

## Peritoneal dialysis in children after cardiac surgery

Kovacikova L, Kunovsky P, Lakomy M, Illikova V, Skrak P, Tittel P, Cervenova O, Dedikova D

### Peritoneálna dialýza u detí po kardiochirurgických operáciách

#### Abstract

**Kovacikova L, Kunovsky P, Lakomy M, Illikova V, Skrak P, Tittel P, Cervenova O, Dedikova D:**  
Peritoneal dialysis in children after cardiac surgery  
Bratisl Lek Listy 2000; 101 (8): 438–441

The authors analyse their experience with the use of peritoneal dialysis (PD) in children with acute renal failure after cardiac surgery. From 1995 through 1998, 1246 children were operated in Pediatric Cardiocenter 38 of them developed acute renal failure and required peritoneal dialysis. Indications for PD were oliguria, anuria, hyperkalemia and fluid overload with generalized tissue oedema. PD was instituted at mean 33,9 (3–132) hours after surgery and lasted mean 53,7 (6–264) hours. None of the patients developed peritoneal infection. Hyperglycaemia developed in 8 patients and was treated with continuous insulin infusion. 5 patients required catheter reposition or reinsertion due to inadequate fluid removal and 1 patient required another renal replacement therapy. 22 (57,9 %) patients died due to intractable low cardiac output. 16 survivors recovered their renal functions. In a long-term follow-up, 7 patients had no signs of significant renal dysfunction. In 4 patients, mild elevation of N-acetyl- $\beta$ -D-glucosaminidase indicates mild proximal tubular dysfunction. These findings together with aminoaciduria in 5 patients will require a further follow-up. (Tab. 2, Fig. 1, Ref. 16.)

**Key words:** children with congenital heart defects, postoperative acute renal failure, peritoneal dialysis.

Akútne zlyhanie obličiek (AZO) je závažnou pooperačnou komplikáciou u detí po kardiochirurgických operáciách. Najdôležitejším faktorom, ktorý ovplyvňuje riziko vzniku renálneho zlyhania a mortalitu, je prítomnosť nízkeho srdcového výdaja. Pri najzávažnejších, proti diuretikám rezistentných formách akútne-

#### Abstrakt

**Kováčiková L., Kunovský P., Lakomý M., Illíková V., Škrak P., Tittel P., Červeňová O., Dedíková D.:**  
Peritoneálna dialýza u detí po kardiochirurgických operáciách  
Bratisl. lek. Listy, 101, 2000, č. 8, s. 438–441

Autori uvádzajú skúsenosti s použitím peritoneálnej dialýzy (PD) u detí s akútnym renálnym zlyhaním po chirurgickej korekcii vrodených srdcových chýb. V období rokov 1995–1998 bolo v Detskom kardiocentre operovaných 1246 detí, z nich sa u 38 vyvinulo akútne renálne zlyhanie, pri liečbe ktorého použili peritoneálnu dialýzu. Indikáciami PD boli oligoúria až anúria, hyperkáliémia a objemové preťaženie s masívnym edémom tkanív. PD sa zavádzala priemerne 33,9 (3–132) hodín po operácii a trvala priemerne 53,7 (6–264) hodín. U žiadneho pacienta nedošlo k infekčnej komplikácii. U 8 pacientov hyperglykémia vyžadovala kontinuálnu infúziu inzulínu. Pre nedostatočnú drenáž dialyzátu bola potrebná u 5 pacientov repozícia alebo reinzercia peritoneálneho katétra, u 1 pacienta použitie inej eliminačnej metódy. 22 (57,9 %) pacientov exitovalo v dôsledku extrémne nízkeho srdcového výdaja. U 16 pacientov, u ktorých sa srdcový výdaj zlepšil, došlo k obnove diurézy a renálnych funkcií. V dlhodobom sledovaní sa u 7 vyšetrených pacientov nezistili výraznejšie poruchy renálnych funkcií. U 4 pacientov sa zaznamenal mierny vzostup N-acetyl- $\beta$ -D-glukozaminidázy, čo svedčí o poruche proximálneho tubulu. Tieto zmeny spolu s aminoacidúriou u 5 pacientov vyžadujú ďalšie sledovanie. (Tab. 2, obr. 1, lit. 16.)

