

Vliv kombinovaného aerobního a silového tréninku na funkci levé komory srdeční u nemocných po akutním infarktu myokardu

L. Elbl¹, V. Chaloupka¹, I. Tomášková¹, F. Jedlička¹, S. Nehyba¹, P. Kala², J. Schildberger², M. Poloczek², O. Boček²

¹ Oddělení funkčního vyšetřování, FN Brno, pracoviště Bobunice, přednosta doc. MUDr. Václav Chaloupka, CSc.

² Interní kardiologická klinika Lékařské fakulty MU a FN Brno, pracoviště Bobunice, přednosta prof. MUDr. Jindřich Špinar, CSc., FESC

Souhrn: *Cíl práce:* Předložená práce se zaměřila na posouzení vlivu kombinovaného aerobního tréninku se silovým cvičením prováděného v rámci časné řízené ambulantní rehabilitace na funkci levé komory srdeční u nemocných po prvním akutním infarktu myokardu. *Pacienti a metody:* Autoři zařadili do sledování 109 nemocných (18 žen, 91 mužů) ve věku 58 ± 9 let. 34 nemocných mělo sníženou ejekční frakci (EF) $< 50\%$ ($38 \pm 6\%$). Doba od vzniku infarktu myokardu do zahájení rehabilitace byla 31 ± 7 dní, u nemocných po aortokoronárním bypassu 45 ± 19 dní. Nemocní byli před a po rehabilitaci vyšetřeni pomocí klidové a dynamické zátěžové echokardiografie a spiroergometrie. Byla vyhodnocena klidová a zátěžová ejekční frakce, objemy levé komory (LK), index hybnosti stěny LK (IHS_{LK}) a vrcholový příjem kyslíku (pVO_2). Rehabilitační program probíhal po dobu 8 týdnů. Aerobní cvičení bylo provedeno na úrovni 60% pVO_2 a po 14 dnech doplněno o silová cvičení. *Výsledky:* V obou podskupinách nemocných došlo po rehabilitaci k významnému zvýšení pVO_2 a zátěžové tolerance. V podskupině se sníženou EF došlo k mírnému zlepšení klidových ($38 \pm 6\%$ vs $45 \pm 6\%$; $p < 0,007$) i zátěžových ($50 \pm 7\%$ vs $55 \pm 6\%$; $p < 0,001$) hodnot EF. Ke stejnému zlepšení došlo i při hodnocení IHS_{LK}. Hodnoty enddiastolického objemu LK (EDV) byly v podskupině se sníženou EF signifikantně vyšší ($p < 0,001$), v žádné podskupině nedošlo po rehabilitaci k výšeni klidových ani zátěžových hodnot EDV. Byl nalezen významný vztah mezi změnou klidové a zátěžové EF a změnou pVO_2 u nemocných se sníženou EF ($r = 0,36$; $p < 0,01$; respektive $r = 0,43$; $p < 0,001$). *Závěr:* Kombinované aerobní a silové cvičení v rámci časné rehabilitace je bezpečné a nevede ke zhoršení procesu remodelace LK. Tyto závěry platí i pro nemocné s mírnou až středně těžkou systolickou dysfunkcí LK. Význam zjištěných nálezů je nutno zhodnotit dlouhodobým prospektivním sledováním.

Klíčová slova: akutní infarkt myokardu – časná rehabilitace – silové cvičení – remodelace levé komory srdeční

The influence of combined aerobic and resistance training on left ventricle function in patients after acute myocardial infarction

Summary: *Objective of the Research:* Presented research was focused on the evaluation of the influence of combined aerobic training with resistance exercise performed within early controlled ambulatory rehabilitation on the left ventricle function in patients after the first acute myocardial infarction. *Patients and Methods:* 109 patients (18 women, 91 men) at the age of 58 ± 9 years were enrolled into the study. 34 patients ($38 \pm 6\%$) exhibited decreased ejection fraction (EF) $< 50\%$. The time interval from the occurrence of myocardial infarction to the beginning of the rehabilitation was 31 ± 7 days, in patients after aortocoronary bypass surgery 45 ± 19 days. Patients were examined using rest and dynamic exercise stress echocardiography and spiroergometry before the rehabilitation as well as after it. The evaluated parameters were as follows: rest and stress ejection fractions, left ventricle (LV) volumes, LV wall motion index (WMI_{LV}) and peak volume of oxygen consumption (pVO_2). Training programme proceeded for 8 weeks. Aerobic training was performed at the level of 60% pVO_2 and after 2 weeks it was completed with resistance exercise. *Results:* After the rehabilitation the two subgroups of patients exhibited significantly increased pVO_2 and improved stress tolerance. In the subgroup with decreased EF a slight improvement of both rest ($38 \pm 6\%$ vs. $45 \pm 6\%$; $p < 0.007$) and stress EF values ($50 \pm 7\%$ vs. $55 \pm 6\%$; $p < 0.001$) was observed. The same improvement was achieved also in the WMI_{LV} parameter. Values of LV end-diastolic volume (EDV) were significantly higher ($p < 0.001$) in the subgroup with decreased EF, neither rest EDV values nor stress ones were increased in any subgroup after rehabilitation. Significant relationship between the change of rest and stress EF and change of pVO_2 in patients with decreased EF ($r = 0.36$; $p < 0.01$ and 0.43 ; $p < 0.001$, respectively) was seen. *Conclusions:* Combined aerobic training and resistance exercise carried out within early rehabilitation are safe and they did not impair the process of LV remodeling. These conclusions apply to the patients with mild and moderate LV systolic dysfunction. The importance of the present findings must be evaluated in long-term prospective observation.

