

## Coronary artery bypass grafting in patients with left ventricular ejection fraction of 30 % or less

Nemec P, Bedanova H, Necas J, Meluzin J, Stetka F, Pokorny P, Utrata P, Cerny J

### Chirurgická revaskularizace myokardu u nemocných s nízkou ejekční frakcí levé komory

#### Abstract

Nemec P, Bedanova H, Necas J, Meluzin J, Stetka F, Pokorny P, Utrata P, Cerny J:

Coronary artery bypass grafting in patients with left ventricular ejection fraction of 30 % or less  
Bratisl Lek Listy 2000; 102 (1): 15–21

**Background:** The results of a merely pharmacological therapy in patients with advanced left ventricular dysfunction are unsatisfactory. Coronary artery bypass grafting is frequently the only therapeutic option, but ventricular dysfunction is generally considered to be a risk factor.

**Aim:** To find out the frequency of coronary artery bypass grafting and its outcome in patients with a ejection fraction of 30 % or less who were operated on at a single institution.

**Methods:** Between January 1st, 1996 and October 30th, 1999, 90 patients (4.6 % of all patients operated on due to of coronary artery disease) with EF of 30 % or less underwent coronary artery bypass grafting. This group consisted of 12 women and 78 men at an average age of 60.2±9.4 years (range, 33 to 78 years); 75.6 % patients were in functional class III or IV and 80.0 % had three-vessel disease. On the average, 2.5 grafts per patient were implanted, the left internal mammary artery was used in 24.4 % patients, and 10.0 % of patients had cardiac surgery without cardiopulmonary bypass.

**Results:** Hospital mortality was 10 %. The main cause of death was cardiac or multiorgan failure. Low cardiac output syndrome and supraventricular dysrhythmias were the most common postoperative complications. Advanced age and low cardiac output syndrome were found to be risk factors of early mortality.

Five other patients died during the follow-up (4 to 48 months). One- and three-year survival rate were 83.1 % and 81.9 %, respectively. Ejection fraction improved during the follow-up from 27.5 % to 33.7 %. The improvement was more pronounced in patients in whom preoperative end-diastolic diameter of the left ventricle was below 70 mm, and in patients with two and more hibernating segments on dobutamine stress echo.

Centrum of Cardiovascular and Transplant Surgery, Brno. petr.nemec@cktch.cz

Ist Department of Internal Medicine, University Hospital, Brno  
**Address for correspondence:** P. Nemec, MD, PhD, CKTCH Brno, Pekarska 53, CZ-656 91 Brno, Czech Republic.  
Phone: +420.5.4318.2484, Fax: +420.5.4321 1218

#### Abstrakt

Němec P., Bedáňová H., Nečas J., Meluzín J., Štětka F., Pokorný P., Útrata P., Černý J.:

Chirurgická revaskularizace myokardu u nemocných s nízkou ejekční frakcí levé komory  
Bratisl. lek. Listy, 102, 2001, č. 1, s. 15–21

**Pozadí problému:** Výsledky medikamentózní léčby pacientů s ICHS a významně sníženou funkcí levé komory (LK) jsou nespokojivé a chirurgická revaskularizace je mnohdy jedinou léčebnou možností. Přitom nízká ejekční frakce levé komory je všeobecně považována za rizikový faktor pro operaci.

**Cíl:** Formou retrospektivní studie zjistit frekvenci a zhodnotit výsledky chirurgické revaskularizace nemocných s ischemickou chorobou srdeční a sníženou funkcí levé komory.

**Soubor nemocných a metodika:** Sledovaný soubor tvořilo 90 nemocných (4,6 % ze všech operovaných pro ICHS v období od 1.1.1996 do 30.10.1999) s ejekční frakcí levé komory 30 % a méně. 12 žen a 78 mužů ve věku od 33 do 78 roků (průměr 60,2±9,4 roků) mělo průměrnou ejekční frakci levé komory 27,5±3,2 %, 75,6% bylo ve funkční skupině III a IV a 80,0 % mělo postižení 3 tepen. Průměrně bylo našito 2,5 bypassu na pacienta, levá mamární tepna byla použita u 24,4 % a 10 % nemocných bylo operováno bez mimotělního oběhu.

**Výsledky:** V časném pooperačním průběhu zemřelo 9 nemocných (10 %). Nejčastější příčinou úmrtí bylo srdeční nebo multiorganové selhání. Nejčastějšími komplikacemi byl syndrom nízkého srdečního výdeje u 42,2 % nemocných a supraventrikulární dysrhythmie u 18,9 %. Jako rizikové faktory pro hospitalizační mortalitu byl zjištěn věk a pooperační syndrom nízkého srdečního výdeje.

