

Vliv rehabilitace na vrcholovou spotřebu kyslíku u nemocných po infarktu myokardu léčených betablokátory

V. Chaloupka, L. Elbl, S. Nehyba, I. Tomášková, Š. Chaloupková

Interní kardiologická klinika LF MU a FN Brno, pracoviště Bohunice, přednosta prof. MUDr. Jindřich Špinar, CSc., FESC

Souhrn: Cílem naší práce bylo zjistit, zda rehabilitační program zlepšuje nejen toleranci zátěže, ale i vrcholovou spotřebu kyslíku (pVO_2) a spotřebu kyslíku na úrovni anaerobního prahu (AT) u nemocných po infarktu myokardu, kteří byli léčeni betablokátory. Zajímalo nás, jaké jsou rozdíly ve změně těchto ukazatelů u starších nemocných. *Soubor* tvořily 2 skupiny nemocných ve věku < 65 let ($56 \pm 6,1$) a ≥ 65 let ($69 \pm 4,7$). V první skupině bylo zařazeno 96 a v druhé 31 nemocných. U nemocných jsme před a po absolvování rehabilitačního programu prováděli zátěžovou echokardiografii (ZE) a symptomy limitované spiroergometrické vyšetření. **Výsledky:** U skupiny mladších nemocných (< 65 let) došlo ke statisticky významnému zlepšení tolerance zátěže i ukazatelů spotřeby kyslíku jak vrcholové, tak na úrovni anaerobního prahu ($p < 0,001$). U nemocných ve věku ≥ 65 let došlo sice ke statisticky významnému zlepšení tolerance zátěže ($p < 0,01$), ale zjistili jsme pouze malé, statisticky nevýznamné zlepšení pVO_2 a spotřeby kyslíku na úrovni AT. **Závěr:** Dvouměsíční rehabilitační program zlepšuje nejen toleranci zátěže, ale i vrcholovou spotřebu kyslíku u nemocných po infarktu myokardu léčených betablokátory. U starších nemocných je toto zvýšení statisticky nevýznamné. Podporuje to náš názor, že organizovaný trénink u starších nemocných musí být dlouhodobější, pokud možno opakovaný a dostatečně intenzivní.

Klíčová slova: infarkt myokardu – rehabilitace – vrcholová spotřeba kyslíku – anaerobní práh

The influence of rehabilitation on peak oxygen consumption in patients after myocardial infarction treated with beta-blockers

Summary: The purpose of the study was to verify whether rehabilitation programs improve both stress tolerance and peak oxygen consumption (pVO_2) plus the consumption of oxygen at the level of anaerobe threshold (AT) in patients after myocardial infarction treated with beta-blockers. Our objective was to find out the differences in changes in the above indicators in elderly patients. The set of consisted of 2 groups of patients aged over 65 (56 ± 6.1) and ≥ 65 let (69 ± 4.7). The first group contained 96 and the second group 31 patients, respectively. Prior and after the rehabilitation program, stress echocardiography (SE) and symptom-limited spiroergometric test were performed in the patients. **Results:** A statistically significant improvement in stress tolerance and in the oxygen consumptions indicators was recorded in the group of younger patients (< 65 years of age), both at the peak and at the anaerobe threshold levels ($p < 0.001$). Patients aged 65 or older recorded a statistically significant improvement in stress tolerance ($p < 0.01$) on the one hand, but only minor, statistically insignificant improvement in pVO_2 and AT oxygen consumption on the other. **Conclusion:** A two-month rehabilitation program improves both stress tolerance and the peak oxygen consumption in patients after myocardial infarction treated with beta-blockers. The improvement is statistically insignificant in elderly patients. The above finding supports our opinion that elderly patients need long-term controlled training which should be performed at regular intervals and with the necessary intensity.

