

Intervalový a kontinuální trénink v kardiovaskulární rehabilitaci

L. Mífková¹, J. Siegelová¹, L. Vymazalová¹, H. Svačinová¹, P. Vank¹, R. Panovský², J. Meluzín², J. Vítovec²

¹ *Klinika funkční diagnostiky a rehabilitace Lékařské fakulty MU a FN u sv. Anny, Brno, přednostka prof. MUDr. Jarmila Siegelová, DrSc.*

² *I. interní kardo-angiologická klinika Lékařské fakulty MU a FN u sv. Anny, Brno, přednostka prof. MUDr. Jiří Vítovec, CSc., FESC*

Souhrn: Cílem studie bylo posoudit fyziologickou účinnost a vliv dvou modifikací aerobního tréninku (intervalový a kontinuální) na tělesnou výkonnost a aerobní kapacitu u pacientů s ischemickou chorobou srdeční. 38 mužů s ischemickou chorobou srdeční (věk $60 \pm 10,2$ let) absolvovalo 3měsíční tréninkový program 3krát týdně 60 min (10 min zahřívací fáze, 25 min aerobní fáze, 15 min posilování, 10 min relaxační fáze). Pacienti s koronarograficky ověřenou stenózou $> 50\%$ průměru lumina a/nebo ejekční frakcí levé komory nižší než 40% ($n = 22$) měli v rámci aerobní fáze naordinován intervalový trénink (30sekundové pracovní fáze o intenzitě zátěže na úrovni anaerobního prahu střídající se s 60sekundovými fázemi odpočinku o intenzitě 5 W); ostatní pacienti ($n = 16$) absolvovali aerobní fázi programu s kontinuální zátěží o intenzitě na úrovni ventilačního anaerobního prahu. Po ukončení 3měsíčního rehabilitačního programu statisticky významně vzrostl maximální dosažený výkon i aerobní kapacita hodnocená spiroergometrickým vyšetřením jak ve skupině pacientů s intervalovou zátěží, tak ve skupině pacientů s kontinuální zátěží. Skupina s intervalovým tréninkem vykonala za každou tréninkovou jednotku 2,5–3krát nižší práci ($p < 0,01$), přesto se však parametry výkonnosti a aerobní kapacity po ukončení 3měsíčního programu statisticky významně nelišily od skupiny s kontinuálním tréninkem. Výhodou intervalového tréninku je možnost dosáhnout zlepšení i u pacientů s dysfunkcí levé komory a s chronickou ischemickou chorobou srdeční, u kterých by kontinuální zátěž mohla být hůře tolerována.

Klíčová slova: intervalový trénink – kontinuální trénink – ischemická choroba srdeční – kardiovaskulární rehabilitace

Interval and continuous training in cardiovascular rehabilitation

Summary: The objective of the study was to evaluate the physiological effectiveness and the influence of two modifications of aerobic training (interval and continuous) on the physical performance in the patients with coronary heart disease. 38 males with coronary heart disease (age 60 ± 10.2 years) passed three months training programme of 60 min 3 times a week (10 min of warm up phase, 25 min of aerobic phase, 15 min of resistance training, 10 min of relaxing phase). Patients with coronarographically verified stenosis $> 50\%$ luminal diameter and/or left ventricular ejection fraction lower than 40% ($n = 22$) had in terms of aerobic phase interval training prescribed (30second work phases with work load intensity on the level of anaerobic threshold alternating with 60second recovery phases with intensity of 5 W); other patients ($n = 16$) passed aerobic phase of the programme with continual work load of intensity on the level of ventilatory anaerobic threshold. After the determination of three month rehabilitation programme the maximal achieved performance as well as aerobic capacity evaluated by spiroergometric examination statistically significantly increased in the group of patients with interval training and also in the group with continuous training. Despite the group with interval training performed 2.5–3 times less work in each training unit ($p < 0.01$), the performance and aerobic capacity parameters after the termination of three month programme did not statistically significantly differ from the group with continuous training. The advantage of the continuous training is a possibility to achieve an improvement also in the patients with left ventricular dysfunction and chronic coronary heart disease who could have worse tolerance of the continual work load.

Key words: interval training – continuous training – coronary heart disease – cardiac rehabilitation

Úvod

Kardiovaskulární rehabilitace by měla představovat nezbytnou součást komplexní léčby pacientů po akutní koronární příhodě. Začíná již během hospitalizace v nemocnici a po propuštění z nemocnice pokračuje formou řízeného ambulantního rehabilitačního programu [1]. Ambulantní kardio-

rehabilitační programy jsou organizovány na specializovaných pracovištích zpravidla 2–3krát týdně po dobu 2 až 3 měsíců. Tréninkové jednotky se skládají z úvodní zahřívací fáze, aerobního tréninku, posilovacího tréninku a závěrečné relaxační fáze [2,3,4,5,6].