V dlouhodobém sledování (4–48 měsíců) zemřelo další 5 nemocných a 1leté a 3leté přežívání bylo 83,1 % a 81,9 %. Ejekční frakce se v průměru zlepšila z 27,5 % na 33,7 %. Zlepšení bylo výraznější u těch nemocných, kteří měli předoperačně enddiastolický rozměr LK pod 70 mm a u nemocných s 2 a více hiber-

Centrum kardiiovaskulární a transplantární chirurgie v Brně a I. interní klinika Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

**Adresa:** MUDr. P. Němec, CSc., CKTCH Brno, Pekarská 53, 656 91 Brno, Česká republika.

**Conclusions: Successful results of surgical revascularization in patients with severe impairment of left ventricular function can be achieved by careful selection of patients (the presence of viable myocardium is necessary) and management. Early mortality and morbidity was higher than in patients with normal ventricular function. Age and low cardiac output syndrome were revealed as risk factors of early mortality. Long-term prognosis for hospital survivals was satisfactory. (Tab. 5, Fig. 1, Ref. 13.)**

**Key words: coronary artery disease, low ejection fraction, surgical revascularization.**

Treatment possibilities for patients with coronary artery disease (CAD) and profound left ventricular dysfunction are very limited. Pharmacological therapy alone has often been unsatisfactory at controlling angina and carries a poor long-term survival. If interventional methods (angioplasty, stent implantation) are not feasible because of unsuitable morphology of the coronary artery lesion, surgical revascularization often remains the only option. Nevertheless, low ejection fraction of the left ventricle (EFLV) is considered to be a risk factor for the operation. However, improvements in intraoperative myocardial protection, cardiopulmonary bypass techniques and postoperative management of patients have led to an increased survival in recent years.

The aim of our retrospective study was to find out the frequency of surgical revascularization in the patients with impaired EFLV and to evaluate early and long-term results.

#### Materials and methods

Between January 1, 1996 and October 30, 1999 1952 patients with CAD were operated on in our institution. The retrospective study was undertaken in the cohort of 90 patients (4.6 %) who met the following criteria: (1) left ventricular rejection fraction of 30 % on echographic examination, (2) adequate run-off in the coronary arteries, (3) the presence of hibernated myocardium evaluated clinically (angina pectoris) or with dobutamin stress echography and (4) no other cardiac disease.

The group of patients consist of 12 women and 78 men with the average age of 60.2±9.4 years (33 to 78). Eighteen patients (20 %) were older than 70 years. The functional class before operation was on average 3.1; 68 patients (75.6 %) were in class III or IV. The main symptom was angina pectoris in 72 patients, 18 patients suffered from symptoms of congestive heart failure. Average EFLV was 27.5±3.2 %. Thirty three patients were treated for hypertension, 23 for diabetes mellitus and 17 patients suffered from peripheral occlusive arterial disease. The majority of patients suffered from three vessel disease, 26.7 % had left main stem stenosis. Urgent operation was required in 8 patients (Table 1).

#### Surgical technique

After induction of anaesthesia, the Swan-Ganz catheter was introduced for haemodynamic measurement. Cardiopulmonary bypass (CPB) and surgical techniques, including left atrial vent, were standardized and did not change during the period. Myocardial revascularization was performed in normothermic CPB with local cooling. For myocardial protection, the antegrade crystalloid cardioplegia at

novanými segmenty při předoperačním zátěžovém echografickém vyšetření s dobutaminem.

**Závěr:** Hlavním předpokladem pro úspěšnou chirurgickou revascularizaci nemocných s nízkou ejekční frakcí je přítomnost viabilního myokardu. Časná mortalita i morbidita jsou vyšší ve srovnání s nemocnými s normální ejekční frakcí. Rizikovými faktory pro časnou mortalitu je věk a pooperační syndrom nízkého srdečního výdeje. Dlouhodobé přežívání je uspokojivé. (Tab. 5, obr. 1, lit. 13.)

**Klíčová slova:** ischemická choroba srdeční, nízká ejekční frakce levé komory, chirurgická revascularizace.

Možnosti léčby nemocných s ischemickou chorobou srdeční (ICHS) a výrazným postižením funkce levé komory jsou omezené. Výsledky medikamentózní terapie jsou neuspokojivé, alternativní chirurgické postupy (např. transplantace srdce) jsou velmi limitované. Pokud pro morfologický nálezh postižených koronárních tepen není vhodná angioplastika, zůstává chirurgická revascularizace mnohdy jedinou léčebnou možností. Přitom nízká ejekční frakce levé komory (EFLK) je všeobecně považována za rizikový faktor pro operaci. Zlepšení operačních postupů včetně intraoperační ochrany myokardu, zlepšení vedení mimotělního oběhu a anestezie a pokroky v pooperační péči vedly v poslední době ke zlepšení celkových výsledků u těchto nemocných.

Cílem naší retrospektivní studie je zjistit frekvenci chirurgické revascularizace myokardu u nemocných s výrazně sníženou EFLK, zhodnotit časná a dlouhodobá výsledky u těchto nemocných.

#### Soubor nemocných a metodika

Od 1.1.1996 do 30.10.1999 bylo na našem pracovišti operováno 1952 nemocných s ICHS. Sledovaný soubor tvořilo 90 pacientů (4,6 %), kteří splnili následující kritéria: 1. ejekční frakce levé komory 30 % a méně hodnocená echograficky, 2. morfologický nálezh na koronárních tepnách vhodný k chirurgické revascularizaci, 3. známky reverzibilní ischemie myokardu hodnocené klinicky (angina pectoris) nebo pomocí zátěžového echografického vyšetření s dobutaminem, 4. nepřítomnost další srdeční vady.