Key words: acute myocardial infarction – early rehabilitation – resistance exercise – left ventricular remodeling

Úvod

Kardiovaskulární rehabilitační program zahrnující aerobní cvičení je nedílnou součástí další léčby nemocných po akutním srdečním infarktu. Jeho přínos v rámci sekundární prevence ischemické choroby srdeční (ICHS) zahrnuje zlepšení tolerance

zátěže, kvality života, snížení mortality a pravděpodobně i počtu hospitalizací. Významně přispívá k pozitivnímu ovlivnění řady rizikových faktorů ICHS [18,22].

V posledních deseti letech se věnuje problematice rehabilitace po akutním srdečním infarktu velká pozor-

nost. Vedle zjištěných pozitiv zůstává nedořešena otázka možného nežádoucího účinku aerobního cvičení o střední a vyšší intenzitě na proces remodelace levé komory (LK). Tento problém nastínili ve své práci Jugdutt et al, kteří popsali zhoršení procesu remodelace LK u nemocných s rozsáhlým předním srdečním infarktem [15]. V dalším období byly zveřejněny studie, které tento negativní vliv nepotvrdily. Nicméně v některých studiích rehabilitační program probíhal v poměrně delším období po vzniku IM, nebyli zařazeni pacienti s významně sníženou ejekční frakcí (EF) nebo pacienti nerehabilitovali pod odborným vedením [2, 5,8]. Navíc je v poslední době zařazováno k aerobnímu tréninku cvičení se silovými prvky, o jehož vlivu na remodelaci LK máme minimum informací [13,14].

Cílem předložené práce bylo posouzení vlivu kombinovaného aerobního tréninku se silovým cvičením na funkci levé komory srdeční po absolvování časného ambulantního řízeného rehabilitačního programu u nemocných po prvním akutním srdečním infarktu se zaměřením na nemocné se systolickou dysfunkcí LK.

Soubor nemocných

Do rehabilitačního programu jsme zařadili 109 nemocných, 18 žen a 91 mužů, po přestálém prvním IM ve věku (58 ± 9 let, medián 58 let, 26–80). Nemocné jsme rozdělili do 2 skupin podle vstupních hodnot EF. 34 nemocných (32 %) mělo sníženou EF LK pod 50 % a 75 (68 %) mělo normální hodnoty EF. Charakteristika obou podskupin je uvedena v tab. 1 a 2.

Nemocní byli zařazeni do rehabilitačního programu 31 ± 7 dní (medián 29 dní, 13–44) od vzniku akutního infarktu. U pacientů po kardiochirurgickému zákroku byla doba nástupu 45 ± 19 dní (medián 33 dní, 23–68).

Tab. 1. Charakteristika podskupin.

proměnná	EF < 50 %	EF ≥ 50 %	p-hodnota
n	34 (32 %)	75 (68 %)	
věk (roky)	57 ± 9 (58) (36–74)	59 ± 9 (60) (26–80)	n.s.
sex (m/ž)	29/5	62/13	
BMI (kg/m ²)	$26,6 \pm 3$ (26,4) (21,9–33,5)	$28,4 \pm 4$ (28,4) (19,1–39,2)	0,03
IM PS (n/%)	28 (82 %)	34 (45 %)	0,0001
IM DS (n/%)	6 (18 %)	41 (55 %)	0,0001
PTCA + stent (n/%)	26 (76 %)	62 (83 %)	n.s.
CABG (n/%)	8 (24 %)	6 (8 %)	0,02
konzervativní léčba (n/%)	0	7 (9 %)	0,05
zátěžová ischemie	5 (15 %)	6 (8 %)	n.s.
NYHA I	19 (56 %)	75 (100 %)	0,0001
NYHA II	11 (32 %)	0	0,0001
NYHA III	4 (11 %)	0	0,0001
NYHA IV	0	0	n.s.

BMI – body mass index, IM PS – infarkt přední stěny levé komory srdeční, IM DS – infarkt dolní stěny levé komory srdeční, PTCA – perkutánní transluminální koronární angioplastika, CABG – aortokoronární bypass

Tab. 2. Farmakoterapie v podskupinách.

proměnná	EF < 50 % n = 34	EF ≥ 50 % n = 79	P-hodnota
beta-blokátory	32 (94 %)	75 (100 %)	n.s.
inhibitory ACE	20 (59 %)	70 (93 %)	0,0001
AT ₁ -blokátory	14 (41 %)	3 (4 %)	0,0001
blokátory vápníkového kanálu	5 (15 %)	15 (20 %)	n.s.
kys. acetylsalicylová	34 (100 %)	75 (100 %)	n.s.
diuretika	7 (21 %)	0	0,0001
digitalis	2 (6 %)	0	0,0001
antiarytmika	3 (9 %)	0	0,0001
statiny	34 (100 %)	70 (93 %)	n.s.
fibráty	3 (9 %)	0	0,0001
nitraty	6 (18 %)	5 (7 %)	n.s.