Základem každé tréninkové jednotky je aerobní (vytrvalostní) trénink na

nejrůznějších trenažérech, nejčastěji však na bicyklovém ergometru. Nejrozšířenějším a nejznámějším typem je aerobní trénink s kontinuální zátěží. Alternativní tréninkovou metodou může být intervalový trénink, zejména pak u starších osob, u osob s nízkou tolerancí zátěže a/nebo s horší funkcí levé komory srdeční [1,7].



Obr. 1. Systém ergometrů Ergoline REHA E900.

Intervalový trénink spočívá ve střídání fází s vyšší intenzitou zátěže (tzv. pracovních fází) s fázemi s nižší zátěží či úplným klidem (tzv. fázemi odpočinku).

Obě dvě tréninkové metody, tj. trénink s kontinuální zátěží a intervalový trénink, jsou široce využívány nejen ve sportovní praxi, ale i v rehabilitaci. Intervalový trénink v kardiovaskulární rehabilitaci bývá doporučován a prováděn individuálně s přihlédnutím ke zdravotnímu a funkčnímu stavu, k věku i pohlaví pacienta. Podle zaměření tréninku se pak různí intenzita zátěže, délka pracovních i odpočinkových fází u intervalového tréninku a celkový počet cvičebních intervalů. Existuje proto velký počet a variabilita programových možností intervalového tréninku, kterými se nelze v rámci tohoto stručného úvodu zabývat; podrobnější údaje jsou uvedeny v písemnictví [7,8,9,10].

Práce je součinem výkonu a času, proto při stejné intenzitě zátěže se za konstantní časovou jednotku vykoná intervalovým tréninkem menší práce než tréninkem s kontinuální zátěží [8,9,10]. Srovnatelné práce by bylo možno dosáhnout prodloužením doby zátěže nebo použitím vyšší intenzity zátěže intervalového tréninku.

Kromě intenzity zátěže je důležitá i délka pracovních a odpočinkových fází. Bylo zjištěno [10], že pracovní fáze o délce 30 s se stejně dlouhou nebo i delší fází odpočinku vyvolají nižší vzestup srdeční frekvence a žádnou nebo velmi nízkou produkci laktátu i při vysokých intenzitách zátěže. Je to proto, že energie je v tak krátkých pracovních úsecích hrazena především z ATP a kyslíku vázaného na myoglobin (glykolýza se nestačí uplatnit) a tyto zdroje energie se ve fázi odpočinku stačí regenerovat. Rychlost regenerace zdrojů je závislá na intenzitě zátěže a délce trvání fáze odpočinku – za 30 s se nahradí polovina makroergních fosfátů, kompletní náhrada trvá okolo 2 min [7]. S prodlužující se délkou pracovních fází stoupá i srdeční frekvence a při vysoké intenzitě zátěže i hladina laktátu.

Na našem pracovišti, na němž provozujeme kardiovaskulární rehabilitaci, máme k dispozici systém ergometrů Ergoline REHA E900 řízených počítačovým programem ErgoSoft+ pro Windows (obr. 1), který umožňuje zvolit jeden ze 3 typů tréninku na bicyklovém ergometru: 1. trénink udržující konstantní zátěž, 2. trénink udržující konstantní srdeční frekvenci a 3. intervalový trénink.

Cíle práce

Ověřit fyziologickou účinnost dvou modifikací aerobního tréninku – intervalového a kontinuálního s konstantní zátěží u pacientů s ischemickou chorobou srdeční zařazených do kardiovaskulární rehabilitace.

Posoudit tříměsíční vliv těchto dvou modifikací aerobního tréninku na

vybrané ukazatele tělesné výkonnosti a aerobní kapacity.

Materiál a metody

Vyšetřovaný soubor

Bylo vyšetřeno 38 mužů s ischemickou chorobou srdeční (ICHS) ve věku $60 \pm 10,2$ let) zařazených do 3měsíčního ambulantního řízeného rehabilitačního programu. Za $5 \pm 3,6$ týdnů po akutním infarktu myokardu bylo zařazeno 21 mužů, 14 mužů s chronickou ICHS prodělalo akutní infarkt myokardu před $40 \pm 31,7$ měsíci a 3 muži s ICHS ještě infarkt neměli.

Pacienti byli rozděleni do dvou skupin podle ejekční frakce levé komory (EF LK) a přítomnosti či nepřítomnosti koronarograficky verifikované stenózy $> 50\%$ průměru lumina. Pacientům s koronární stenózou $> 50\%$ a/nebo EF LK nižší než 40% ($n = 22$) byl naordinován intervalový trénink v rámci aerobní fáze rehabilitačního programu, ostatní pacienti ($n = 16$) absolvovali aerobní fázi programu s kontinuální zátěží. Obě skupiny se lišily věkem a EF LK (tab. 1).

