojścia naczyniowego [20]. Przyjęty w różnych ośrodkach kardiologicznych standard najczęściej wynika z doświadczenia pracujących tam lekarzy. Połączenie zabiegu atrioseptostomii z aortografią okluzyjną wymaga zaplecza pracowni kardiologii inwazyjnej.

Diagnostykę inwazyjną u noworodków z przełożeniem wielkich pni tętniczych w przedstawionej grupie chorych ograniczono do zobrazowania anatomii tętnic wieńcowych poprzez wykonanie aortografii okluzyjnej w projekcji ogonowo-głowej. Wprawdzie istnieje możliwość zdiagnozowania poszczególnych typów odejścia i przebiegu tętnic wieńcowych w przełożeniu wielkich pni tętniczych w badaniu echokardiograficznym, jednak nadal angiografię uznaje się za metodę najdokładniejszą [21].

Aortografia okluzyjna wykonana angiograficznym cewnikiem balonowym w projekcji ogonowo-głowej 20–30° poprzez zamknięcie lub istotne zmniejszenie przepływu w aorcie wstępującej w czasie angiografii umożliwia wykazanie anatomii odejścia i przebiegu tętnic wieńcowych oraz ich rozgałęzień u większości pacjentów. Rozpoznane w analizowanej grupie pacjentów typy anatomiczne tętnic wieńcowych potwierdzono śródoperacyjnie, a udział procentowy poszczególnych wariantów odpowiada wartościom prezentowanym w piśmiennictwie [1]. Aortografię wykonywano z tego samego dostępu naczyniowego co atrioseptostomię, a wykorzystanie angiograficznych cewników balonowych umożliwiło skrócenie czasu badania i uzyskanie jednoznacznych obrazów diagnostycznych bez względu na stopień złożoności anatomicznej. Uwzględniając powyższe czynniki, należy stwierdzić, że stosowanie diagnostyki angiograficznej tętnic wieńcowych jest uzasadnione, a szczególnie istotne w złożonych wariantach anatomicznych i niejednoznacznym obrazie echokar-

diograficznym. Wprawdzie wraz z doświadczeniem chirurgicznym zmniejszyło się dodatkowe ryzyko zgonu (zależne od anomalii tętnic wieńcowych), zaś anomalie, takie jak odejście gałęzi okalającej od prawej tętnicy wieńcowej aktualnie nie stanowią uznanego czynnika dodatkowego ryzyka korekcji anatomicznej przełożenia wielkich pni tętnicznych [3, 6–8], w dalszym ciągu za istotne dla rokowania uznaje się pojedynczą tętnicę wieńcową (pojedyncze odejście) oraz śródścienny przebieg tętnicy wieńcowej.

Wnioski

1. Atrioseptostomia balonowa umożliwia poprawę utlenowania krwi tętniczej u noworodków z przełożeniem wielkich pni tętnicznych.
2. Aortografia okluzyjna wykazuje jednoznacznie anatomie odejścia i przebiegu tętnic wieńcowych u noworodków z przełożeniem wielkich pni tętnicznych.

Streszczenie

Wstęp: *Utrzymanie drożności przewodu tętniczego, atrioseptostomia balonowa i diagnostyka anatomii tętnic wieńcowych są elementami przedoperacyjnego postępowania diagnostyczno-zabiegowego w przełożeniu wielkich pni tętnicznych.*

Material i metody: *Od marca 2002 do sierpnia 2005 r. u 61 pacjentów w wieku 1–47 dni (śr. $2,7 \pm 6,3$ dnia, mediana 1 dzień) z przełożeniem wielkich pni tętnicznych wykonano przezskórną atrioseptostomię balonową oraz aortografię okluzyjną w celu wykazania anatomii tętnic wieńcowych zgodnie z klasyfikacją Yacouba i Radley-Smitha.*

Wyniki: *Po atrioseptostomii saturacja tętnicza wzrosła ze średnio $68,6 \pm 15,8\%$ HbO₂, mediana 75% HbO₂ (zakres 30–90% HbO₂) do średnio $87,2 \pm 7,8\%$ HbO₂, mediana 90% HbO₂ (zakres 64–98% HbO₂). U 6 noworodków saturacja tętnicza po atrioseptostomii wynosiła poniżej 75% HbO₂ mimo dobrego efektu anatomicznego zabiegu. Aortografia okluzyjna wykazała odejście i przebieg tętnic wieńcowych u wszystkich pacjentów; typ A — u 48 osób (78,7%), typ B — u 2 (3,3%), typ D — u 10 (16,4%) i typ E — u 1 chorego (1,6%). Nie stwierdzono typu C anatomii tętnic wieńcowych u żadnego pacjenta. Rozpoznania potwierdzono śródoperacyjnie we wszystkich przypadkach.*

Wnioski: *Atrioseptostomia balonowa umożliwia poprawę utlenowania krwi tętniczej u noworodków z przełożeniem wielkich pni tętnicznych. Aortografia okluzyjna wykazuje jednoznacznie anatomie odejścia i przebiegu tętnic wieńcowych u noworodków z przełożeniem wielkich pni tętnicznych. (Folia Cardiol. 2005; 12: 759–764)*

przełożenie wielkich pni tętnicznych, atrioseptostomia balonowa, anomalie tętnic wieńcowych

Piśmiennictwo

1. Yacoub M.H., Radley-Smith R. Anatomy of the coronary arteries in transposition of the great arteries and methods for their transfer in anatomical correction. *Thorax* 1978; 33: 418–424.