Tab. 3. Změny zátěžových ukazatelů (spiroergometrie).

proměnná	EF < 50 % n = 34	EF ≥ 50 % n = 75	p-hodnota
TZ (W/kg) – před RHB	1,4 ± 0,32 (1,35) (0,9–2,2)	1,56 ± 0,37 (1,5) (0,8–2,9)	0,01
TZ (W/kg) – po RHB	1,67 ± 0,37 (1,65) (1,0–2,5)	1,77 ± 0,37 (1,0) (1,0–2,7)	n.s.
pVO ₂ (ml/kg/min.) – před RHB	21,1 ± 4,8 (19,8) (14,4–32,7)	23,7 ± 5,4 (23,6) (14,1–39,7)	0,01
pVO ₂ (ml/kg/min.) – po RHB	24,7 ± 5,6 (23,8) (16,6–37,4)	25,3 ± 5,7 (24,9) (15,3–43,2)	n.s.
pVO ₂ (ml/min.) – před RHB	1731 ± 415 (1649) (1033–2620)	2036 ± 516 (2080) (1083–3614)	0,0001
pVO ₂ (ml/min.) – po RHB	2040 ± 467 (1893) (1177–3027)	2198 ± 542 (2291) (1083–3614)	n.s.
% pVO ₂	16,4 ± 6,09 (17,5) (11–47)	10,04 ± 5,07 (4,5) (12–46)	0,05
% RH (pVO ₂) – před RHB	78,7 ± 12,2 (79,5) (55–105)	93,1 ± 14,9 (91,5) (63–124)	0,0001
% RH (pVO ₂) – po RHB	90,71 ± 13,6 (89,5) (65–115)	97,7 ± 14,9 (99) (65–131)	0,02
TF-O ₂ – před RHB	15,6 ± 3,7 (14,5) (7,7–22,5)	16,9 ± 4,3 (16,8) (8,3–26,1)	0,01
TF-O ₂ – po RHB	16,9 ± 3,4 (16,8) (10–24)	18,6 ± 3,9 (18,8) (10–29)	0,02

TZ – tolerance zátěže, RHB – rehabilitace, pVO₂ – vrcholový příjem kyslíku, %pVO₂ – změna vrcholového příjmu kyslíku po rehabilitaci ve srovnání ke vstupním hodnotám, % RH – procentuální hodnota pVO₂ k referenčním hodnotám vrcholové spotřeby kyslíku (fyziologická hodnota je > 80 % RH), TF-O₂ – tepový kyslík

Metodika

Rehabilitační program

Základem rehabilitačního programu je aerobní cvičení probíhající na ergometrech při tepové frekvenci (TF) odpovídající 60 % vrcholového příjmu kyslíku (pVO₂). Trénink probíhá 3krát týdně po dobu 8 týdnů. Silové cviky zařazujeme po 2 týdnech od zahájení programu a provádíme je na posilovacím zařízení BASIC Kettler. Stanovíme pro každý cvik maximální zátěž, kterou je pacient schopen 1krát bez pomoci překonat (1-RM). Nemocní s normální EF cvičí na hodnotě 50 % 1-RM, u nemocných se sníženou EF začínáme na hodnotě 30 % 1-RM a cílem je dosáhnout 50 % 1-RM. U těchto nemocných je během silového cvičení trvale sledován EKG záznam na monitoru. Pro silové cvičení používáme sestavu tří

cviků: A – vzpírání zátěže dopředu, B – posilování nohou sounož a C – stahování zátěže. Zátěž, se kterou pacient cvičí, je vyjádřena v kg a součtem jednotlivých cviků získáme celkovou sílu [12,13].

Echokardiografické vyšetření

Pacienti byli vyšetřeni před a po absolvování rehabilitačního programu klidovou a dynamickou zátěžovou echokardiografií (ATL UM 7). Zátěž byla provedena kontinuálním zatížením s přírůstkem 25 W/2 min. V klidu a bezprostředně po ukončení zátěže byla stanovena pomocí Simpsnovy metody EF LK. Na základě 16segmentového modelu jsme vypočetli index hybnosti stěny LK (IHSLK) opět pro klidový a pozátěžový záznam. Kinetiku segmentů stěny LK

jsme subjektivně hodnotili následovně: normokineza – 1, hypokineza – 2, akineza – 3, dyskineza – 4. Index je výsledkem součtu hodnot přiřazených jednotlivým segmentům děleným počtem segmentů. Hodnoty 1,0 jsou fyziologické, vyšší než 1,0 patologické [11,19].

Spiroergometrie

Spiroergometrické vyšetření (Oxycon Delta, Jaeger) bylo provedeno před a po rehabilitačním programu. Provedli jsme rampový test 20 W/1 min do subjektivního maxima či vzniku symptomů. Stanovili jsme hodnotu vrcholového příjmu kyslíku (pVO₂) pro vyhodnocení tréninkového efektu, hodnotu tepového kyslíku (TF-O₂) a hodnotu anaerobního prahu (ventilační anaerobní práh) pro určení tréninkové TF.