V průběhu rehabilitačního programu byli všichni pacienti symptomaticky stabilní a měli neměnnou medikamentózní léčbu.

Během celého experimentu bylo postupováno v souladu s etickými zásadami Helsinské konvence z roku 1975 v revidovaném vydání z roku 1983.

Rehabilitační program

Všichni pacienti absolvovali trénink s kombinovanou zátěží 3krát týdně po dobu tří měsíců. Tréninková jed-

Tab. 1. Charakteristika skupiny pacientů s intervalovou a kontinuální zátěží.

	intervalová zátěž	kontinuální zátěž	rozdíl průměrů	konfidenční interval
Počet pacientů (n)	22	16		
Průměrný věk (roků)	$63 \pm 8,9$	$56 \pm 10,6^*$	7	95% CI: +0,6; +13,4
Ejekční frakce LK (%)	$45 \pm 10,0$	$51 \pm 6,7^*$	6	95% CI: +0,2; +11,9

Vysvětlivky: $*p < 0,05$

Tab. 2. Parametry výkonnosti a aerobní kapacity u pacientů s intervalovým tréninkem.

n = 22	vstup ($\bar{X} \pm SD$)	výstup ($\bar{X} \pm SD$)	zlepšení (%)
Maximální výkon – W_{SL} (W)	103 ± 35,6	130 ± 38,1**	26 %
$W \cdot kg^{-1}_{SL}$ ($W \cdot kg^{-1}$)	1,2 ± 0,45	1,5 ± 0,53**	25 %
Tréninková zátěž – W_{ANP} (W)	52 ± 15,5	69 ± 20,9**	33 %
Příjem kyslíku – $\dot{V}_{O_2 SL}$ (ml.min ⁻¹)	1 662 ± 415	1967 ± 529**	18 %
$\dot{V}_{O_2} \cdot kg^{-1}_{SL}$ (ml.min ⁻¹ .kg ⁻¹)	19,7 ± 5,3	23,2 ± 7,2**	18 %
Tepový kyslík – $\dot{V}_{O_2} \cdot SF^{-1}_{SL}$ (ml O ₂)	15 ± 3,7	17 ± 3,1**	13 %

Vysvětlivky: $\bar{X}$ – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, SL – symptomy limitovaná nejvyšší dosažená hodnota, **p < 0,01

notka se skládala z 10minutové zahřívací fáze, 25minutové aerobní fáze, 15minutového posilování a 10minutové relaxační fáze.

Cílem zahřívací fáze bylo připravit pohybový a kardiovaskulární systém na další výkon; náplní byla gymnastická cvičení a strečink svalů.

Aerobní fáze na bicyklových ergometrech (Ergoline REHA E900) se skládala ze 3–4minutové „warm-up“ fáze při nízké zátěži, vlastního 25minutového tréninku intervalového nebo s kontinuální zátěží o intenzitě na úrovni anaerobního prahu stanoveného spiroergometrickým vyšetřením a 2minutové „cool-down“ fáze, během které se intenzita zátěže postupně snižovala. U intervalového tréninku se 30sekundové pracovní fáze o intenzitě zátěže na úrovni anaerobního prahu střídaly s 60sekundovými odpočinkovými fázemi o intenzitě zátěže 5 W. Posilovací cvičení na multifunkčních posilovacích strojích TK-HC COMPACT zahrnovala benchpress, stahování kladky a předkopávání; mimo stroj byly prováděny sedy-lehy. Intenzita zátěže se stanovila metodou 1-RM (one repetition maximum, tj. jedno opakování daného cviku provedené v plném rozsahu pohybu s maximální zátěží). Tréninková zátěž začínala na 30 % 1-RM a po týdnech se zvedala o 10 % až na 60 % 1-RM. Po dosažení 60 % 1-RM se provedl kontrolní test 1-RM a stanovila se nová intenzita zátěže odpovídající 60 % 1-RM, se kterou se cvičilo až do konce programu. Jednotli-

vé cviky se prováděly ve 3–5 sériích po 10 opakováních. V rámci relaxační fáze byl používán Schultzův autogenní trénink.

Během celé tréninkové jednotky byly monitorovány srdeční frekvence, krevní tlak, stupeň subjektivního vnímání intenzity zátěže dle Borgovy škály, během aerobní a posilovací fáze i EKG.

Metody vyšetření

Spiroergometrické vyšetření (přístroj Pulmonary Function System 1070 – MedGraphics, USA) bylo provedeno před zahájením, v polovině a po ukončení rehabilitačního programu. Začínalo klidovým monitorováním EKG v lehu a v sedu (Schiller CS 100). Poté následovala 3minutová adaptace vsedě na ergometru. Zátěž se zvyšovala po dvou minutách o 20 W až do symptomy limitovaného maxima.