Uvedený soubor tvořilo 12 žen a 78 mužů, průměrného věku 60,2±9,4 (33–78). 18 (20 %) nemocných bylo ve věku nad 70 let. Průměrná předoperační funkční třída byla 3,1. 68 nemocných bylo ve funkční třídě III nebo IV. Hlavním symptomem byla angina pectoris u 72 nemocných, 18 nemocných mělo známky srdečního selhání. Průměrná EFLK byla 27,5±3,2 %. Nejčastějším přidruženým onemocněním byla hypertenze u 33 nemocných, diabetes mellitus u 23 a anamnéza současné nebo léčené periferní tepenné choroby u 17 nemocných. Většina pacientů měla postižení všech tří koronárních tepen, 26,7 % mělo navíc významnou stenózu kmene levé věnčité tepny. 8 nemocných bylo operováno urgentně (tab. 1).

#### Chirurgická technika

Po uvedení do anestézie byl všem nemocných zaveden termidiluční Swan-Ganzův katétr pro hemodynamická měření. Mimotělní oběh s použitím membránového oxygenátoru byl zaveden kanylací aorty a dutých žil, do levé síně byl zaveden vent. Nemocní byli operováni v celkové normotermii s místním chlazením. K ochraně myokardu byla použita antegrádní krystaloidní kardio-

the beginning was followed by a continuous delivery of cardioplegic solution via the venous grafts. An average of 2.5 grafts per patient were implanted. In 22 patients, the left mammary artery was used for grafting the left anterior descending artery.

Resection of a left ventricular aneurysm was performed in 10 patients (11.1 %).

Nine patients (10 %) were operated on the beating heart (six of them through the left lateral minithoracotomy).

The following clinical variables were included into the statistical analysis: age, gender, diabetes mellitus, hypertension, peripheral arterial disease, functional class (according to the NYHA or CCS classifications), number of diseased vessels (with stenosis above 75 %), type of operation (urgent or elective), number of distal anastomoses, aortic cross-clamp and cardiopulmonary bypass times and postoperative complications, i.e., low cardiac output (LCO) syndrome, intra-aortic balloon pump (IABP) use, perioperative myocardial infarction, malignant dysrhythmias, renal failure, respiratory failure, gastrointestinal complications, sepsis, neuropsychological disorder and the need for urgent reoperation.

#### Statistical analysis

Continuous variables were presented as means  $\pm 1$  standard deviation, whereas discrete variables were expressed as frequencies. The former were evaluated by the two-tailed Student's *t* test and the latter by the chi-square test or Fisher's test. A *p* value of less than 0.05 was regarded as statistically significant.

## Results

#### Early postoperative period

Nine patients (10.0 %) died during the early postoperative period. In eight patients, the cause of death were cardiac failure or

plegie, ve které bylo pokračováno cestou našitých žilních štěpů během celé doby ischemické srdeční zástavy. Průměrně bylo našito 2,5 bypassu na pacienta. Levá mamární tepna byla k přemostění ramus interventricular anterior použita u 22 (24,4 %) nemocných, u 10 (11,1 %) nemocných byla provedena resekcce výdutě levé komory. Centrální anastomózy byly našity na nástěnné aortální svorce za srdeční akce.

9 (10,0 %) nemocných bylo operováno bez použití mimotělního oběhu (z toho 6 z levostranné laterální minitorakotomie).

#### Klinické parametry

Do statistické analýzy rizikových faktorů byly zahrnuty následující klinické parametry: věk, pohlaví, diabetes mellitus, hypertenze, periferní tepenné nemoc, anamnéza srdečního selhání (klasifikována dle NYHA) nebo angíny (klasifikována dle CCS). Z údajů získaných při katetrizaci jsme hodnotili počet postižených tepen (stenóza nad 75 % lumen). Dále jsme hodnotili typ operace (urgentní oproti elektivní), počet distálních anastomóz, dobu ischemické srdeční zástavy a mimotělního oběhu. Z pooperačních údajů to byla frekvence výskytu pooperačních komplikací (syndrom nízkého minutového výdeje, použití intraaortální balónkové kontrapulzace (IABK), pooperační infarkt myokardu (IM), maligní dysrhythmie, renální selhání, respirační selhání, gastrointestinální komplikace, sepse, neuropsychické komplikace, nutnost urgentní reoperace).

#### Statistické zpracování

Kontinuálně proměnné jsou vyjádřeny jako průměr  $\pm 1$  standardní odchylka, ostatní proměnné jsou vyjádřeny frekvencemi. Ke statistickému zpracování bylo použito Studentova *t*-testu, Fisherova testu,  $\chi^2$ -testu a kontingenčních tabulek. Hodnota *p* < 0,05 je považována za statisticky významnou.

Tab. 1. Clinical characteristics of the patients.