Tab. 4. Změny oběhových ukazatelů.

proměnná	EF < 50 % n = 34	EF ≥ 50 % n = 75	p-hodnota
TF _{klid} (tep/min.) – před RHB	66 ± 10 (69) (47–91)	65 ± 9 (64) (44–85)	n.s.
TF _{zátěž} (tep/min.) – před RHB	119 ± 19 (118) (84–170)	122 ± 15 (122) (90–174)	n.s.
TF _{klid} (tep/min.) – po RHB	66 ± 8 (66) (55–82)	64 ± 9 (64) (46–87)	n.s.
TF _{zátěž} (tep/min.) – po RHB	120 ± 14 (123) (100–152)	123 ± 14 (124) (92–156)	n.s.
TK _{klid} (mm Hg) – před RHB	129 ± 16 (123) (105–170)	132 ± 14 (130) (95–160)	n.s.
TKs _{zátěž} (mm Hg) – před RHB	172 ± 24 (170) (125–235)	181 ± 20 (180) (130–230)	0,02
TKd _{klid} (mm Hg) – před RHB	83 ± 9 (80) (60–110)	83 ± 9 (80) (50–105)	n.s.
TKd _{zátěž} (mm Hg) – před RHB	94 ± 10 (90) (80–125)	96 ± 11 (95) (70–125)	n.s.
TKs _{klid} (mm Hg) – po RHB	126 ± 14 (128) (100–155)	130 ± 14 (130) (100–160)	n.s.
TKs _{zátěž} (mm Hg) – po RHB	176 ± 22 (170) (145–225)	192 ± 22 (190) (150–235)	0,001
TKd _{klid} (mm Hg) – po RHB	84 ± 9 (80) (70–105)	83 ± 7 (80) (70–100)	n.s.
TKd _{zátěž} (mm Hg) – po RHB	97 ± 13 (93) (80–125)	98 ± 11 (100) (80–130)	n.s.

RHB – rehabilitace, TF – tepová frekvence, TKs – systolický krevní tlak, TKd – diastolický krevní tlak

Statistická analýza dat

Předložené výsledky jsou uvedeny jako průměr ± 1 SD, relativní četnost, interval a medián. Naměřené ukazatele před a po rehabilitačním programu byly srovnány párovým a nepárovým Studentovým t-testem. Vztahy mezi proměnnými jsme vyhodnotili lineární regresní analýzou. Neparametrické hodnoty byly testovány χ^2 testem. Hodnoty $p < 0,05$ byly považovány za statisticky významné. Použili jsme statistický program NCSS 6.0 (Number Cruncher Statistical Systems, USA).

Výsledky

Spiroergometrické ukazatele

Tolerance zátěže (TZ) byla v podskupině se sníženou EF před rehabilitací významně snížena oproti skupině s normální funkcí LK. V obou pod-

skupinách došlo po programu k významnému zvýšení TZ ($p < 0,0001$), přičemž nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi podskupinami. Hodnoty vrcholového příjmu kyslíku na vrcholu testu (stejně tak i vztaženého k tělesné hmotnosti) byly nižší před rehabilitací u nemocných s dysfunkcí LK, ale po rehabilitaci rozdíl nalezen nebyl. Nárůst byl v obou podskupinách významný ($p < 0,0001$), u nemocných se sníženou EF dokonce vyšší ($p < 0,05$). V obou podskupinách se významně zvýšily hodnoty tepového kyslíku ($p < 0,001$). Zvýšila se významně hodnota pVO_2 vyjádřena v procentu referenční hodnoty pro jedince (tab. 3).

Hemodynamické ukazatele

Rehabilitační program neovlivnil hodnoty klidové TF v podskupinách.

Nebyly též statisticky významně změněny hodnoty při maximální zátěži. Pacienti tedy reagovali na vyšší zátěž po rehabilitaci stejnou TF jako na nižší zátěž před zahájením programu. Stejný nálezn byl zjištěn i u hodnot TK. U nemocných se sníženou EF byly zátěžové hodnoty systolického TK před a po rehabilitaci signifikantně nižší (tab. 4).

Echokardiografické ukazatele

Ve skupině s normálními hodnotami EF nedošlo ke statisticky významným změnám klidové i zátěžové hodnoty EF, stejně tak i IHS_{LK} . U nemocných se sníženou vstupní EF (38 ± 6 %, medián 41 %, 28–47) došlo ke zvýšení klidové (45 ± 6 %, medián 47 %, 36–56, $p < 0,007$) i zátěžové hodnoty EF (50 ± 7 %, medián 52 %, 33–60 versus 55 ± 6 %, medián

Tab. 5. Změny ukazatelů funkce levé komory srdeční.