Key words: myocardial infarction – rehabilitation – peak oxygen consumption – anaerobe threshold

Úvod

Součástí racionální farmakoterapie nemocných po infarktu myokardu (IM) je léčba betablokátory, kterými jsou v rámci sekundární prevence léčeni až na výjimky všichni nemocní [1,2].

betablokátory mají známý hemodynamický účinek, který se projevuje především snížením krevního tlaku a nižší tepovou frekvencí v klidu i při

zátěži. U nemocných s anginou pectoris nebo zátěží provokovanou ischemií toleranci zátěže zlepšují, u zdravých a nemocných bez ischemie toleranci zátěže snižují [3]. Již v 80. letech minulého století byl sledován efekt betablokátorů nemocných zařazených do rehabilitačních programů a práce byly zaměřené na potvrzení tréninkového efektu, který byl občas

zpochybňován [4,5]. Pozitivní efekt u všech nemocných, včetně starších a nemocných se srdečním selháním, je dnes dobře známý [6,7].

U nemocných, kteří jsou léčeni betablokátory a jsou zařazeni do rehabilitačního programu, není jednotný názor na vliv pravidelného tréninku na vrcholovou spotřebu kyslíku [3,8,9].

Tab. 1. Charakteristika souboru.

hodnota	< 65 let	≥ 65 let	p
Věk (roky)	56 ± 6,1	69 ± 4,7	
Počet nemocných	96	31	
TF (pulzu/min)	64 ± 8	64 ± 9	n.s.
TKs (mm Hg)	125 ± 14	134 ± 14	< 0,001
TKd (mm Hg)	84 ± 13	85 ± 14	n.s.
LS	42 ± 3	44 ± 3	< 0,05
EDV (ml)	122 ± 32	125 ± 28	n.s.
ESV (ml)	58 ± 25	60 ± 27	n.s.
EF (%)	54,5 ± 7,8	52,6 ± 9,5	< 0,001
BMI (kg/m ²)	28,3 ± 4	26,3 ± 2,7	< 0,01
Hmota LK (g/m ²)	102 ± 20	109 ± 22	< 0,001
PTCA (%)	81 %	65 %	< 0,001
CABG(%)	4,3 %	22,7 %	< 0,001

TF – tepová frekvence, TKs – systolický tlak, TKd – diastolický tlak, LS – levá síň, EDV – end-diastolický objem, ESV – endsystolický objem, EF – ejekční frakce, BMI – body mass index, PTCA – koronární angioplastiky, CABG – chirurgická revaskularizace

Tab. 2. Změny ukazatelů u celého souboru.

hodnota	Před RHB	Po RHB	p
TF klid (pulzu/min)	64 ± 8	64 ± 9	n.s.
TF max (pulzu/min)	121 ± 16	122 ± 15	n.s.
EDV (ml)	123 ± 31	124 ± 29	n.s.
EF (%)	54,6 ± 8,3	57,4 ± 8	< 0,001
Tolerance zátěže (W)	122,5 ± 29,5	134,7 ± 32,7	< 0,001
Tolerance zátěže (W/kg)	1,42 ± 0,34	1,56 ± 0,37	< 0,001
METs	6,7 ± 1,1	7,2 ± 1,5	< 0,001
pVO ₂ (ml/kg/min)	23,5 ± 5	25,2 ± 5,3	< 0,001
VO ₂ /AT (ml/kg/min)	18,8 ± 3,7	20,9 ± 4,3	< 0,001
W/kg _{AT}	1,1 ± 0,28	1,22 ± 0,31	< 0,001
TF _{AT}	107 ± 13	108 ± 15	n.s.
%pVO ₂ /AT	80,8 ± 8,6	83,4 ± 9	0,05

TF – tepová frekvence, EDV – enddiastolický objem, EF – ejekční frakce, pVO₂ – vrcholová spotřeba kyslíku, AT – anaerobní práh, %pVO₂/AT – procento vrcholové spotřeby O₂ na úrovni AT

Cílem naší práce bylo zjistit, zda rehabilitační program zlepšuje nejen toleranci zátěže, ale i vrcholovou spotřebu kyslíku (pVO₂) a spotřebu kyslíku na úrovni anaerobního prahu (AT) u nemocných po infarktu myokardu, kteří jsou léčeni betablokatory. Zajímalo nás, jaké jsou rozdíly ve změně těchto ukazatelů u starších nemocných.