	Value	Number (%)
Men		78 (86,7)
Women		12 (13,3)
Age	60,2 $\pm$ 9,4 (33-78)	
Functional class		
I and II		22 (24,4)
III and IV		68 (75,6)
Main symptom		
Angina pectoris		72 (80)
Dyspnoe		18 (20)
Ejection fraction	27,5 $\pm$ 3,2	
Hypertension		33 (36,7)
Diabetes mellitus		23 (25,6)
Peripheral vascular disease		17 (18,9)
Malignant dysrhythmias		4 (4,4)
Ischaemic ventricular septal defect		1 (1,1)
Urgent operation		8 (8,9)
Involvement		
1 vessel		3 (3,3)
2 vessels		15 (16,7)
3 vessels		72 (80,0)
(left main stenosis)		24 (26,7)

Tab. 1. Klinická charakteristika nemocných.

	Hodnota	Počet (%)
Muži		78 (86,7)
Ženy		12 (13,3)
Věk	60,2 $\pm$ 9,4 (33-78)	
Funkční třída		
I a II		22 (24,4)
III a IV		68 (75,6)
Hlavní příznak		
Angína pectoris		72 (80)
Dušnost		18 (20)
Ejekční frakce	27,5 $\pm$ 3,2	
Hypertenze		33 (36,7)
Diabetes mellitus		23 (25,6)
Periferní tepenná choroba		17 (18,9)
Maligní dysrhythmie		4 (4,4)
Ischemický defekt komorového septa		1 (1,1)
Urgentní operace		8 (8,9)
Onemocnění		
1 tepny		3 (3,3)
2 tepen		15 (16,7)
3 tepen		72 (80,0)
(stenóza kmene)		24 (26,7)

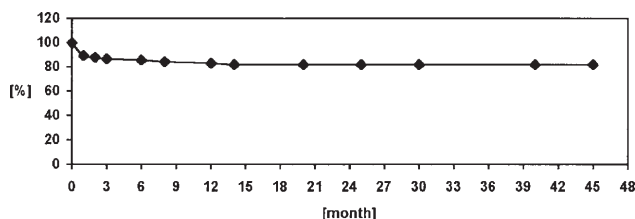


Fig. 1. Long-term follow-up of the patients with impaired function of the left ventricle.

Obr. 1. Dlouhodobé přežívání nemocných s nízkou EFLK.

multiorgan failure as a consequence of the progression of low cardiac output syndrome. One patient died because of tracheo-oesophageal fistula. The most common complications in the early postoperative period were as follows: low cardiac output syndrome with the need of pharmacological support in 38 patients (42.2 %), in eight of them IABP was required. Supraventricular dysrhythmias occurred in 17 patients, neuropsychological disorder in nine, wound healing disorder in eight and respiratory insufficiency in 7 patients. Other complications were less frequent (Tab. 2).

The age of patients, LCO syndrome and a need for IABP use were risk factors associated with higher early mortality.

#### The midterm follow-up

Prognosis for the patients with impaired EFLV at follow-up (80.3 % patients were followed up for  $20.0 \pm 13.4$  months) is quite satisfactory (Fig. 1). One-, two- and three-year survivals were 83.1 %, 81.9 % and 81.9 %, respectively. The average functional class improved markedly from 3.1 preoperatively to 1.7 at follow-up (Tab. 3).

According to their clinical conditions, the patients were classified as group I (satisfactory outcome) or group II (unsatisfactory

## Výsledky

### Časný pooperační průběh

Během hospitalizace zemřelo 9 nemocných (10 %). Příčinou úmrtí u 8 nemocných bylo kardiální nebo multiorganové selhání, které se vyvinulo v důsledku trvajících nízkého minutového výdeje. Jeden nemocný zemřel na sepsi při tracheo-oesophageální píštěli.

Nejčastějšími komplikace v časném pooperačním průběhu byl syndrom nízkého minutového výdeje s nutností inotropně-vasodilatorní podpory u 38 (42,2 %) nemocných (u 8 z nich byla nutná i intraaortální balónková kontrapulzace). U 17 nemocných se vyskytly supraventrikulární poruchy rytmu, u 8 nemocných poruchy hojení rány, u 9 nemocných přechodné neuropsychické problémy a u 7 respirační insuficience. Ostatní komplikace byly méně časté (tab. 2).

Jako rizikové faktory hospitalizační mortality byly zjištěny věk nemocných (66,8 roku u zemřelých oproti 59,6 roku,  $p < 0,05$ ), výskyt syndromu nízkého minutového výdeje a nutnost použití intraaortální balónkové kontrapulzace (IABK).

### Střednědobé sledování

Prognóza nemocných s nízkou EFLK během střednědobého sledování (sledováno 80,3 % nemocných)  $20,0 \pm 13,4$  měsíce (4–48 měsíců) je poměrně příznivá (obr. 1). 1leté, 2leté a 3leté přežívání je 83,1 %, 81,9 % a 81,9 %.

Podle klinického stavu jsme zjistili, že 70 (86,4 %) pacientů mělo příznivý průběh a 11 pacientů nepříznivý průběh. Do skupiny s nepříznivým průběhem byli zařazeni nemocní, kteří během sledování zemřeli (5 nemocných (3 z nich náhle pravděpodobně z kardiálních důvodů)), nebo se jejich funkční stav zhoršil. Nemocní s nepříznivým průběhem měli předoperačně častěji hypertenzi, diabetes mellitus a nižší EFLK (žádný z těchto parametrů nebyl však statisticky významný), v ostatních sledovaných parametrech se obě skupiny nelišily.