proměnná	EF < 50 % n = 34	EF ≥ 50 % n = 75	p-hodnota
EF _{klid} (%) – před RHB	38 ± 6 (41) (28–47)	60 ± 4 (60) (50–68)	0,0001
EF _{zátěž} (%) – před RHB	50 ± 7 (52) (33–60)	66 ± 6 (66) (45–70)	0,0001
EF _{změna} (%) – před RHB	6,9 ± 4,8 (6,5) (-5–18)	6,4 ± 3,5 (6) (-9–14)	n.s.
EF _{klid} (%) – po RHB	45 ± 6 (47) (36–56)	60 ± 5 (60) (55–71)	0,0001
EF _{zátěž} (%) – po RHB	55 ± 6 (55) (38–58)	67 ± 6 (68) (45–80)	0,0001
EF _{změna} (%) – po RHB	7,3 ± 3,9 (7) (-1–17)	7,2 ± 4 (7) (-6–16)	n.s.
IHS _{LK-klid} – před RHB	1,31 ± 0,14 (1,26) (1,09–1,81)	1,07 ± 0,08 (1,06) (1–1,36)	0,0001
IHS _{LK-zátěž} – před RHB	1,31 ± 0,18 (1,27) (1–1,81)	1,05 ± 0,06 (1,04) (1–1,25)	0,0001
IHS _{LK-klid} – po RHB	1,25 ± 0,14 (1,24) (1,09–1,75)	1,06 ± 0,08 (1,04) (1–1,36)	0,0001
IHS _{LK-zátěž} – po RHB	1,26 ± 0,17 (1,25) (1–1,75)	1,05 ± 0,08 (1) (1–1,37)	0,0001

EF – ejekční frakce, IHS_{LK} – index hybnosti stěny levé komory srdeční

55 %, 38–58, $p < 0,001$). Klidové i zátěžové hodnoty IHS_{LK} v podskupině se sníženou EF byly významně horší před i po rehabilitaci ve srovnání s druhou skupinou ($p < 0,0001$). Po rehabilitaci jsme našli v této skupině významné zlepšení klidové ($p < 0,01$) i zátěžové hodnoty ($p < 0,01$) IHS_{LK}, nicméně jsou nadále významně horší oproti druhé skupině ($p < 0,0001$). Ve skupině s normální EF nebyly hodnoty IHS_{LK} významně změněny (tab. 5).

Vyhodnotili jsme změny enddiastolického objemu LK (EDV). Ve skupině se sníženou EF byly vstupní klidové hodnoty EDV významně vyšší ve srovnání s druhou skupinou (145 ± 34 ml, medián 140 ml, 92–231 vs 118 ± 30 ml, medián 119 ml, 49–195, $p < 0,001$), stejný nález byl zjištěn i u zátěžových hodnot (139 ± 35 ml, medián 133 ml, 75–227 vs 111 ± 28 ml, medián 113 ml,

42–192, $p < 0,001$). Rehabilitační program neovlivnil klidové ani zátěžové hodnoty EDV v obou skupinách nemocných v porovnání se vstupními hodnotami a rozdíly mezi podskupinami zůstávají nadále významné (graf). Když jsme posuzovali reakci EDV na zátěž, našli jsme v obou podskupinách významné snížení zátěžových hodnot v porovnání s klidovými hodnotami ($p < 0,001$ pro skupinu s EF < 50 %, $p < 0,0001$ pro skupinu s EF ≥ 50 %).

Regresní analýza

Nenalezli jsme významný vztah mezi klidovou a zátěžovou EF před RHB a po RHB k pVO_2 pro celý soubor i podskupinu se sníženou EF. Nalezli jsme ovšem statisticky významný vztah mezi změnou klidové EF a změnou pVO_2 ($r = 0,36$; $p < 0,01$), stejně tak mezi změnou zátěžové EF a změnou pVO_2 ($r = 0,43$; $p < 0,001$) v podskupině se sníženou EF.

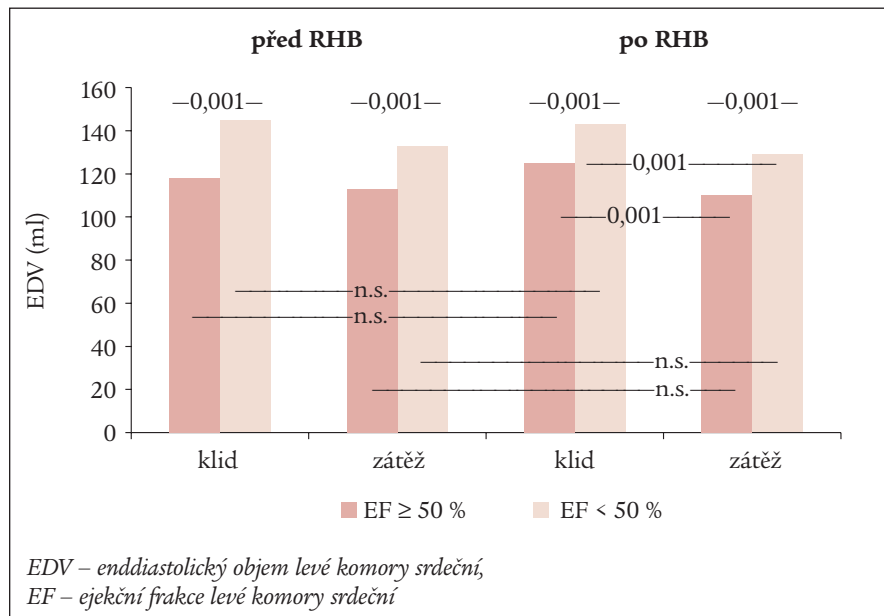
Výskyt nežádoucích účinků

Během rehabilitačního programu jsme nezaznamenali výskyt závažných kardiálních komplikací, které by vedly ke změně programu nebo doprovodné medikace. Všichni nemocní absolvovali předepsaná cvičení po celou dobu rehabilitačního programu, silové cvičení bylo ukončeno na úrovni 50 % 1-RM.