**Kľúčové slová:** deti s vrodenou srdcovou chybou, pooperačné akútne renálne zlyhanie, peritoneálna dialýza.

ho renálneho zlyhania sa indikuje použitie eliminačnej metódy. Na našom pracovisku je metódou voľby peritoneálna dialýza.

Cieľom tejto retrospektívnej štúdie bolo vyhodnotiť peritoneálnu dialýzu v liečbe akútneho renálneho zlyhania u detí po chirurgickej korekcii vrodených chýb srdca.

Cardiac Intensive Care Unit, Children's University Hospital, Bratislava.  
lubakov@ba.psg.sk

1st Department of Pediatrics, Children's University Hospital, Bratislava  
**Address for correspondence:** L. Kovacikova, MD, Cardiac Intensive Care Unit DFNSP, Limbova 1, SK-833 40 Bratislava 37, Slovakia.  
Phone: +421.7.5937 1729, Fax: +421.75477 1555

Detské kardiocentrum Detskej fakultnej nemocnice s poliklinikou v Bratislave a I. detská klinika Detskej fakultnej nemocnice s poliklinikou v Bratislave

**Adresa:** MUDr. E. Kováčiková, Detské kardiocentrum, DFNSP, Limbová 1, 833 40 Bratislava 37.

### Súbor pacientov a metodika

V období rokov 1995—1998 bolo v Detskom kardiocentre operovaných 1246 detí. U 38 z nich sa vyvinulo akútne renálne zlyhanie, pri liečbe ktorého sme použili peritoneálnu dialýzu.

Všetci pacienti, u ktorých sa začalo s PD, boli v nízkom srdcovom výdaji. 11 z nich boli s ponechaným otvoreným hrudníkom. U všetkých pacientov bol srdcový výdaj podporovaný kontinuálnou infúziou dopamínu (5—15 g/kg/min) a u 32 pacientov aj kontinuálnou infúziou adrenalínu (0,04—3,0 g/kg/min). 5 pacienti boli okrem podpory katecholamínmi aj na kontinuálnej infúzii amrinonu (5—10 g/kg/min). Priemerný vek pacientov bol 33 dní (3 dni—2,5 roka) (19 novorodencov, 15 dojčiat a 4 deti).

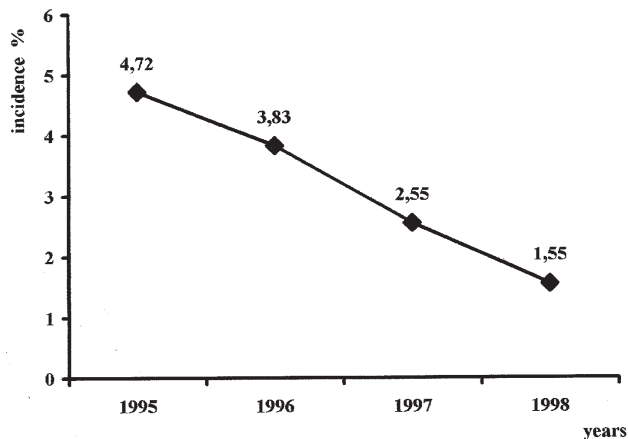
Indikáciami PD boli oligoúria až anúria, hyperkáliémia a objemové preťaženie s masívnym edémom tkanív nereagujúce ani na vysoké dávky diuretik v kontinuálnej infúzii (furosemid 2 mg/kg/h). U všetkých pacientov sme použili peritoneálne katétre, ktoré sme zavádzali za sterilných podmienok Seldingerovou metódou v 1/3 spojnice medzi umbilikom a spina iliaca anterior superior. Používali sme štandardné dialyzačné roztoky s koncentráciou glukózy 1,5 % a 4,2 %. Na 1 l dialyzačného roztoku sme pridávali 200 j. heparínu. Roztoky sme pred napustením do dutiny brušnej predhrievali na telesnú teplotu a podávali v objeme 15—20 ml/kg telesnej hmotnosti. Používali sme cykly v trvaní 30 min, s časom napúšťania a ponechania dialyzátu v brušnej dutine 20 min a časom vypúšťania 10 min.