Tab. 2. Postoperative complications.

	Number (%)
LCO syndrome	38 (42,2)
IABC	8 (8,9)
Supraventricular dysrhythmias	17 (18,9)
Neuropsychological disorder	9 (10,0)
Wound healing disturbances	
Superficial	7 (7,8)
Deep	1 (1,1)
Respiratory insufficiency	7 (7,8)
Reoperation for bleeding	5 (5,6)
Multiorgan failure	5 (5,6)
Renal failure	4 (4,4)
Dialysis	2
Postoperative myocardial infarction	3 (3,3)
Gastrointestinal bleeding	3 (3,3)
Malignant dysrhythmias	1 (1,1)
Mortality	9 (10,0)
Cardiac failure	5
Multiorgan failure	3
Tracheoesophageal fistula	1

LCO – low cardiac output, IABC – intraaortic balloon conrapulsion

Tab. 2. Pooperační komplikace.

	Počet (%)
Syndrom MNV	38 (42,2)
IABK	8 (8,9)
Supraventrikulární dysrytmie	17 (18,9)
Neuropsychické poruchy	9 (10,0)
Poruchy hojení rán	
povrchní	7 (7,8)
hluboké	1 (1,1)
Respirační insuficience	7 (7,8)
Reoperace pro krvácení	5 (5,6)
Multiorganové selhání	5 (5,6)
Renální selhání	4 (4,4)
dialýza	2
Pooperační infarkt myokardu	3 (3,3)
Krvácení do gastrointestinálního traktu	3 (3,3)
Maligní dysrytmie	1 (1,1)
Mortalita	9 (10,0)
kardiální	5
multiorganové selhání	3
tracheo-oesophageální píštěl	1

MNV – nízký minutový výdej, IABK – intraaortální balónková kontrapulzace

outcome). The patients who died during the follow-up (5 patients, 3 of them because of cardiac failure) or whose functional class worsened were included in group II. Preoperatively, these patients suffered more often from hypertension, diabetes mellitus and lower EFLV, but the differences were not statistically significant. In the other parameters, there was no difference.

The dobutamine stress echographic examination was performed in 32 patients preoperatively. EFLV was improved in a significantly higher number of patients with two or more hibernated segments, as compared with the patients who had no or one hibernated segment (Tab. 4).

EFLK improved from 27.5 % to 33.7 % in the mid-term follow-up. Ejection fraction improved in 70.3 %, remained at the preoperative level in 23.4 % and decreased in 6.3 % of the patients.

When early postoperative EFLK was compared with EFLK in the mid-term follow-up, a correlation between these two measurements was found only in 62.9 % of the patients. EFLK further increased in 16.1 % and decreased in 21.0 % of the patients. The preoperative, end-diastolic diameter of the left ventricle (EDDLV) was significantly higher in the patients with a decrease in EFLK during the follow-up (73.5 mm against 63.4 mm).

When the patients with preoperative  $EDDLV \geq 70$  mm were compared with the patients with  $EDDLV < 70$  mm, a significant difference was found in postoperative ejection fraction. The average improvement in EFLV of the first group was from 26.5 % preoperatively to 29.1 % in the follow-up period; EFLV improved in five, remained at the same level in one and decreased in four patients. In the other group ( $EDDLV < 70$  mm), the average improvement was from 28.0 % to 34.8 %; EFLV improved in 22 patients (70.9 %) and remained at the preoperative level in nine patients. None of these patients showed a decrease in ejection fraction (Tab. 5).

## Discussion

The outcome of pharmacological treatment in patients with CAD and impaired function of the left ventricle has improved with the use of ACE inhibitors, but long-term prognosis still remains unfavourable: four- to five-year survival is 30–50 % (4, 9). While in the early period of surgical revascularization, a markedly impaired function of the left ventricle was considered to be a contraindication for the operation, nowadays, there is increasing evidence that low EFLV itself continues to be a less significant risk factor for mortality (5). The patients benefit from surgical revascularization by improved, long-term survival and higher functional capacity (1, 3).

According to the literature, the mortality of patients with significantly impaired EFLV is 3.8–20 % (5, 7, 8, 9, 10, 12, 13). Several

U většiny přežívajících nemocných došlo k výraznému funkčnímu zlepšení (průměrná funkční třída 1,7) (tab. 3).

U 32 nemocných bylo předoperačně provedeno zátěžové echografické vyšetření s dobutaminem. Pokud bylo zjištěno 2 a více hibernovaných segmentů bylo zlepšení EFLK v dlouhodobém sledování u statisticky významně vyššího počtu nemocných než při nižším počtu hibernovaných segmentů (tab. 4).

Ejekční frakce levé komory se zlepšila z předoperačních 27,5 % v dlouhodobém sledování na 33,7 %. Ke zlepšení došlo u 70,3 % nemocných, u 23,4 % zůstaly hodnoty na úrovni předoperačních a u 6,3 % ejekční frakce poklesla. Stanovením EFLK časně po operaci při propuštění z nemocnice nelze přesně předpovědět další vývoj funkce LK, neboť ve srovnání s dlouhodobým vyšetřením výsledek obou odpovídal 62,9 % nemocných. U 16,1 % nemocných došlo k dalšímu zlepšení ale u 21,0 % došlo naopak během sledování ke zhoršení EFLK.