Soubor nemocných a metoda

Do souboru bylo zařazeno 127 mužů průměrného věku 59,8 ± 8,1 roků.

Jednalo se nemocné po prodělaném infarktu myokardu, kteří byli léčeni betablokatory. 74 % nemocných užívalo metoprolol, 16 % betaxolol, 5 % karvedilol, 3 % atenolol a 2 % jiné betablokatory. Soubor jsme rozdělili na nemocné ve věku < 65 let (56 ± 6,1) a ≥ 65 let (69 ± 4,7). První skupinu tvořilo 96 a druhou 31 nemocných. Základní charakteristiku nemocných ukazuje tab. 1.

U nemocných jsme před zařazením do rehabilitačního programu provádě-

děli zátěžovou echokardiografií (ZE) dle standardního protokolu používaného na našem pracovišti [10]. Ve stejném týdnu nemocní absolvovali symptomy limitované spiroergometrické vyšetření rampovým testem na přístroji Oxycon Delta firmy Jaeger. Stejná vyšetření nemocní absolvovali po ukončení rehabilitačního programu.

Anaerobní práh jsme určovali metodou nelineárního vzestupu vydechovaného oxidu uhličitého (CO₂), tedy metodou V-slope [11,12]. Při určování anaerobního prahu jsme přihlíželi k hodnotám poměru výměny plynů RER (respiratory exchange ratio) a náhlého vzestupu ventilačního ekvivalentu pro kyslík. Do souboru byli zařazeni pouze nemocní, u kterých se anaerobní práh dal spolehlivě určit.

Spiroergometricky jsme hodnotili toleranci zátěže ve watech/kg, maximální tepovou frekvenci, tepovou frekvenci na úrovni AT, vrcholovou spotřebu kyslíku, spotřebu kyslíku na úrovni AT, toleranci zátěže na úrovni AT a procenta vrcholové spotřeby kyslíku při AT.

Nemocní absolvovali 2měsíční ambulantní rehabilitační program. Cvičili 3krát týdně ve skupinách po 4–6 osobách. Základní tréninková jednotka se skládala ze zahřívací části, aerobního cvičení na rotopedech a veslech, silových cvičení a relaxační části.

Statistické hodnocení

Pro statistické hodnocení jsme použili program NCSS 6.0 (Number Cruncher Statistical System, U.S.A.). Data byla zpracována deskriptivní statistikou a vyjádřena jako průměrná hodnota ± směrodatná odchylka. Pro meziskupinová srovnání jsme použili nepárový t-test. Rozdíly jsme pokládali za statisticky významné, jestliže nulová hypotéza byla zamítnuta na 5% hladině významnosti.

Výsledky

V rámci celého souboru došlo ke statisticky významnému zlepšení tolerance zátěže (p < 0,001) i zvýšení vrcholové

spotřeby kyslíku ($p < 0,001$). Došlo i ke zvýšení spotřeby VO_2 na úrovni anaerobního prahu ($p < 0,001$), tab. 2. Zlepšila se zátěžová tolerance ($p < 0,001$) a nedošlo ke změně enddiastolického rozměru levé komory (LK).

Tab. 3 ukazuje výsledky u skupiny mladších nemocných (< 65 roků). Došlo ke statisticky významnému zlepšení tolerance zátěže i ukazatelů spotřeby kyslíku, jak vrcholové, tak na úrovni anaerobního prahu ($p < 0,001$).

U nemocných ve věku ≥ 65 let došlo sice ke statisticky významnému zlepšení tolerance zátěže ($p < 0,01$), ale zjistili jsme pouze malé, statisticky nevýznamné zlepšení pVO_2 a spotřeby kyslíku na úrovni AT (tab. 4).

Diskuse

Vrcholová spotřeba kyslíku je citlivým ukazatelem zátěžové kapacity u kardiologických nemocných a rehabilitační programy si kladou za cíl ji zlepšit. Vyšší úroveň fyzické zdatnosti posuzovaná zátěžovým testem je spojena s významně nižší následnou kardiovaskulární mortalitou u mužů i žen. Ukázala to řada studií, ve kterých hlavním předpovědním ukazatelem rizika kardiovaskulárního úmrtí byla snížená tolerance zátěže a abnormní reakce krevního tlaku [13,14]. Tolerance zátěže je v poslední době stále častěji zdůrazňovaná jako velmi důležitý prognostický ukazatel [15–17].