U prežívajúcich pacientov sme pri prepustení z oddelenia vyšetrili sérové hladiny kreatinínu, urey, moč chemicky a močový sediment. V rámci dlhodobého sledovania sme vyšetrili tlak krvi, plazmatické hladiny kreatinínu, urey, kyseliny močovej, glomerulárnu filtráciu, veľkosť obličiek sonograficky, koncentračnú schopnosť obličiek adiuretínovým testom, moč chemicky a kultivačne, močový sediment, Addisov sediment, odpad bielkovín a aminokyseliny v moči, pomer N-acetyl- $\beta$ -D-glukozaminidáza/kreatinín (NAG/kreatinín) a pomer kalcium/kreatinín v moči.

### Výsledky

PD sme použili u 35 z 885 (3,95 %) detí operovaných s použitím mimotelového obehu a u 3 z 361 (0,8 %) detí operovaných bez použitia mimotelového obehu. V sledovanom období výskyt AZO, ktoré vyžadovalo zavedenie peritoneálnej dialýzy, má klesajúcu tendenciu (obr. 1).

Indikácie PD sú v tabuľke 1. PD sme zavádzali priemerne 33,9 hodín (3—168 h) po operácii. PD bola účinná u všetkých pacien-



Obr. 1. Incidencia akútneho renálneho zlyhania vyžadujúceho peritoneálnu dialýzu v rokoch 1995—1998.

Fig. 1. Incidence of acute renal failure requiring peritoneal dialysis in years 1995—1998.

tov okrem jedného, u ktorého sme pre nedostatočné odvádzanie dialyzátu prešli na kontinuálnu artériovenóznú hemofiltráciu. U ostatných pacientov sme dosiahli dostatočne negatívnu bilanciu tekutín, pričom u 5 pacientov bolo potrebné pre prechodne nedostatočnú drenáž reponovať alebo vymeniť peritoneálny katéter. U 8 pacientov sa vyskytla hyperglykémia (>20 mmol/l), ktorú sme liečili kontinuálnou infúziou inzulínu. U žiadneho pacienta nedošlo k infekcii peritoneálnej dutiny.

22 pacientov (58 %) zomrelo počas peritoneálnej dialýzy v dôsledku extrémne nízkeho srdcového výdaja. U 16 prežívajúcich pacientov došlo k obnove diurézy a renálnych funkcií a PD sme u nich ukončili v priemere po 53,7 (6—264) hodinách od jej zavedenia. Pri prepustení z oddelenia intenzívnej starostlivosti boli u všetkých pacientov plazmatické hladiny kreatinínu, chemické vyšetrenie moču a močový sediment v norme. U 9 pacientov bola zvýšená plazmatická hladina urey.

V rámci dlhodobého sledovania (1,2—3,5 roka po operácii) bolo vyšetrovaných 7 pacientov. Hodnoty tlaku krvi, sérové hladiny kreatinínu, urey, kyseliny močovej, hodnoty glomerulárnej filtrácie, chemické vyšetrenie moču, močový sediment, Addisov sediment, odpad bielkovín, pomer kalcium/kreatinín boli u všetkých pacientov v rozpätí fyziologických hodnôt. U 4 pacientov sme zaznamenali vzostup hodnôt NAG/kreatinín, čo svedčí o poruche

Tab. 1. Indications for peritoneal dialysis.

Indication	Number of patients
anuria	15
oliguria	7
hyperkalemia (K>6 mmol/l)	9
volume overload	33
generalized oedema	

Tab. 1. Indikácie peritoneálnej dialýzy.

Indikácia	Počet pacientov
anúria	15
oligúria	7
hyperkáliémia (K>6 mmol/l)	9
objemové preťaženie	33
generalizovaný edém	

**Tab. 2. Tubular function disorders in long-term follow-up.**

Patient	Pathological findings in urine		
1.	↑	NAG/creat.	
2.	↑	taurine	
3.	↑	NAG/creat.,	↑ taurine, ↑ glycine
4.	↑	NAG/creat.,	↓ taurine, ↓ histidine
5.	↑	NAG/creat.,	↑ taurine, ↑ alanine,
	↑	glutamic acid	
6.	↑	taurine,	↑ alanine, ↓ glycine

NAG: N-acetyl-β-D-glukozaminidase, creat.: creatinine

**Tab. 2. Poruchy tubulárnych funkcií v rámci dlhodobého sledovania.**

Pacient	Patologické nálezy v moči		
1.	↑	NAG/kreat.	
2.	↑	taurín	
3.	↑	NAG/kreat.,	↑ taurín, ↑ glycín
4.	↑	NAG/kreat.,	↓ taurín, ↓ histidín
5.	↑	NAG/kreat.,	↑ taurín, ↑ alanín,
	↑	kyselina glutámová	
6.	↑	taurín,	↑ alanín, ↓ glycín

NAG: N-acetyl-β-D-glukozaminidáza, kreat.: kreatinín

proximálneho tubulu. Zmeny koncentrácie aminokyselín v moči vyžadujú ďalšie sledovanie (tab. 2).