Diskuse

Jedním z faktorů určujících prognózu nemocných po akutním srdečním infarktu je funkce LK. Strukturní a funkční změny vedoucí k dilataci, a tedy k procesu remodelace komory mají úzký vztah k morbiditě a mortalitě pacientů [3].

Remodelace LK je proces vedoucí k vývoji dysfunkce LK a následnému rozvoji chronického srdečního selhání. Objemy LK jsou významným prediktorem přežívání nemocných po akutním srdečním infarktu. Endsyst-



Graf. Změny enddiastolického objemu levé komory srdeční.

Data vyjadřují medián hodnot EDV v klidu a při zátěžové echokardiografii v podskupinách dle hodnot ejekční frakce před rehabilitací a po jejím absolvování.

tolický a enddiastolický objem je v nepřímém vztahu k přežívání, přičemž tento vztah je těsnější pro endsystolický objem [23].

Dilatace LK je lepším prediktorem 6měsíční mortality po IM než ejekční frakce či Killipova klasifikace [3]. Proces remodelace je komplexní zahrnující změny celulární, extracelulární matrix a intersticia. Ztráta viabilního myokardu nebo expanze infarktové oblasti v kombinaci s dilatací viabilního myokardu vede k dilataci komory. U nemocných s Q-infarkty probíhá tento proces již v období 3 dnů až 2 týdnů od vzniku infarktu [10].

Dilatace LK, daná expanzí infarktového ložiska v období 10 až 21 dnů od vzniku infarktu, obvykle vede v dalším období 6–30 měsíců k vývoji a progresi srdečního selhání [6,10].

Veškerá léčebná opatření ovlivňující rozsah ischemického poškození myokardu mohou zmírnit proces remodelace. Jedná se především o rychlé zprůchodnění infarktové tepny. Počet nemocných ošetřených intervenčně je i v naší studii vysoký. Navažující farmakoterapie zaměřená na

ovlivnění dilatace komory a prevenci apoptózy zahrnuje podávání inhibitorů ACE, popřípadě AT₁-blokátorů a podání beta-blokátorů u velkého procenta nemocných.

Rehabilitační program fáze 2 by měl co nejdříve navazovat na nemocniční fázi rehabilitace. Jeho základem je aerobní cvičení o střední intenzitě zatížení odpovídající 60 % pVO_2 . Přínos cvičení v sekundární prevenci ICHS je znám. Rehabilitace snižuje i počet hospitalizací a pravděpodobně i morbiditu a mortalitu [18].

Problém, zda může zasáhnout do procesu remodelace, nastolila práce autorů Jugdutta et al, kteří prokázali u nemocných po předním Q-infarktu negativní vliv tréninku na remodelaci LK [15]. Některé experimentální studie tyto klinické závěry též potvrdily [7,17].

Na druhé straně ve studii EAMI Giannuzzi et al zařadili do 6měsíčního aerobního tréninkového programu nemocné po předním Q-infarktu za 4–8 týdnů po akutní příhodě. Ve srovnání s kontrolní skupinou trénink významně zvýšil zátěžovou toleranci. U nemocných s EF pod 40 %

došlo v tomto období k remodelaci LK, ale nebyla negativně ovlivněna cvičením [8]. V další studii ELVD stejní autoři sledovali jen nemocné se sníženou EF < 40 % a zjistili, že dlouhodobé aerobní cvičení nejen zmírnilo proces remodelace, ale na rozdíl od kontrolního souboru došlo i ke zlepšení hodnot EF [9].

K obdobným výsledkům dospěl i Dubach et al u nemocných po IM s EF < 40 % [5]. Otsuka et al provedli aerobní trénink na 50–60 % pVO_2 i u nemocných po IM s EF < 35 % (30 ± 3 %). Nemocné zařadili velmi časně již 10. až 14. den po vzniku infarktu. I v této podskupině vedl trénink ke srovnatelnému zlepšení zátěžové tolerance ve srovnání s nemocnými s mírně sníženou nebo normální EF a nevedl ke zhoršení procesu remodelace [20].

Aerobní trénink na ergometrech je doplňován jinými typy cvičení. Cannistrová et al kombinovali aerobní cvičení se strečinkem. Echokardiograficky vyhodnotili proces remodelace po rehabilitaci. Autoři nezjistili negativní vliv cvičení na remodelaci při vyhodnocení celé skupiny nemocných, ale k individuálním změnám přesto docházelo a proces remodelace závisel na velikosti původního infarktového ložiska [2].