V našem souboru došlo u mladší skupiny nemocných ke statisticky významnému zlepšení jak tolerance zátěže, tak pVO_2 i spotřeby kyslíku na úrovni AT. U starších nemocných došlo ke statisticky významnému zlepšení tolerance zátěže, ale pouze nevýznamnému zlepšení ukazatelů spotřeby kyslíku. Jaké pro to máme vysvětlení? Je intenzita zátěže nízká nebo je 2měsíční program příliš krátký pro zlepšení aerobní kapacity? Pravděpodobně oba faktory hrají svou roli.

Stanovení vhodné tréninkové intenzity má zásadní význam jak pro zlepšení fyzické kondice, tak pro úspěšné

Tab. 3. Změny ukazatelů ve skupině nemocných < 65 let.

hodnota	před RHB	po RHB	p
TF klid (pulzu/min)	64 ± 7	63 ± 8	n.s.
TF max (pulzu/min)	123 ± 16	122 ± 14	n.s.
EDV (ml)	122 ± 32	120 ± 30	n.s.
EF (%)	$54,5 \pm 7,8$	$57,5 \pm 7,5$	$< 0,001$
Tolerance zátěže (W)	$123,2 \pm 25,3$	$135 \pm 32,6$	$< 0,001$
Tolerance zátěže (W/kg)	$1,41 \pm 0,3$	$1,55 \pm 0,4$	$< 0,001$
METs	$6,8 \pm 1,4$	$7,4 \pm 1,5$	$< 0,001$
pVO_2 (ml/kg/min)	$24,1 \pm 5$	$26 \pm 5,5$	$< 0,001$
$VO_{2/AT}$ (ml/kg/min)	$19,1 \pm 3,8$	$21,6 \pm 4,5$	$< 0,001$
W/kg _{AT}	$1,1 \pm 0,27$	$1,3 \pm 0,32$	$< 0,001$
TF _{AT}	109 ± 11	109 ± 12	n.s.
% $pVO_{2/AT}$	$80,5 \pm 7,8$	$83,8 \pm 9$	$< 0,01$

TF – tepová frekvence, EDV – enddiastolický objem, EF – ejekční frakce, pVO_2 – vrcholová spotřeba kyslíku, AT – anaerobní práh, % $pVO_{2/AT}$ – procento vrcholové spotřeby O_2 na úrovni AT

Tab. 4. Změny ukazatelů u nemocných ≥ 65 let.

hodnota	před RHB	po RHB	p
TF klid (pulzu/min)	64 ± 7	64 ± 8	n.s.
TF max (pulzu/min)	114 ± 16	117 ± 16	n.s.
EDV (ml)	125 ± 28	128 ± 32	n.s.
EF (%)	$52,6 \pm 9,5$	$57 \pm 9,5$	$< 0,001$
Tolerance zátěže (W)	$105,8 \pm 24$	$115,8 \pm 18,6$	$< 0,01$
Tolerance zátěže (W/kg)	$1,3 \pm 0,23$	$1,41 \pm 0,2$	$< 0,01$
METs	$6,1 \pm 1,3$	$6,4 \pm 0,9$	n.s.
pVO_2 (ml/kg/min)	$21,6 \pm 4,4$	$22,5 \pm 3$	n.s.
$VO_{2/AT}$ (ml/kg/min)	$17,5 \pm 3,2$	$18,5 \pm 2,8$	n.s.
W/kg _{AT}	$0,95 \pm 0,22$	$1,1 \pm 0,2$	$< 0,01$
TF _{AT}	98 ± 12	103 ± 15	n.s.
% $pVO_{2/AT}$	$82,1 \pm 8,2$	$82,3 \pm 8,1$	n.s.