Průměrný předoperační enddiastolický průměr levé komory (EDDLK) byl ve skupině nemocných, u kterých došlo k dalšímu poklesu EF významně vyšší ve srovnání s ostatními nemocnými (73,5 mm oproti 63,4 mm).

Při porovnání skupiny nemocných s předoperačním EDDLK větším než 70 mm se skupinou, jejichž EDDLK byl menší než 70 mm, byl zjištěn významný rozdíl v pooperační ejekční frakci. V první skupině se EFLK zlepšila z 26,5 % na 29,1 %. Přitom z 10 nemocných došlo u 4 nemocných ke zhoršení, u 1 zůstala EF na předoperační úrovni a ke zlepšení došlo jen u 5 nemocných. Ve druhé skupině se EF zlepšila z 28,0 % na 34,8 %. U žádného nemocného se nezhoršila, u 22 nemocných se zlepšila a u 9 zůstala na předoperační úrovni (tab 5).

## Diskuse

Výsledky medikamentózní léčby pacientů s ICHS a významně sníženou funkcí LK se zlepšily od zavedení ACE inhibitorů, ale dlouhodobá prognóza takto léčených nemocných je stále špatná: 4–5 roků přežívá 30–50 % nemocných (4, 9). Zatímco v počátečních obdobích chirurgické revaskularizace myokardu byla výrazná dysfunkce levé komory považována za kontraindikaci k výkonu, s postupem času bylo ve velkých studiích prokázáno, že nízká ejekční frakce v průběhu let představuje stále méně významný rizikový faktor pro mortalitu (5) a tyto nemocní mají právě z chirurgické revaskularizace prospěch nejen ve smyslu lepšího dlouhodobého přežívání ale i ve smyslu zlepšení funkčního stavu (1, 3).

Podle literatury se mortalita nemocných s těžkou dysfunkcí LK pohybuje v rozmezí 3,8–20 % (5, 7, 8, 9, 10, 12, 13). Zlepšení v posledních letech je dáno kvalitnější diagnostikou s tím so-

**Tab. 3. Functional classification.**  
**Tab. 3. Funkční klasifikace nemocných.**

Functional class Funkční třída	Before operation Před operací	After operation Po operaci
I	2	24
II	20	30
III	33	6
IV	35	1

**Tab. 4. Influence of the number of the hibernated segments on the postoperative systolic function of the left ventricle.**  
**Tab. 4. Vliv počtu hibernovaných segmentů na pooperační systolic-kou funkci levé komory.**

Number of hibernated segments Počet hibernovaných segmentů	EF improved Zlepšení EF	not improved Nezlepšení EF
0-1	2	6
$\geq 2$	17	7

$p < 0.05$

**Tab. 5. Influence of left ventricular end-diastolic diameter on the systolic function.****Tab. 5. Vliv enddiastolického rozměru levé komory na její systolicou funkci.**

LVEDD	EF		Improved Zlepšená	Unchanged Stejná	Deteriorated Zhoršená
	preop	postop			
>70 mm	26,5	29,1	5	1	4
<70 mm	28,0	34,8	22	9	0

factors have contributed to the improved results: selection of patients based on more accurate preoperative examination tests (evaluation of myocardial viability), improvements in surgical technique and myocardial preservation, and progress in postoperative intensive care.

The selection of patients seems to be the most important factor in successful revascularization. A sufficient run-off of the coronary arteries and at least partially viable myocardium, verified clinically (angina pectoris) or by laboratory examination, contribute to successful outcomes (1, 2, 10). On the other hand, the presence of symptoms of heart failure without angina does not necessarily mean that there is no viable myocardium. Rahimtoola (11) has proved that profound dysfunction of the left ventricle may be a protective mechanism that decreases oxygen demand and thus reduces ischaemia and necrosis of the myocardial cells in the patients with chronically ischemic but hibernated myocardium. Currently the evidence of viable myocardium, proved by dobutamin stress echography, scintigraphy or positron emission tomography, makes the decision-making process easier and, to some extent, may also predict the prognosis for the patient. We did not always have a possibility to perform the examination of myocardial viability in our patients. But, in the patients examined, we found out that the presence of two and more hibernated segments increased the probability of improvement for EFLV. Therefore, we consider the proof of viable myocardium to be an important factor.

The use of blood cardioplegia combining antegrade and retrograde delivery is considered to be a significant factor improving myocardial protection (7, 13). There is not such evidence in other studies (5).

The outcome of surgical revascularization is also influenced by other risk factors such as advanced age, diabetes mellitus, hypertension, male gender and, above all, urgent operation (13). If the patient with low EFLV is haemodynamically unstable, an introduction of IABP for stabilization is recommended before the operation (6).

The need of complex surgery, such as revascularization, together with the closure of postinfarction ventricular septal defect or mitral valve repair for ischemic regurgitation is also associated with increased mortality (9).