Podle změn ventilačně respiračních hodnot byl stanoven anaerobní práh. Pro potřebu rehabilitace byla hodnota anaerobního prahu vyjádřena ve wattch, v srdeční frekvenci a stupních Borgovy škály subjektivního vnímání intenzity zátěže.

Zátěžová kapacita byla hodnocena před a po tříměsíčním programu nejvyšším dosaženým výkonem ve wattch (W_{SL}), výkonem přepočteným na kilogram hmotnosti ($W \cdot kg^{-1}_{SL}$), vrcholovým příjmem kyslíku ($\dot{V}_{O_2 SL}$), příjmem kyslíku přepočteným na kilogram hmotnosti ($\dot{V}_{O_2} \cdot kg^{-1}_{SL}$) a tepovým kyslíkem ($\dot{V}_{O_2} \cdot SF^{-1}_{SL}$).

Statistické zpracování

Ke statistickému zpracování byl použit program Microsoft Excel pro Windows a program Statistica, verze 6.1.

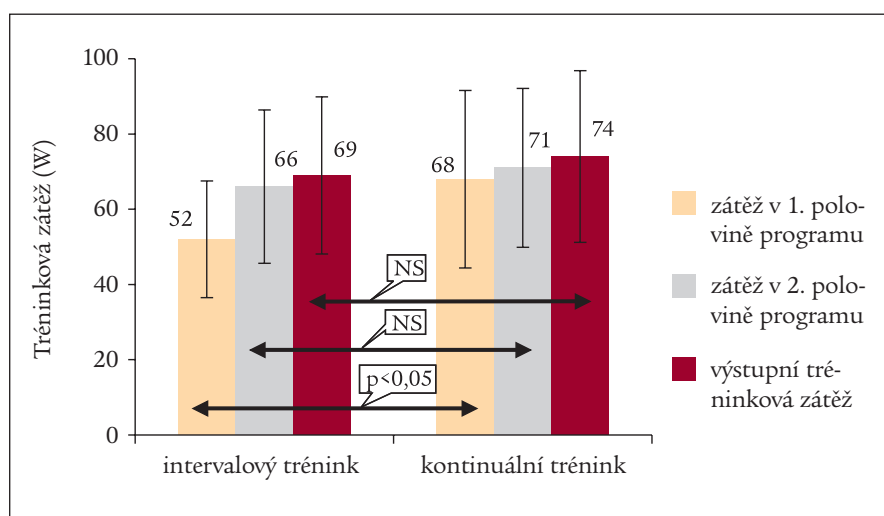
Rozložení bylo hodnoceno Lillieforsovou modifikací Kolmogorov-Smirnovova testu normality [11] v programu Statistica. Při normálním rozložení bylo použito parametrických testů. Při porovnávání dvou závislých proměnných byl proveden dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu (v programu Microsoft Excel). Při porovnávání dvou nezávislých proměnných bylo nejprve dvouvýběrovým F-testem pro rozptyl zjištěno, zda se rozptyly liší, či nikoliv, a podle toho pak byl použit buď dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů nebo dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů (vše v programu Microsoft Excel). Nebylo-li nalezeno normální rozložení, bylo použito neparametrických testů. Při porovnávání dvou závislých proměnných byl proveden Wilcoxonův párový test (v programu Statistica) a při porovnávání dvou nezávislých proměnných byl použit Mann-Whitneyův U-test.

U všech testů byla hladina významnosti primárně nastavena na 0,05. Pokud byl výsledek na této hladině statisticky významný, provedlo se testování i na hladině významnosti 0,01. Vždy bylo použito dvoustranné testování. Současně byl vypočten konfidenční interval CI (interval spolehlivosti) [12,13,14], který vyjadřuje 95% nebo 99% pravděpodobnost, že vypočítaný parametr (v naší

Tab. 3. Parametry výkonnosti a aerobní kapacity u pacientů s kontinuálním tréninkem.

n = 16	vstup ($\bar{X} \pm SD$)	výstup ($\bar{X} \pm SD$)	zlepšení (%)
Maximální výkon – W_{SL} (W)	119 $\pm$ 33,6	138 $\pm$ 33,4*	16 %
$W \cdot kg^{-1}_{SL}$ ($W \cdot kg^{-1}$)	1,4 $\pm$ 0,36	1,7 $\pm$ 0,43*	21 %
Tréninková zátěž – W_{ANP} (W)	68 $\pm$ 23,6	74 $\pm$ 22,8*	9 %
Příjem kyslíku – $\dot{V}_{O2SL}$ ($ml \cdot min^{-1}$)	1798 $\pm$ 421	2001 $\pm$ 446*	11 %
$\dot{V}_{O2} \cdot kg^{-1}_{SL}$ ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$)	21,4 $\pm$ 4,0	23,9 $\pm$ 5,4*	12 %
Tepový kyslík – $\dot{V}_{O2} \cdot SF^{-1}_{SL}$ ($ml O_2$)	15 $\pm$ 3,6	17 $\pm$ 4,2**	13 %

Vysvětlivky: $\bar{X}$ – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, SL – symptomy limitovaná nejvyšší dosažená hodnota, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

**Graf 1. Srovnání tréninkové zátěže intervalového a kontinuálního tréninku v průběhu 3měsíčního rehabilitačního programu.**

studii rozdíl dvou průměrů) se bude nacházet uvnitř určitého rozmezí, který je dán spodní a horní hranicí. Konfidenční interval je vyjádřen ve stejných jednotkách jako vypočítaný parametr a udává, s jakým náhodným kolísáním může být zatížen hodnocený parametr.