### Diskusia

Akútne zlyhanie obličiek (AZO) je u detí po chirurgickej korekcii vrodených srdcových chýb závažnou pooperačnou komplikáciou s vysokou mortalitou. V etiológii AZO sa v tejto skupine pacientov uplatňujú viaceré faktory.

Z nich najvýznamnejšími sú nízky srdcový výdaj, nízke nepulzatilné perfúzne tlaky počas mimotelového obehu, závažná hemolýza s hemoglobínúriou a zvýšený centrálny venózný tlak spôsobujúci renálnu venóznú stázu. Rizikovými faktormi AZO v pooperačnom období sú predchádzajúce ochorenie obličiek, predoperačná cyanóza a novorodenecký vek (Gailiunas a spol., 1980; Hilberman a spol., 1980; John a spol., 1980; Asfour a spol., 1996). U novorodenca sa manifestujú najzávažnejšie srdcové chyby a zároveň novorodenecké obličky sú ešte nezrelé a vnímavé na inzulty vedúce k AZO (Rigden a spol., 1982). V našom súbore pacientov tvoria novorodenci najpočetnejšiu skupinu pacientov (50 %).

U detí po kardiochirurgických operáciách je nízka diuréza častou komplikáciou pooperačného obdobia. Včasná liečba pozostáva z objemovej náhrady, zvýšenia perfúzných tlakov inotropnou podporou a diuretickej liečby. Na našom pracovisku používame furosemid v postupne zvyšujúcich sa dávkach a pri nedostatočnej odpovedi prechádzame na kontinuálnu infúziu, ktorú zvyšujeme až do maximálnej dávky 2 mg/kg/h. Vo väčšine prípadov je táto liečba efektívna. V prípade, že sa nepodarí zabezpečiť adekvátnu diurézu, indikuje sa použitie eliminačnej metódy, ktorou môže byť peritoneálna dialýza, kontinuálna artériovenózna hemofiltrácia alebo kontinuálna vénovenózna hemofiltrácia. Indikáciou eliminačnej metódy nie je len oligoúria alebo anúria podľa striktných definícií, ale aj stavy, kde napriek inotropnej podpore a maximálnej dávke diuretik nie sme schopní dosiahnuť dostatočnú diurézu, ktorá by zabránila následkom objemového preťaženia (Hanson a spol., 1989). Objemové preťaženie s generalizovaným tkanivovým edémom je najčastejšou indikáciou PD u našich pacientov.

Objemové preťaženie, acidóza a poruchy elektrolytov potencujú srdcové zlyhanie (Hanson a spol., 1989; Baum a spol., 1986), ktoré býva najdôležitejším vyvolávacím faktorom renálneho zlyhania. Okrem toho dopĺňanie koloidmi, potrebné na udržanie optimálnych plniacich tlakov, môže viesť pri nedostatočnej diuréze

k rýchlemu rozvoju pľúcnej kongescie. Generalizovaný edém (edém hrudnej steny, pľúc a myokardu) u pacientov s ponechaným otvoreným hrudníkom odďaľuje uzavretie hrudníka, a tým zvyšuje riziko mediastinitídy a sepsy.

Nadbytok telesnej vody je závažným problémom hlavne u novorodencov s mnohopočetnými infúziami a monitorovacími cievkami. Aj malé množstvá tekutín, ktoré sú potrebné na preplachy intravenózných cievok, prevyšujú insenzibilné straty u oligurického novorodenca alebo dojčata.

Cieľom eliminačných metód je teda prerušiť cyklus retencie tekutín, objemového preťaženia a tkanivového edému, čo umožní zlepšiť hemodynamiku pacienta a pľúcne funkcie (Mee a spol., 1992; Zobel a spol., 1991). Okrem toho zavedenie eliminačnej metódy umožní zabezpečiť adekvátny kalorický príjem (Flening, 1995).

