

Rehabilitácia

CASOPIS PRE OTÁZKY LIEČEBNEJ A PRACOVNEJ REHABILITÁCIE

K. POCHOPOVÁ

*Ergometrie u reumatických
chlopňových srdečných vad*

SUPPLEMENTUM
12/1976

*Táto publikácia vedie sa v prírastku dokumentácie BioSciences
Information Service of Biological Abstracts.*

*This publications is included in the abstracting and indexing cover
age of the BioSciences Information Service of Biological Abstracts.*

ROČNÍK IX, 1976

CENA Kčs 12,—

Rehabilitácia

Casopis pre otázky liečebnej a pracovnej rehabilitácie Ústavu pre ďalšie vzdelávanie stredných zdravotníckych pracovníkov v Bratislave

■
Vydáva Vydavateľstvo OBZOR, n. p., ul. Československej armády 35, 893 36 Bratislava

■
Vedúci redaktor: MUDr. Miroslav Palát
Zástupca vedúceho redaktora: MUDr. Štefan Litomerický

■
Redakčná rada:
Mária Bartovicová, Bohumil Chrást, Vladimír Lánik, Štefan Litomerický, Miroslav Palát (predseda), Květa Pochopová, Jiřina Štejanová, Marie Večeřová

■
Grafická úprava: M. Sirkovský

■
Adresa redakcie: Kramáre, Limbová ul. 8, 809 46 Bratislava

■
Tlačia: Nitrianske tlačiarne, n. p., 949 50 Nitra, ul. R. Jašíka 26

■
Vychádza štvrtročne, cena jednotlivého čísla Kčs 6,—

■
Rozširuje: Vydavateľstvo OBZOR, n. p., administrácia časopisov, ul. Čs. armády 35, 893 36 Bratislava

■
Toto číslo vyšlo v decembri 1976

■
Indexné číslo: 46 190
Registračné číslo: SŤI 10/9

Re

habilitácia

ČASOPIS PRE OTÁZKY LIEČEBNEJ A PRACOVNEJ REHABILITÁCIE

ROČNÍK IX/1978

SUPPLEMENTUM 12

K. POCHOPOVÁ

Ergometrie u revmatických chlopňových srdečných vad

Fakultní nemocnice Brno
ordinačka pro kardiologii:
MUDr. Květa Pochopová

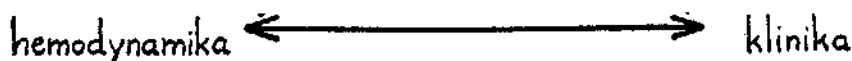
OBSAH

ÚVOD	5
KYSLÍKOVÉ TRANSPORTNÍ FUNKCE	6
Stručný rozbor dílčích kyslíkových funkcí	7
Plicní funkce	7
Oběhové funkce	8
ZÁTĚŽOVÉ TESTY	10
Typy zátěžových testů	12
Testy s konstantní hladinou zatížení	12
Testy s kontinuální nebo téměř kontinuální hladinou zatížení	14
Testy intermediálního typu	15
CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO SOUBORU SRDEČNĚ NEMOCNÝCH	16
METODIKA ERGOMETRICKÉHO VYŠETŘOVÁNÍ	16
VÝSLEDKY	19
I. Tolerovaná i limitovaná výkonnost u nemocných sledovaného souboru	19
II. Uplatnění jednotlivých kritérií při zátěžových testech	21
Subjektivní pociťte	21
Tepová frekvence	23
Zátěžové EKG	30
III. Porovnání tolerované výkonnosti nemocných s chlopňovými srdečními vadami se světovou klasifikací kardiaků	32
IV. Porovnání tolerované výkonnosti u mitrálních stenóz se sinusovým rytmem s některými hemodynamickými a klinickými ukazateli	35
— Porovnání tolerované výkonnosti s tlaky v artérii pulmonální a s tlaky v levé síni	35
— Porovnání tolerované výkonnosti s tlaky mitrálního ústí a s kvalitou mitrální chlopně	37
— Porovnání tolerované výkonnosti s klidovým EKG a RTG obrazem velikosti srdečního stínu	40
V. Uplatnění tolerované výkonnosti v indikační rozvaze ke kardiochirurgickému zákroku	40
VI. Uplatnění tolerované výkonnosti v dlouhodobém sledování operovaných pro mitrální stenózu	41
ZÁVĚRY	43
LITERATURA	45
SOUHRN	48