Výsledky jsou prezentovány ve formě průměrů ($\bar{X}$) a směrodatných odchylek (SD).

Výsledky

Ve skupině pacientů s intervalovým tréninkem se po ukončení 3měsíčního rehabilitačního programu zvýšily průměrné hodnoty dosažené při spiroergometrickém vyšetření: symptomy limitovaný výkon o 27 W ($p < 0,01$; 99% CI 0,0; +60,0), výkon přepočtený na kilogram hmotnosti

o 0,3 $W \cdot kg^{-1}$ ($p < 0,01$; 99 % CI +0,1; +0,6), tréninková zátěž o 17 W ($p < 0,01$; 99% CI 0,0; +20,0), příjem kyslíku o 305 $ml \cdot min^{-1}$ ($p < 0,01$; 99% CI +68,8; +540,3), příjem kyslíku přepočtený na kilogram hmotnosti o 3,5 $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ ($p < 0,01$; 99 % CI +0,4; +6,7) a tepový kyslík o 2,0 $ml O_2$ ($p < 0,01$; 99% CI + 0,2; +2,8), tab. 2.

U pacientů, kteří měli v rámci aerobní fáze kontinuální zátěž, se po ukončení 3měsíčního rehabilitačního programu zvýšil symptomy limitovaný výkon o 19 W ($p < 0,05$; 95% CI +2,6; +34,4), výkon přepočtený na kilogram hmotnosti o 0,3 $W \cdot kg^{-1}$ ($p < 0,05$; 95% CI 0,0; +0,4), tréninková zátěž na úrovni anaerobního prahu o 6 W ($p < 0,05$; 95% CI 0,0; +20,0), příjem kyslíku o 203 $ml \cdot min^{-1}$ ($p < 0,05$; 95% CI +16,1; +391,3), pří-

jem kyslíku přepočtený na kilogram hmotnosti o 2,5 $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ ($p < 0,05$; 95% CI +0,2; +4,9) a tepový kyslík o 2,0 $ml O_2$ ($p < 0,01$; 99% CI 0,0; +2,0), tab. 3.

Tréninková zátěž u obou tréninkových modifikací stanovená z výsledků tří spiroergometrických vyšetření a její vzájemné porovnání je znázorněno v grafu 1. V první polovině programu byla tréninková zátěž u kontinuálního tréninku signifikantně vyšší o 16 W ($p < 0,05$; 95% CI +3,5; +29,3), po kontrolním spiroergometrickém vyšetření, tj. v druhé polovině programu, byl rozdíl v tréninkových zátěžích mezi oběma typy tréninkových modifikací statisticky nevýznamný (5 W; 95% CI –8,4; +19,2), stejně jako po ukončení programu (rozdíl 5 W; 95% CI –9,7; +19,3).

Jak ukazuje tab. 4, celková práce vykonaná při jednom tréninku se statisticky významně lišila u intervalového a kontinuálního tréninku, a to jak v první polovině, tak i v druhé polovině programu. V parametrech výkonnosti a aerobní kapacity se při ukončení 3měsíčního programu intervalový a kontinuální trénink statisticky významně nelišily (tab. 5).

Diskuse

Výsledky naší studie ukazují, že po absolvování 3měsíčního řízeného rehabilitačního programu se signifikantně zlepšily parametry výkonnosti a aerobní kapacity jak ve skupině

Tab. 4. Celková práce vykonaná při jednom tréninku v první polovině programu a v druhé polovině programu.

	intervalová zátěž (n = 22; $\bar{X} \pm SD$)	kontinuální zátěž (n = 16; $\bar{X} \pm SD$)	rozdíl průměrů	konfidenční interval
Práce (kJ) – 1. polovina	31,5 ± 7,90	102,7 ± 35,47**	71,2	99 % CI: +50,0; +92,3
Práce (kJ) – 2. polovina	38,6 ± 10,40	107,0 ± 31,64**	68,4	99 % CI: +48,8; +88,0

Vysvětlivky: $\bar{X}$ – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, **p < 0,01

Tab. 5. Srovnání výsledků výstupních parametrů dvou modifikací aerobního tréninku.