Ďalšou indikáciou eliminačnej metódy je hyperkaliémia, ktorá má u kardiochirurgických pacientov podstatne prísnejšie kritériá. Sérové hladiny draslíka nad 6 mmol/l sú absolútnou indikáciou, pretože v období pooperačného katabolizmu môžu veľmi rýchlo stúpať a u novorodencov majú vyššie hladiny draslíka kardiopresívny účinok (Karl, 1995).

Na našom pracovisku uprednostňujeme peritoneálnu dialýzu. PD sa ľahko zavádza a je účinná takmer nezávisle od hemodynamického stavu. Počas nej dochádza k minimálnym výkyvom intravaskulárneho objemu, a preto sa hemodynamicky dobre toleruje. PD nevyžaduje antikoagulačnú liečbu, čo je významné v skomrom pooperačnom období. Nevyžaduje ani arteriálny a centrálny venózný prístup, čo je zvlášť významné u novorodencov a u kardiochirurgických pacientov, ktorí budú potrebovať ďalší kardiochirurgický zásah alebo katetrizačné vyšetrenie. Vzhľadom k relatívne veľkej ploche peritónia je to veľmi účinná eliminačná metóda u novorodencov a dojčiat (Elliot a spol., 1998), ktorí tvoria najpočetnejšiu skupinu kardiochirurgických pacientov s AZO.

Za nevýhody PD sa považujú mechanické komplikácie peritoneálneho katétra, riziko peritonitídy a zhoršenie ventilačných parametrov.

Mechanickou komplikáciou býva nedostatočná drenáž dialyzačnej tekutiny. Najčastejšie býva spôsobená zlou polohou katétra v brušnej dutine, zalomením alebo oklúziou katétra omentom alebo fibrínovou zátkou. Mechanické komplikácie si vyžadujú repozíciu alebo reinzerciu katétra. U našich pacientov sme reponovali alebo vymieňali peritoneálny katéter u 5 (15,4 %) pacientov. Len u jedného (2,5-ročného) pacienta sme nedosiahli dostatočnú drenáž, a preto sme prešli na inú eliminačnú metódu. Pri zavádzaní

PD sa nevyskytli žiadne komplikácie. V súčasnosti pri zavádzaní katérov pomocou Seldingerovej techniky je riziko perforácie čreva minimálne (Böök a spol., 1982). Výskyt infekčných komplikácií je pri dodržaní zásad asepsy a antisepsy nízky. V našom súbore pacientov u žiadneho pacienta nedošlo k infekcii peritoneálnej dutiny.

Napustenie brušnej dutiny dialyzačnou tekutinou môže negatívne ovplyvniť ventiláciu. Po dosahovaní negatívnej bilancie tekutín však dochádza k zlepšeniu poddajnosti pľúc a hrudnej steny, a tým zlepšeniu oxigenačných a ventilačných parametrov.

Mortalita pacientov s AZO je vysoká 50—70 % (Frost, 1991). Príčinou exitu však nebýva renálne zlyhanie, ale nízky srdcový výdaj, ktorý neodpovedá na liečbu. Nízky srdcový výdaj je teda hlavným etiologickým faktorom AZO a príčinou mortality pacientov s AZO. U pacientov, u ktorých sa srdcový výdaj zlepší, dochádza v priebehu niekoľkých hodín až dní k obnove diurézy, úprave hladín kreatinínu a ionogramu. Pri bežnom vyšetrení sa nezistujú patologické nálezy. V rámci dlhodobého sledovania sme však u našich pacientov zistili poruchy proximálneho tubulu a aminoacidúriu. Tieto nálezy sa odlišujú od zistení Shawa a spol. (1991), ktorí zaznamenali v dlhodobom sledovaní zníženú glomerulárnu filtráciu a proteinúriu.

V posledných rokoch potreba použitia PD klesá. Súvisí to so zníženým výskytom stavov s nízkym srdcovým výdajom, a tým aj renálnych zlyhaní v pooperačnom období. Okrem toho použitie modifikovanej ultrafiltrácie po odpojení z mimotelového obehu umožňuje znížiť obsah celkovej telesnej vody, a tým zmierniť následky zhoršenia renálnych funkcií.