ÚVOD

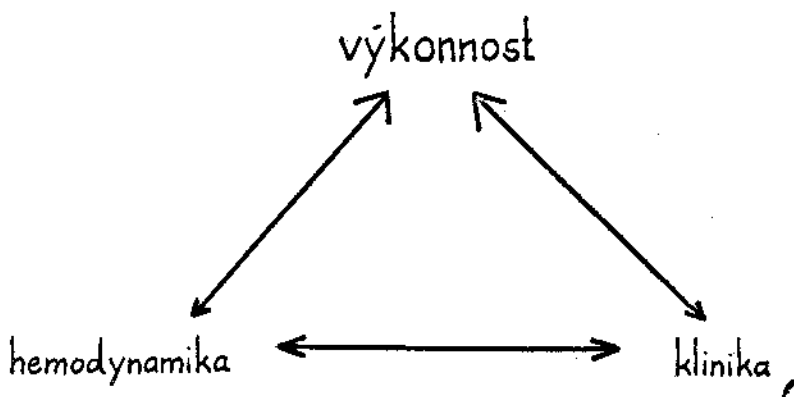
Stanovení výkonnosti kardiaků zátěžovými testy má pro svou mnohostrannou užitečnost nesporný význam jak ve vědeckém bádání, tak v klinické praxi i v léčebné a pracovní rehabilitaci. Avšak stanovení výkonnosti kardiaků má na rozdíl od zdravých své zvláštnosti. Na těchto zvláštnostech se podílejí klinika i patologicky změněná hemodynamika, které jsou ve vzájemném vztahu, jsou charakteristické pro dané onemocnění v klidu a stupňují se při tělesném zatížení. (Tab. 1a).

Tab. 1a

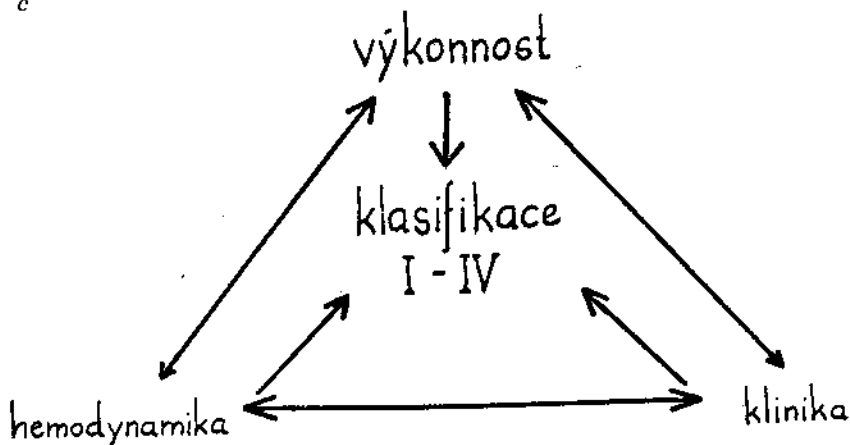


Klinika a hemodynamika jsou však nejen ve vzájemném vztahu, ale také ve vztahu k výkonnosti srdečně chorého, která je odrazem závažnosti onemocnění a současně i odrazem životního stylu i stupně trénovanosti nemocného (Tab. 1b).

Tab. b



V dalším vycházíme z předpokladu, že na základě výkonnosti, s přihlédnutím k hemodynamice a klinice, můžeme rozdělit srdečně choré do funkčních skupin. Vzájemné vztahy výkonnosti, kliniky a hemodynamiky s konečným stanovením klasifikace nemocných do I. až IV. skupiny znázorňuje (Tab. 1c).



Z uvedených vzájemných vztahů vyplývá složitost problematiky, jejímž řešením se již zabývalo mnoho autorů (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). Nutno však podotknout, že k řešení vzájemně souvisejících, vzájemně se prolínajících a integrujících vztahů, jak je znázorněno na tabulce 1c, můžeme přistoupit jen po akceptování dnes platných fyziologických, klinických i hemodynamických znalostí, které tvoří komplexní výchozí bázi pro stanovení výkonnosti a funkční klasifikaci srdečně chorých. (8, 9.)