Our clinical experience demonstrates that, in patients with low EFLV, a more "conservative" approach is indicated. It means fewer but more effective grafts (arteries with a good run-off to the viable myocardium) even if revascularization is not complete. Kaul (7) also shares this opinion. He has demonstrated a higher mortality in patients, particularly females, with a higher number of distal anastomoses. On the contrary, Trachiotis (13) regards complete revascularization (at least one graft to the territory of each coronary artery) as an important factor for the favourable outcome.

An increased risk of mortality is also associated with dilatation of the left ventricle. Kawachi (8) demonstrated a higher mor-

uvisajícím výběrem nemocných k operaci, pokroky v chirurgické technice, peroperační ochraně myokardu i pooperační péči

Základní podmínkou úspěšné revaskularizace je výběr vhodných pacientů. Pro úspěch operace je nutným předpokladem „vhodná morfologie“, tzn. dobrý výtokový trakt koronárních tepen a průkaz alespoň části viabilního myokardu buďto klinicky (angina pectoris) nebo paraklinickým vyšetřením (1,2,10). Přítomnost příznaků srdečního selhání bez angíny ale nemusí znamenat nepřítomnost viabilního myokardu. Rahimtoola (11) prokázal, že u nemocných s chronicky ischemickým a hibernovaným myokardem může být těžká dysfunkce levé komory protektivním mechanismem, který snižuje požadavky na kyslík, limituje ischemii a nekrózu buněk. Přesto průkaz viabilního myokardu echografií s dobutaminem, thaliovou scintigrafií nebo pozitronovou emisní tomografií podstatně zpřesňuje informace o předoperačním stavu myokardu, usnadňuje rozhodování o chirurgickém postupu a do jisté míry předpovídá i prognózu nemocného. V našem souboru nemocných nebyla viabilita myokardu stanovena u všech nemocných, neboť dříve nebylo toto vyšetření vždy dostupné, ale u vyšetřených nemocných jsme zjistili, že průkaz 2 a více hibernovaných segmentů představuje předpoklad pro zvýšení EFLK po operaci a proto nyní průkaz viabilního myokardu u nemocných s nízkou EFLK považujeme za velmi důležitý.

Za významný krok je považováno použití krevní kardioplegie a její kombinovaná antegrádní a retrográdní aplikace během ischemické srdeční zástavy (7, 13). Jiné studie naopak vliv změny používané kardioplegie na časnou mortalitu neprokázaly (5).

O výsledku chirurgické revaskularizace však rozhoduje i přítomnost dalších rizikových faktorů, které jsou u těchto nemocných také častější. Za hlavní je považován vyšší věk, diabetes, hypertenze, mužské pohlaví a zejména nutnost urgentní operace (13). Proto se doporučuje pokusit se rizikové nemocné s nižší EF před operací hemodynamicky stabilizovat i za cenu předoperačního použití intraaortální balónkové kontrapulzace (6).

Dalším faktorem ovlivňujícím mortalitu jen typ výkonu — při prosté revaskularizaci je mortalita nižší ve srovnání s nemocnými s komplexnějším výkonem (současný uzávěr poinfarktového defektu komorového septa, korekce ischemické mitrální regurgitace apod.) (9).

Naše klinická zkušenost nám dokazuje, že i při prosté revaskularizaci je vhodnější postupovat „konzervativněji“ a přemístit jen koronární tepny s dobrým výtokem i za cenu inkompletní revaskularizace. K obdobným závěrům došel i Kaul (7), který prokázal vyšší mortalitu u nemocných s vyšším počtem distálních anastomóz, zejména u žen. Opačného názoru je Trachiotis (13), který za velmi důležitý faktor pro dobrý výsledek považuje kompletní revaskularizaci ischemického myokardu (alespoň jeden bypass do teritoria každé ze tří koronárních tepen).

Vyšší riziko úmrtí je spojeno také s dilatací levé komory. Kawachi (8) prokázal, vyšší mortalitu u nemocných s nízkou ejekční frakcí (pod 40 %) a současnou dilatací LK s enddiastolickým objemem nad 200 ml/m<sup>2</sup> a endsystolickým objemem nad 140 ml/m<sup>2</sup>. V našem souboru vyšší mortalita u nemocných s dilatovanou LK nebyla prokázána, ale zjistili jsme, že tyto nemocní mají menší naději na zlepšení EFLK po operaci.

I přes snižující se mortalitu přetrvává u těchto nemocných stále vyšší časná morbidita ve srovnání s nemocnými s normální funkcí levé komory (5, 12). Tento fakt potvrzují i naše zkušenosti. Důvo-

tality in patients with low EFLV (below 40 %) and a dilated left ventricle (end-diastolic volume  $\geq 200$  ml/m<sup>2</sup> and end-systolic volume  $\geq 140$  ml/m<sup>2</sup>). We did not confirm increased mortality in our patients with dilated left ventricle, but found less improvement in EFLV after revascularization.

Even if mortality continues to decrease, morbidity in these patients is still much higher than in the patients with normal EFLV (5, 12). Our experience is the same. The main reasons are probably not only the impaired function of the left ventricle, but also a frequent presence of other risk factors, as mentioned above, which, themselves, may increase the mortality (5).