## Záver

Peritoneálna dialýza je aj v ére hemofiltrácie vynikajúcou eliminačnou technikou pri AZO po kardiochirurgických operáciách, hlavne v najnižších vekových skupinách. Pre jej technickú jednoduchosť, rýchlosť zavedenia, neinvazívnosť a nízky výskyt komplikácií je v kardiocentrách stále veľmi populárna. Pretože určité abnormality renálnych funkcií môžu pretrvávajúť aj po úprave akútneho renálneho zlyhania, považujeme za vhodné tieto deti dlhodobo sledovať, včítane komplexného vyšetrenia renálnych funkcií.

## Literatúra

Asfour B., Bruker B., Kehl H.G., Frund S., Scheld H.H.: Renal insufficiency in neonates after cardiac surgery. *Clin. Nephrol.*, 46, 1996, č. 1, s. 59—63.

Böök K., Öhqvist G., Björk O.V., Lundberg S., Settergren G.: Peritoneal Dialysis in Infants and Children After Open Heart Surgery. *Scand. J. Thor. Cardiovasc. Surg.*, 16, 1982, č. 3, s. 229—233.

Baum D., Dillard D.H., Mohri H., Crawford E.W.: Metabolic aspects of deep surgical hypothermia of infancy. *Pediatrics*, 42, 1986, č. 2, s. 93—97.

Elliott M.J., Delius R.E.: Renal Issues. S. 387—396. In: Chang A.C. et al. (Eds.): *Pediatric Cardiac Intensive Care*. Maryland, Williams & Wilkins 1998, 549 s.

Flening F., Bohn D., Edwards H., Cox P., Geary D., McCrindle B.W., Williams W.G.: Renal replacement therapy after repair of congenital heart disease in children: A comparison of hemofiltration and peritoneal dialysis. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 109, 1995, č. 2, s. 322—331.

Frost L., Pederson R.S., Lund O., Hansen O.K., Hansen H.E.: Prognosis and risk factors in acute, dialysis-requiring renal failure after open-heart surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 25, 1991, č. 3, s. 161—166.

Gailunas P., Chawla R., Lazarus J.M., Cohn L., Sanders J., Merrill J.P.: Acute renal failure following cardiac operations. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 79, 1980, č. 2, s. 241—248.

Hanson J., Loftness S., Clarke D., Campbell D.: Peritoneal Dialysis Following Open Heart Surgery in Children. *Pediat. Cardiol.*, 10, 1989, č. 3, s. 125—128.

Hilberman M., Derby G.C., Spencer R.J., Stinson E.B.: Sequential pathophysiological changes characterizing the progression from renal dysfunction to acute renal failure following cardiac operation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 79, 1980, č. 6, s. 838—841.

Chesney R.W., Kaplan B.S., Freedom R.M., Haller J.A., Drummond K.N.: Acute renal failure: An important complication of cardiac surgery in infants. *J. Pediat.*, 87, 1975, č. 3, s. 381—388.

John E.G., Levitsky S., Hastreiter A.R.: Management of acute renal failure complicating cardiac surgery in infants and children. *Crit. Care Med.*, 8, 1980, č. 10, s. 562—568.

Karl T.R.: Transposition of the great arteries. S. 825—840. In: Nichols D.G. et al. (Eds.): *Critical heart disease in infants and children*. St. Louis, Mosby-Year Book 1995, 1069 s.

Mee R.B.B.: Dialysis after cardiopulmonary bypass in neonates and infants. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 103, 1992, č. 5, s. 1021—1022.

Rigden S.P.A., Barratt T.M., Dillon M.J., Leval M.D., Stark J.: Acute renal failure complicating cardio-pulmonary bypass surgery. *Arch. Dis. Child.*, 57, 1982, č. 6, s. 425—430.

Shaw N.J., Brocklebank J.T., Dickinson D.F., Wilson N., Walker D.R.: Long-term outcome for children with acute renal failure following cardiac surgery. *Int. J. Cardiol.*, 31, 1991, č. 2, s. 161—166.

Zobel G., Stain J.L., Kuttig M. et al.: Continuous extracorporeal fluid removal in children with low cardiac output after cardiac operation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 101, 1991, č. 4, s. 593—597.

Received April 6, 2000.

Accepted June 8, 2000.