	intervalová zátěž (n = 22; $\bar{X} \pm SD$)	kontinuální zátěž (n = 16; $\bar{X} \pm SD$)	rozdíl průměrů	konfidenční interval
W_{SL} (W)	130 ± 38,1	138 ± 33,4	8	95 % CI: 0; +20,0
$W \cdot kg^{-1}_{SL}$ ($W \cdot kg^{-1}$)	1,5 ± 0,53	1,7 ± 0,43	0,2	95 % CI: -0,1; +0,5
$\dot{V}_{O_2 SL}$ ($ml \cdot min^{-1}$)	1967 ± 529	2001 ± 447	34	95 % CI: -296,9; +364,9
$\dot{V}_{O_2} \cdot kg^{-1}_{SL}$ ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$)	23,2 ± 7,2	23,9 ± 5,4	0,7	95 % CI: -3,7; +5,1
$\dot{V}_{O_2} \cdot SF^{-1}_{SL}$ ($ml O_2$)	17 ± 3,1	17 ± 4,2	0	95 % CI: -1,0; +1,0

Vysvětlivky: $\bar{X}$ – aritmetický průměr, SD – směrodatná odchylka, SL – symptomy limitovaná nejvyšší dosažená hodnota, W – „work“ – maximální výkon, $W \cdot kg^{-1}$ – výkon přepočtený na kilogram hmotnosti, $\dot{V}_{O_2}$ – příjem kyslíku, $\dot{V}_{O_2} \cdot kg^{-1}$ – příjem kyslíku na kilogram hmotnosti; $\dot{V}_{O_2} \cdot SF^{-1}$ – tepový kyslík

pacientů s intervalovou zátěží, tak ve skupině pacientů s kontinuální zátěží. Nepatrně výraznější zlepšení bylo pozorováno ve skupině pacientů s intervalovým tréninkem, což bylo pravděpodobně způsobeno nižšími vstupními parametry výkonnosti a aerobní kapacity ve srovnání se skupinou s kontinuální zátěží. Nicméně tento rozdíl mezi oběma skupinami nebyl statisticky významný. Skupina pacientů s intervalovým tréninkem vykonala za každou tréninkovou jednotku 2,5–3krát nižší práci, přesto se však při výstupním spiroergometrickém vyšetření statisticky významně nelišila v parametrech výkonnosti a aerobní kapacity od skupiny s kontinuálním tréninkem.

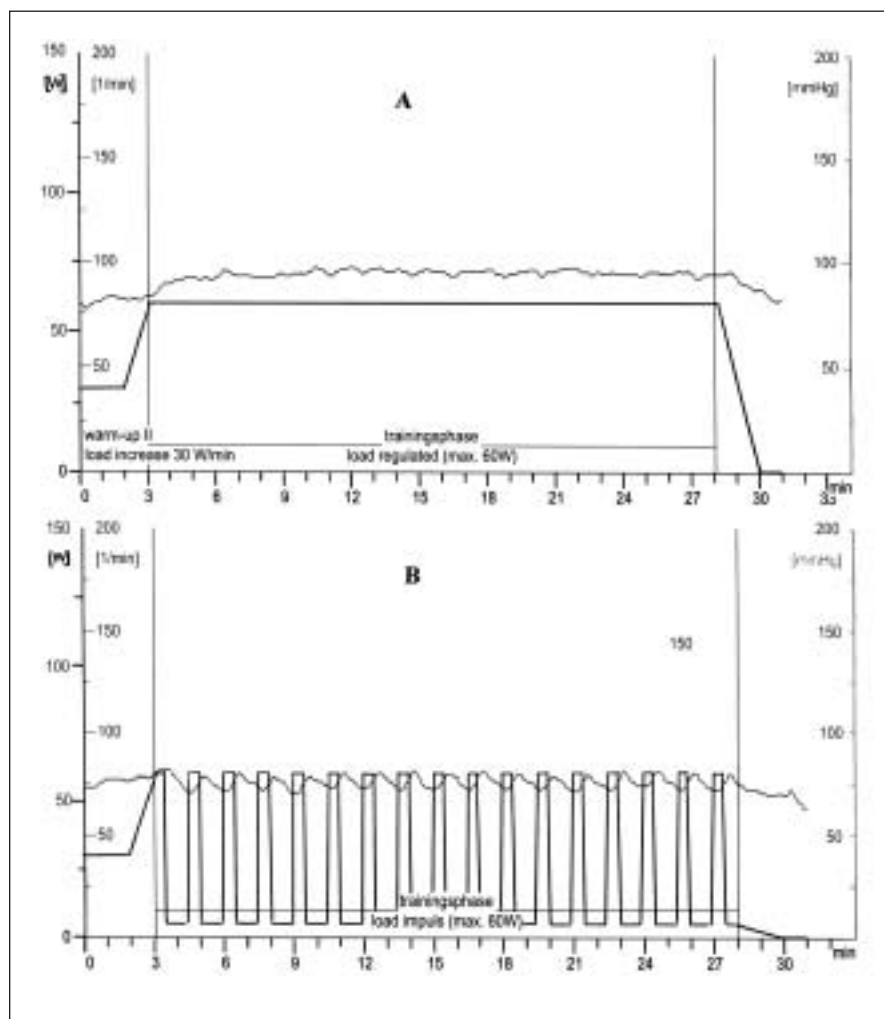
V závislosti na menší náročnosti námi aplikované intervalové zátěže byla i odezva srdeční frekvence během intervalového tréninku nižší ve srovnání s kontinuálním tréninkem. Obr. 2 ukazuje příklad reakce pacienta na kontinuální (A) a intervalovou zátěž (B).