TF – tepová frekvence, EDV – enddiastolický objem, EF – ejekční frakce, pVO_2 – vrcholová spotřeba kyslíku, AT – anaerobní práh, % $pVO_{2/AT}$ – procento vrcholové spotřeby O_2 na úrovni AT

zvládnutí řízených rehabilitačních programů a individuálních pohybových aktivit [18]. Na jedné straně se snažíme dosáhnout optimálního tréninkového efektu, tj. zlepšení tolerance zátěže, a na straně druhé musíme mít na mysli bezpečnost nemocného. Ne každý nemocný je schopen akceptovat intenzivní fyzický trénink. U starších nemocných je třeba zátěž zvyšovat postupně, často individuálně, tak abychom je od pravidelné aktivity neodradili, ale naopak je pozitivně motivovali. Adaptace na pravidelnou pohybovou aktivitu je u této skupiny

pomalejší a z tohoto pohledu je 2měsíční program krátký.

Stárnutí je nevyhnutelný naprogramovaný biologický děj, který je samozřejmě výrazně ovlivněn i zevními vlivy. Jednotlivé osoby ani jejich systémy nestárnou stejně rychle. Změny na kardiovaskulárním systému mají pravděpodobně zásadní význam. Hlavním funkčním příznakem fyziologického stárnutí je snižování maximální spotřeby kyslíku [19].

Když ale srovnáme hodnoty pVO_2 ve sledovaných skupinách s normami udávanými pro zdravou populaci od-

povídajícího věku, jsou hodnoty v obou našich skupinách nízké. Ve skupině mladších nemocných byly hodnoty pVO_2 $26 \pm 5,5$ ml/kg/min a ve skupině starších $22,5 \pm 3$ ml/kg/min. Normy pro odpovídající věk jsou $36 \pm 3,3$ resp. $30 \pm 6,5$ ml/kg/min [20]. Jsou normy příliš vysoké, nebo aerobní kapacita našich nemocných příliš nízká? Ze zkušenosti víme, že i u nemocných kolem 75 roků, kteří mají pravidelnou fyzickou aktivitu, je vrcholová spotřeba kyslíku blízko fyziologickým hodnotám [21]. Bohužel naše výsledky i zkušenosti svědčí pro druhou variantu.

Za nepřítomnosti kardiovaskulárního onemocnění je hlavní změnou v závislosti na věku odpověď na zátěž. Jedná se o 2 základní změny:

1. zvýšené srdeční zatížení v důsledku zvýšeného odporu méně poddajného cévního systému
2. snížená beta-adrenergická odpověď vedoucí k nižší frekvenční a inotropní odpovědi a menší arteriální vazodilataci.

Aorta a velké cévy se s věkem stávají méně poddajnými a jejich stěna hypertrofuje. Zmnožuje se hladké svalstvo medie, elastické vazivo je nahrazováno kolagenem, dochází ke zmnožení cholesterolu a kalcifikacím. Snižuje se barorecepční aktivita a hladiny katecholaminů jsou vyšší. Zvětšuje se hmotnost levé komory, komora se stává méně poddajnou se zhoršeným diastolickým plněním a zvětšením levé síně [19].

Již dříve jsme popsali na větším souboru, že starší nemocní mají vyšší hodnoty systolického krevního tlaku, větší hmotnost LK a velikost levé síně a tyto 3 ukazatele jsou dobrými předpovědními ukazateli kardiovaskulární mortality [22]. To je v souladu s výše popsanými změnami. I tento soubor vykazuje podobné změny a překvapivě není ani nižší tolerance zátěže u starších nemocných.

Závěr

Dvouměsíční rehabilitační program zlepšuje nejen toleranci zátěže, ale

i vrcholovou spotřebu kyslíku u nemocných po infarktu myokardu léčených betablokátory. U starších nemocných je toto zvýšení statisticky nevýznamné. Podporuje to náš názor, že organizovaný trénink u starších nemocných musí být dlouhodobější, pokud možno opakovaný a dostatečně intenzivní. Za těchto podmínek je předpoklad, že nemocní budou trvale pokračovat v individuálním tréninku.