Dalším typem cvičení, které je v poslední době kombinováno s aerobním tréninkem, je cvičení se silovými prvky. Rezistenční cvičení významně posiluje efekt aerobního tréninku [22]. Bezpečnost silového cvičení byla prokázána u nemocných po IM, u nemocných se sníženou EF, u žen a nemocných starších 65 let a u nemocných s chronickým srdečním selháváním [1,13,14,21]. Nemáme doposud dostatek informací o vlivu tréninku obsahujícím silové prvky na proces remodelace. DeLagardelle et al použili silový trénink u nemocných po IM se srdečním selháním. Po absolvování 40 tréninkových jednotek došlo ve srovnání s kontrolním souborem cvičících bez silových prvků k významnému zvýšení pVO_2 ,

ejekční frakce, frakčního zkrácení a snížení enddiastolického objemu LK [4]. Silové cvičení na úrovni 60 až 70 % 1-RM kombinované s aerobním tréninkem na úrovni 90 % anaerobního prahu nevedlo k progresi dilatace a snížení EF levé komory u nemocných se stabilizovaným srdečním selháváním po srdečním infarktu [16]. Naše práce prokázala, že časná rehabilitace obsahující silové cvičení na úrovni 50 % 1-RM u nemocných po akutním srdečním infarktu nevede v tomto období ke zhoršení procesu remodelace LK. Tento náález se týká též nemocných s lehkou až středně těžkou systolickou dysfunkcí LK. Tento fakt je důležitý pro posouzení, kdy s intenzivním tréninkem začít. Většina prací zařazovala nemocné v období 5 až 16 týdnů od vzniku infarktu. V práci Otsuky et al byli nemocní sice zařazeni ještě dříve než v naší studii a autoři sledovali i podskupinu 17 pacientů s EF < 35 %, ale nepoužili silový trénink [20].

Jedním z faktorů ovlivňujících proces remodelace LK je hodnota napětí stěny LK. Změny preloadu a afterloadu při aerobním cvičení mohou vést ke zvyšování systolického i diastolického napětí stěny komory a zhoršit proces remodelace u nemocných s předním infarktem. Silové cvičení představující izometrickou zátěž a vedoucí k náhlým změnám krevního tlaku může významně zvýšit endsystolické napětí stěny LK [7,17,22]. Hodnota dvojproduktu je u silového cvičení nižší než u aerobního. Navíc je zde snížen venózní návrat, je nižší enddiastolické napětí stěny LK, v důsledku vyššího diastolického tlaku i lepší subendokardiální perfuze. Hodnoty zatížení mezi 40–60 % 1-RM jsou pro pacienty po IM bezpečné a pravděpodobně neovlivní proces remodelace [22]. Proč aerobní trénink v některých studiích vedl ke zhoršení remodelace a v některých ne, je obtížné vysvětlit. Velkou roli v negativním vlivu na remodelaci hra-

je velikost infarktového ložiska a stav koronárního řečiště [10]. Řada pacientů v publikovaných studiích byla léčena konzervativně, tedy trombolýzou. Ne všechny studie mají k dispozici i koronarografické nálezy. Jak ukázala studie EAMI, remodelace LK se vyvíjí u všech pacientů nezávisle na tréninku, ale trénink její průběh nezhoršuje, což poukazuje i na volný vztah změn napětí stěny komory k vývoji remodelace [8].

Významnou roli hraje i stupeň zatížení. Naše výsledky poukazují na skutečnost, že při maximálním testu prováděném před a po rehabilitaci nedošlo ke zvýšení enddiastolického objemu LK. Pacienti rehabilitují na úrovni střední intenzity zátěže odpovídající 60 % pVO_2 . Tento stupeň zatížení je bezpečný a pravděpodobně nepředstavuje riziko pro remodelaci LK.

Limitace studie

Předložená práce je prospektivním sledováním nemocných po srdečním infarktu. Prozatím řeší jen vývoj remodelace ve velmi krátkém poinfarktovém období, ale z časového hlediska nesmírně důležitém s ohledem na průběh reparačních procesů v myokardu po proběhlém akutním infarktu myokardu a s ohledem na nutnost rychlého zařazení pacienta do běžného denního života.

Jak ovlivní časná rehabilitace dlouhodobý proces remodelace, je úkolem dalšího prospektivního sledování, které provádíme.

Ve studii je poměrně málo nemocných s těžkou systolickou dysfunkcí LK. Pacientů s EF ≤ 35 % bylo zařazeno 7 a vzhledem k tak malému počtu jsme je prozatím nehodnotili jako samostatnou skupinu.

Jsmo si vědomi absence kontrolního souboru. Vzhledem k tomu, že rehabilitace II. fáze po IM je léčebným standardem, nelze vytvořit adekvátní kontrolní soubor, či provést randomizaci. Do ambulantního řízení programu nezařadíme kolem

20–30 % nemocných z důvodů přidružených onemocnění, nespolutrácení pacienta, ale i ze sociálních a ekonomických důvodů. Tato skupina nemůže též představovat kontrolní soubor.

Závěr

Závěrem lze říci, že kombinovaný aerobní trénink se silovými prvky u nemocných po akutním infarktu je bezpečný a v rámci časně rehabilitace nevede ke zhoršení procesu remodelace LK. Tyto nálezy platí i pro nemocné s mírnou až středně těžkou systolickou dysfunkcí levé komory. Jejich význam je nutno zhodnotit na základě dlouhodobého prospektivního sledování.