Mookerjee [7] uvádí, že intervalový trénink představuje větší stimul pro zlepšení maximálního tepového objemu než trénink s kontinuální zátěží, protože během intervalového tréninku dosahuje tepový objem opakovaně vrcholových hodnot právě v odpočinkových fázích. Nechwatal et al [15] potvrdil, že 3týdenní intervalový trénink u pacientů s chronickým srdečním selháním má srovnatelné účinky na zlepšení aerobní kapacity jako stejně dlouhý kontinuální trénink, avšak intervalový trénink příznivěji ovlivňuje centrální hemodynamiku (zvýšení srdečního a tepového indexu s odpovídajícím poklesem periferní cévní rezistence). Naproti tomu Meyer et al [16] uvádí, že již po 3týdenní aplikaci intervalového tréninku u pacientů s chronickým srdečním selháním se aerobní kapacita zlepšila podobně, jako po tréninku s kontinuální zátěží trvajícím delší dobu.

Výhodou intervalového tréninku je možnost vysoké zátěžové stimula-

ce trénovaného svalstva (zejména použije-li se vyšší intenzita zátěže) [17], která se spíše podobá běžnému životnímu rytmu pacienta. Podobná intenzita zatížení by při kontinuálním tréninku již mohla představovat přetížení pro srdce. Rognmo et al [18] dosáhli lepších výsledků u pacientů se stabilní ischemickou chorobou srdeční při použití 10týdenního intervalového tréninku vysoké intenzity (80–90 % $\dot{V}_{O_2 SL}$) ve srovnání se stejně dlouhým kontinuálním tréninkem střední intenzity (50 až 60 % $\dot{V}_{O_2 SL}$), kdy obě modifikace představovaly stejný celkový tréninkový objem zátěže.

Meyer et al [19], kteří ve svých předchozích studiích poukázali na bezpečnost a prospěšnost intervalového tréninku u pacientů s chronickým srdečním selháním [20] i u pacientů po aortokoronárním bypassu [21], také srovnávali 3 typy režimů intervalového tréninku (pracovní fáze/odpočinková fáze: 30/60 s při zátěži 71 W, 15/60 s při zátěži 98 W



Obr. 2. Srdeční frekvence u pacienta s ischemickou chorobou srdeční během tréninku s kontinuální zátěží (A) a intervalového tréninku (B).

a 10/60 s při zátěži 111 W) a zjistili, že všechny 3 způsoby vyvolávají normální odpověď u pacientů s chronickým srdečním selháním a mohou být tedy používány.

Ve většině zde uvedených studií byly použity rozdílné tréninkové zátěže u intervalového a kontinuálního tréninku tak, aby byla vykonána oběma modifikacemi přibližně stejná práce. Byl tedy srovnáván intervalový trénink vyšší intenzity s kontinuálním tréninkem nižší intenzity. V naší studii jsme naopak záměrně použili stejnou intenzitu tréninkové zátěže jak u kontinuálního, tak u intervalového aerobního tréninku. Přestože byla při intervalovém tréninku vykonána nižší práce, byly výsledky při ukončení programu u obou modifikací shodné.

Závěry

1. Obě modifikace aerobní fáze (tj. intervalová i kontinuální zátěž) v rámci ambulantního řízeného rehabilitačního programu přispěly ke zvýšení maximálního dosaženého výkonu a aerobní kapacity.
2. Intervalovým a kontinuálním tréninkem bylo při stejné intenzitě tréninkové zátěže dosaženo obdobného zlepšení všech parametrů výkonnosti a aerobní kapacity po tříměsíčním rehabilitačním programu i přesto, že vykonaná práce a vstupní ejekční frakce byly u skupiny s intervalovým tréninkem významně nižší.
3. Přínosem intervalového tréninku je možnost dosáhnout zlepšení i u pacientů rizikových, např.

s dysfunkcí levé komory a s chronickou ischemickou chorobou srdeční se stenózou koronárních tepen > 50 %, u kterých by kontinuální zátěž mohla být hůře tolerována. U těchto pacientů by měl být i z bezpečnostních důvodů intervalový trénink upřednostňován před tréninkem kontinuálním.