Literatura

1. Van de Werf F, Ardissino D, Betriu A et al. Management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. The Task Force on the Management of Acute Myocardial Infarction of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2003; 24: 28–66.
2. Niederle P, Staněk V. Zásady péče o nemocné s chronickými formami ischemické choroby srdeční. *Cor Vasa* 1998; 15: 1300–1331.
3. Gordon NF, Duncan JJ. Effect of beta-blockers on exercise physiology: implications for exercise training. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23: 668–676.
4. Fletcher GF. Exercise training during chronic beta blockade in cardiovascular disease. *Am J Cardiol* 1985; 55: 110D–113D.
5. Pratt CM, Welton DE, Squires WG et al. Demonstration of Training Effect During Chronic beta-adrenergic Blockade in Patients with Coronary Artery Disease. *Circulation* 1981; 64: 1125–1129.
6. Working Group in Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and Working Group on Heart Failure of the European Society of Cardiology. Recommendations for Exercise Testing in Chronic Heart Failure. *Eur Heart J* 2001; 22: 125–135.
7. Ko LK, McKelvie RS. The role of exercise training for patients with heart failure. *Eur Med Phys* 2005; 41: 35–47.
8. Lowenthal DT, Guillen GJ, Kendrick ZV. Drug Effects. In: Pollock ML, Schmidt DH. *Heart Disease and Rehabilitation*. 3rd ed. Human Kinetics 1995: 381–384.
9. Schmid JP. Exercise prescription based on heart rate: simple thing or science? *Eur J Cardiovasc Prevention Rehab* 2003; 10: 302–303.
10. Chaloupka V, Elbl L, Janoušek S et al. Exercise echocardiography early after myocardial infarction. *Noninvasiv Cardiol* 1995; 4: 66–70.
11. Mahler DA, Franco MJ. Clinical Applications of Cardiopulmonary Exercise Testing. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1996; 16: 357–365.
12. Beaver WL, Wasserman K, Whip BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* 1986; 60: 2020–2027.
13. Froelicher VF, Perdue S, Pewen W et al. Application of meta-analysis using an electronic spread sheet to exercise testing in patients after myocardial infarction. *Am J Med* 1987; 83: 1045–1053.
14. Show LJ, Peterson ED, Kesler K et al. A metaanalysis of predischARGE risk stratification after acute myocardial infarction with stress electrocardiographic, myocardial perfusion, and ventricular function imaging. *Am J Cardiol* 1996; 78: 1327–1333.
15. Ghayoumi A, Raxwal V, Cho S et al. Prognostic Value of Exercise Tests in Male Veterans With Chronic Coronary Artery Disease. *J Cardiopulm Rehab* 2002; 22: 399–407.
16. Cully RB, Roger VL, Mahoney DW et al. Outcome After Abnormal Exercise Echocardiography for Patients With Good Exercise Capacity. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 1345–1352.
17. Kavanagh T, Mertens DJ, Hamm LF. Prediction of Long-Term Prognosis in 12 169 Men Referred for Cardiac Rehabilitation. *Circulation* 2002; 106: 667–671.
18. Chaloupka V, Elbl L, Nehyba S et al. Stanovení intenzity tréninku u nemocných po infarktu myokardu léčených betablokátory. *Cor Vasa* 2005; 47: 39–44.
19. Braunwald E. *Heart Disease. A Textbook of Cardiovascular Medicine*. 5th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company 1997: 1687–1703.
20. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam A et al. Exercise Standards for Testing and Training. *Circulation* 2001; 104: 1694–1740.
21. Chaloupka V, Elbl L, Nehyba S et al. Vliv rehabilitace na vrcholovou spotřebu kyslíku u nemocných léčených betablokátory. *Cor Vasa* 2006; 48: 38.
22. Chaloupka V, Elbl L, Nehyba S et al. Rehabilitace po infarktu myokardu a revascularizaci u starších nemocných. *Vnitř Lék* 2005; 51: 143–149.

doc. MUDr. Václav Chaloupka, CSc.
www.fnbrno.cz
e-mail: vchaloup@fnbrno.cz

Doručeno do redakce: 11. 5. 2007
Přijato po recenzi: 8. 1. 2008