2. Kirklin J.W., Blackstone E.H., Tchervenkov C.I. i wsp. for the Congenital Heart Surgeons Society. Clinical outcomes after the arterial switch operation for transposition. Patient, support, procedural, and institutional risk factors. *Circulation* 1992; 86: 1501–1515.
3. Pretre R., Tamisier D., Bonhoeffer P. i wsp. Results of the arterial switch operation in neonates with transposed great arteries. *Lancet* 2001; 357: 1826–1830.
4. Williams W.G., McCrindle B.W., Ashburn D.A., Jonas R.A., Mavroudis C., Blackstone E.H. Outcomes of 829 neonates with complete transposition of the great arteries 12–17 years after repair. *Eur. J. Cardiothor. Surg.* 2003; 24: 1–10.
5. Moll J.J., Kopala M., Moll M. Calkowite przełożenie dużych naczyń. W: Skalski J., Religia Z. red. Kardiochirurgia dziecięca. Wydawnictwo Naukowe „Śląsk”, Katowice 2003.
6. Pasquali S.K., Hasselblad V., Li J.S., Kong D.F., Sanders S.P. Coronary artery pattern and outcome of arterial switch operation for transposition of the great arteries. A meta-analysis. *Circulation* 2002; 106: 2575.
7. Bonhoeffer P., Bonnet D., Piechaud J.F. i wsp. Coronary artery obstruction after the arterial switch operation for transposition of the great arteries in newborns. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1997; 29: 202–206.
8. Legendre A., Losay J., Touchot-Kone A. i wsp. Coronary events after arterial switch operation for transposition of the great arteries. *Circulation* 2003; 108 (supl. 1): 86–90.
9. Chiu I.S., Chen S.J., Wu S.J. i wsp. Modified arterial switch operation by sharing the common wall between the great arteries. *J. Formos. Med. Assoc.* 2001; 100: 77–82.
10. Kim S.J., Kim W.H., Lim C., Oh S.S., Kim Y.M. Commissural malalignment of aortic-pulmonary sinus in complete transposition of great arteries. *Ann. Thorac. Surg.* 2003; 76: 1906–1910.
11. Masuda Z., Yagyu K., Sano S., Tsuchiya K., Yoda H. Successful trapdoor technique for two separate coronary ostia in a single aortic sinus in arterial switch operation for complete transposition of the great arteries. *Jpn. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2003; 51: 520–523.
12. Yamagishi M., Shuntoh K., Fujiwara K., Shinkawa T., Miyazaki T., Kitamura N. “Bay window” technique for the arterial switch operation of the transposition of the great arteries with complex coronary arteries. *Ann. Thorac. Surg.* 2003; 75: 1769–1774.
13. Murthy K.S., Coelho R., Kulkarni S., Ninan B., Cherian K.M. Arterial switch operation with in situ coronary reallocation for transposition of great arteries with single coronary artery. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2004; 25: 246–249.
14. Padalino M.A., Ohye R.G., Devaney E.J., Bove E.L. Double intramural coronary arteries in D-transposition of the great arteries. *Ann. Thorac. Surg.* 2004; 78: 2181–2183.
15. Li J., Tulloh R.M.R., Cook A., Schneider M., Ho S.Y., Anderson R.H. Coronary arterial origins in transposition of the great arteries: factors that affect outcome. A morphological and clinical study. *Heart* 2000; 83: 320–325.
16. Prifti E., Bonacchi M., Luisi S.V. i wsp. Coronary revascularization after arterial switch operation. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2002; 21: 111–113.
17. Sachweh J.S., Tiete A.R., Jockenhoefel S. i wsp. Fate of intramural coronary arteries after arterial switch operation. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2002; 50: 40–44.
18. Mayer J.E., Sanders S.P., Jonas R.A. i wsp. Coronary artery pattern and outcome of arterial switch operation for transposition of the great arteries. *Circulation* 1990; 82 (supl. IV): 139–145.
19. Hutter P.A., Bennink G.B., Ay L. i wsp. Influence of coronary anatomy and reimplantation on the long-term outcome of the arterial switch. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2000; 18: 207–213.
20. Maeno Y.V., Kamenir S.A., Sinclair B., van der Velde M.E., Smallhorn J.F., Hornberger L.K. Prenatal Features of Ductus Arteriosus Constriction and restrictive foramen ovale in d-transposition of the great arteries. *Circulation* 1999; 99: 1209–1214.
21. McMahan C.J., el Said H.G., Feltes T.F., Watrin C.H., Hess B.A., Fraser C.D. Jr. Preoperative identification of coronary arterial anatomy in complete transposition, and outcome after the arterial switch operation. *Cardiol. Young* 2002; 12: 240–247.