4. Naše zatím ojedinělé výsledky jsou ve shodě se zahraničními zkušenostmi, uvedenými v literatuře. Srovnání s výsledky většiny domácích pracovišť není možné vzhledem k jejich přístrojovému vybavení, které ještě neodpovídá současným technickým požadavkům na použití této rehabilitační metody. Postupné doplňování vhodných kvalitních přístrojů umožní jistě v budoucnu široké uplatnění intervalového tréninku v kardiovaskulární rehabilitaci.

Práce byla vypracována v rámci výzkumného záměru MŠMT – MSM 0021622402 a IGA MZ ČR NR 7983–3.

Literatura

1. Chaloupka V, Vaněk P, Jurán F et al. Nemocniční, posthospitalizační a lůžková rehabilitace u nemocných s ICHS. *Cor Vasa* 1998; 40: K243–K251.
2. Chaloupka V, Elbl L, Nehyba S. Silový trénink u nemocných po infarktu myokardu. *Vnitř Lék* 2000; 46: 829–834.
3. Jančík J, Svačinová H, Dobšák P et al. Kombinovaný trénink u nemocných se systolickou dysfunkcí levé komory srdeční. *Vnitř Lék* 2003; 49: 280–284.
4. Jančík J, Siegelová J, Svačinová H et al. Combined Aerobic Training with Resistant Exercise in Chronic Heart Failure. *European Journal Cardiovascular Prevention and Rehabilitation* 2004; 11(Supl): 65–65.
5. Meluzín J, Jančík J, Panovský R et al. Vliv tělesného tréninku na velikost ischemické dysfunkce levé komory u nemocných s chronickou ischemickou chorobou srdeční. *Vnitř Lék* 2001; 47: 87–91.
6. Jančík J, Siegelová J, Dobšák P et al. Baroreflex sensitivity and heart rate variability in patients with chronic ischemic heart disease and systolic dysfunction: effect of exercise training. *Clinical Autonomic Research* 2003; 13: 57–57.

7. Mookerjee S. The Application of Interval Training for Exercise Prescription in Cardiac Rehabilitation. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1998; 18: 233–235.
8. LÅstrand PO, Rodahl K. Textbook of Work Physiology. 2nd ed. New York: McGraw-Hill 1977.
9. Brooks GA, Fahey TD. Fundamentals of human performance. 2. ed. New York: Macmillan Publishing Company 1987.
10. Máček M, Vávra J. Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže. 2. ed. Praha: Avicenum 1988.
11. Kubánková V, Hendl J. Statistika pro zdravotníky. Praha: Avicenum 1986.
12. Gerylovová A, Holčík J. Úvod do statistiky. Text pro semináře. Brno: Vydavatelství MU 2001.
13. Greenhalgh T. Jak pracovat s vědeckou publikací. Základy medicíny založené na důkazu. Praha: Grada Publishing 2003.
14. Zvárová J. Základy statistiky pro biomedicínské obory. Praha: Karolinum 2002.
15. Nechwatal RM, Duck C, Gruber G. Physical training as interval or continuous training in chronic heart failure for improving functional capacity, hemodynamics and quality of life – a controlled study. *Z Kardiol* 2002; 91: 328–337.
16. Meyer K, Peters K, Roskamm H. Improvement of aerobic capacity in chronic congestive heart failure. Which training method is appropriate? *Z Kardiol* 1998; 87: 8–14.
17. Meyer K, Samek L, Schwaibold M et al. Interval training in patients with severe chronic heart failure: analysis and recommendations for exercise procedures. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29: 306–312.
18. Rognmo A, Hetland E, Helgerud J et al. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation* 2004; 11: 216–222.
19. Meyer K, Samek L, Schwaibold M et al. Physical responses to different modes of interval exercise in patients with chronic heart failure – application to exercise training. *Eur Heart J* 1996; 17: 1040–1047.
20. Meyer K, Foster C, Georgakopoulos N et al. Comparison of left ventricular function during interval versus steady-state exercise training in patients with chronic congestive heart failure. *Am J Cardiol* 1998; 82: 1382–1387.
21. Meyer K, Lehmann M, Sunder G et al. Interval versus continuous exercise training after coronary bypass surgery: a comparison of training-induced acute reactions with respect to the effectiveness of the exercise methods. *Clin Cardiol* 1990; 13: 851–861.
22. Placheta Z, Siegelová J, Štejfá M et al. Zátěžová diagnostika v ambulantní a klinické praxi. Praha: Grada Publishing 1999.

Mgr. Leona Mířková, Ph.D.

www.vfn.cz

e-mail: leona.mirkova@fnusa.cz

Doručeno do redakce: 8. 9. 2005

Přijato po recenzi: 31. 10. 2005

www.geriatrickarevue.cz