One-year survival in patients with low EFLV is about 80 % and five-year survival is about 60 % (2, 10, 13). These results are much better than in patients treated pharmacologically and they are almost as good as in heart transplant recipients (9, 12). Because of the shortage of donors and a high mortality rate on the waiting list, there is a tendency to carry out revascularization when possible. Heart transplantation should be indicated and reserved for the patients in whom revascularization is not technically feasible.

In conclusion, successful results of surgical revascularization in patients with severe impairment of the left ventricular function can be achieved by careful patient selection (the presence of viable myocardium is necessary) and management. In these patients, early mortality and morbidity were higher as compared with the patients who had normal ventricular function. Age and low cardiac output syndrome after the operation were revealed as risk factors for early mortality. The improvement of EFLV was more pronounced in the patients in whom the preoperative end-diastolic diameter of the left ventricle was below 70 mm and in the patients with two or more hibernated segments on dobutamin stress echo. Long-term prognosis for the hospital survivals was satisfactory.

## References

- Aldermann E.L., Fisher L.D., Litwin P., Kaiser G.C., Myers W.O., Maynard C. et al.:** Results of coronary artery surgery in patients with poor left ventricular function (CASS). *Circulation*, 68, 1983, s. 785—795.
- Alfieri O.:** Coronary artery bypass grafting for left ventricular dysfunction. *Curr. Opin. Cardiol.*, 9, 1994, s. 658—663.
- Baker D.W., Jones R., Hodges J., Massie B.M., Konstam M.A., Rose E.:** Management of heart failure. III. The role of revascularization in the treatment of patients with moderate or severe left ventricular systolic dysfunction. *J. Amer. Med. Ass.*, 272, 1994, s. 1528—1534.
- Califf R.M., Harrell F.E. Jr., Lee K.L.:** The evolution of medical and surgical therapy for coronary artery disease. A 15-year perspective. *J. Amer. Med. Ass.*, 261, 1989, s. 2077—2086.
- Christakis G., Ivanov I., Weisel R., Birnbaum P.L., David T.E., Salerno T.A. et al.:** The changing pattern of coronary artery bypass surgery. *Circulation*, 1989, Suppl. I, s. 151—161.
- Christenson J.T., Simonet F., Schmuziger M.:** The effect of preoperative intra-aortic balloon pump support in high risk patients requiring myocardial revascularization. *J. Cardiovasc. Surg.*, 38, 1997, s. 397—402.
- Kaul T.K., Agnihotri A.K., Fields B.L., Wyatt D.A., Jones Ch.R.:** Coronary artery bypass grafting in patients with an ejection fraction of twenty percent or less. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 111, 1996, s. 1001—1012.
- Kawachi K., Kitamura S., Hasegawa J., Kawata T., Kobayashi S., Mizuguchi K., Nishioka H., Taniguchi S., Kameda Y., Yoshida Y.:** Increased risk of coronary bypass grafting for left ventricular dysfunction with dilated left ventricle. *J. Cardiovasc. Surg.*, 38, 1997, s. 501—505.
- Luciani G.B., Faggian G., Razzolini R., Livi U., Bortolotti U., Maz-zucco A.:** Severe ischemic left ventricular failure: Coronary operation or heart transplantation? *Ann. Thorac. Surg.*, 55, 1993, s. 719—723.
- Nollert G., Schmoeckel M., Markewitz A., Mattke S., Kreuzer E., Überfuhr P., Vetter H.O., Reichart B.:** Surgical therapy for coronary artery disease in patients with left ventricular ejection fraction of 25 % or less. *J. Cardiovasc. Surg.*, 38, 1997, s. 389—395.
- Rahimtoola S.H.:** The hibernating myocardium in ischaemia and congestive heart failure. *Europ. Heart J.*, 14, 1993, Suppl. A, s. 22—26.
- Shum-Tim D., Pelletier M.P., Latter D.A., De Varennes B.E., Morin J.E.:** Transplantation versus coronary artery bypass in patients with severe ventricular dysfunction. Surgical outcome and quality of life. *J. Cardiovasc. Surg.*, 40, 1999, s. 773—780.
- Trachiotis G.D., Weintraub W.S., Johnston T.S., Jones E.L., Guyton R.A., Craver J.M.:** Coronary artery bypass grafting in patients with advanced left ventricular dysfunction. *Ann. Thorac. Surg.*, 66, 1998, s. 1632—1639.

Received August 30, 2000.

Accepted January 5, 2001.

dem je pravděpodobně nejen horší funkce LK, ale i častější výskyt dalších rizikových faktorů (viz výše), které sami o sobě také k vyšší morbiditě vedou (5).

Roční přežívání nemocných s nízkou EF se pohybuje kolem 80 % (2, 10) a 5leté kolem 60 % (13), což jsou výsledky výrazně lepší než při medikamentózní terapii a téměř srovnatelné s nemocnými po transplantaci srdce (9, 12). Vzhledem k trvalému nedostatku dárců a vysoké mortalitě na čekací listině je však oprávněná snaha provést raději primárně revaskularizační výkon a transplantaci indikovat jen u těch nemocných, kde revaskularizace není technicky možná.