Práce vznikla za podpory výzkumného záměru MZ ČR 00065269705.

Literatura

1. Adams KJ, Barnard KL, Swank AM et al. Combined High-Intensity Strength and Aerobic Training in Diverse Phase II Cardiac Rehabilitation Patients. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1999; 19: 209–215.
2. Cannistra LB, Davidoff R, Picard MH et al. Moderate-High Intensity Exercise Training after Myocardial infarction: Effect on Left Ventricular Remodeling. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1999; 19: 373–380.
3. deKam PJ, Nicolosi GL, Voors AA et al. Prediction of 6 months left ventricular dilatation after myocardial infarction in relation to cardiac morbidity and mortality. *Eur Heart J* 2002; 23: 536–542.
4. DeLagardelle C, Feireisen P, Autier P et al. Strength/endurance training versus endurance training in congestive heart failure. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(12): 1868–1872.
5. Dubach P, Myers J, Dziekan G et al. Effect of exercise training on myocardial remodeling in patients with reduced left ventricular function after myocardial infarction: application of magnetic resonance imaging. *Circulation* 1997; 95: 2060–2067.
6. Erlebacher JA, Weiss JL, Eaton LW et al. Late effects of acute infarct dilation on heart size: a two dimensional echocardiographic study. *Am J Cardiol* 1982; 49: 1120–1126.

7. Gaudron P, Hu K, Schamberger R et al. Effect of endurance training early or late after coronary artery occlusion on left ventricular remodeling, hemodynamics, and survival in rats with chronic transmural myocardial infarction. *Circulation* 1994; 89: 402–412.
8. Giannuzzi P, Tavazzi L, Temporelli PL et al. Long-Term Physical Training and Left Ventricular Remodeling After Anterior Myocardial Infarction: Results of the Exercise in Anterior Myocardial Infarction (EAMI) Trial. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 1821–1829.
9. Giannuzzi P, Temporelli PL, Corra U et al. Attenuation of Unfavorable Remodeling by Exercise Training in Postinfarction Patients With Left Ventricular Dysfunction. Results of the Exercise in Left Ventricular Dysfunction (ELVD) Trial. *Circulation* 1997; 96: 1790–1797.
10. Goldstein S, Abbas SA, Sabbah H. Ventricular remodeling. *Cardiology Clinics* 1998; 16(4): 623–631.
11. Chaloupka V, Elbl L. Zátěžová echokardiografie. Praha: Maxdorf Jesenius 1997.
12. Chaloupka V, Vaněk P, Juráň F et al. Nemocniční, posthospitalizační a lázeňská rehabilitace u nemocných s ICHS. *Cor Vasa* 1998; 40: K243–K251.
13. Chaloupka V, Elbl L, Nehyba S. Silový trénink u nemocných po infarktu myokardu. *Vnitř Lék* 2000; 46(12): 829–834.
14. Jančík J, Svačinová H, Dobšák P et al. Kombinovaný trénink u nemocných se systolickou dysfunkcí levé komory srdeční. *Vnitř Lék* 2003; 49(4): 280–284.
15. Jugdutt BI, Michorowski BL, Kappagoda CT et al. Exercise training after Q wave myocardial infarction: Importance of regional ventricular function and topography. *J Am Coll Cardiol* 1988; 12: 362–372.
16. Karlsdottir AE, Foster C, Porcari JP et al. Hemodynamic Responses During Aerobic and Resistance Exercise. *J Cardiopulmonary Rehabil* 2002; 22: 170–177.
17. Oh BH, Ono S, Gilpin E et al. Altered left ventricular remodeling with beta-adrenergic blockade and exercise after coronary reperfusion in rats. *Circulation* 1993; 87: 608–616.
18. Oldridge NB, Guyatt GH, Fischer ME et al. Cardiac rehabilitation after myocardial infarction: combined experience of randomised clinical trials. *JAMA* 1988; 260: 954–950.
19. Otto MC. The Practice of Clinical Echocardiography. Philadelphia: WB Saunders 1997.
20. Otsuka Y, Takaki H, Okano Y et al. Exercise training without ventricular remodeling in patients with moderate to severe left ventricular dysfunction early after acute myocardial infarction. *Int J Cardiol* 2003; 87: 237–244.
21. Parker DN, Hubter GR, Treuth MS et al. Effects of Strength Training on Cardiovascular Responses During a Submaximal Walk and a Weight-Loaded Walking Test in Older Females. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1996; 16: 56–62.
22. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ et al. Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease. Benefits, Rationale, Safety, and Prescription. An Advisory From the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation* 2000; 101: 828–833.
23. White HD, Norris RM, Brown MA et al. Left ventricular end-systolic volume as the major determinant of survival after recovery from myocardial infarction. *Circulation* 1987; 76: 44–5.

doc. MUDr. Lubomír Elbl, CSc.
www.fnbrno.cz
e-mail: lelbl@fnbrno.cz

Doručeno do redakce: 18. 3. 2004
Přijato po recenzi: 28. 4. 2004