Cílem předložené práce je:

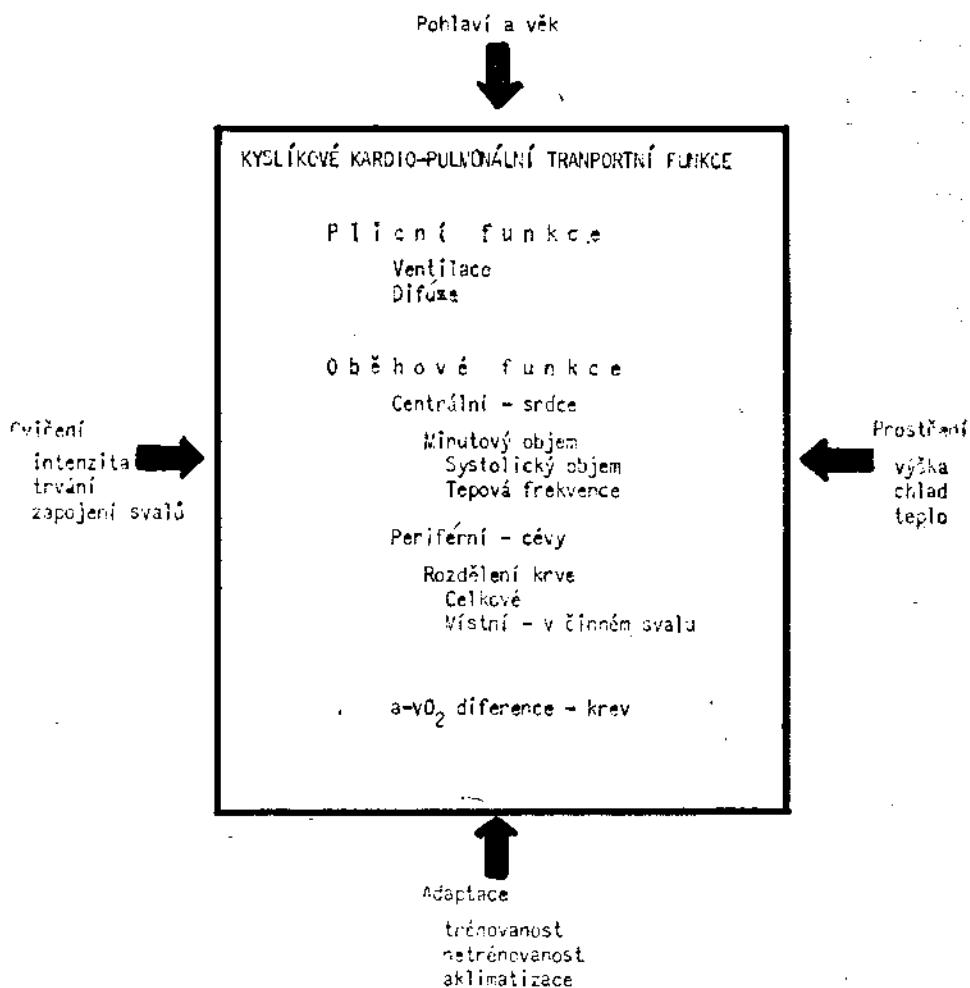
1. Ukázat na možnost stanovení klasifikace nemocných s revmatickou srdeční chorobou (okrajově i u vrozených srdečních vad), a to na základě jejich pracovní výkonnosti ve watttech a na základě jejich klinického a hemodynamického obrazu.
2. Porovnat stanovenou funkční klasifikaci se světovou klasifikací dle A.H.A. na základě objektivních údajů dle Foxe a spolupracovníků.
3. Ukázat na praktické využití stanovené klasifikace kardiaků v srdeční chirurgii při indikacích a při dlouhodobém pooperačním sledování.

KYSLÍKOVÉ TRANSPORTNÍ FUNKCE

Zvýšený transport kyslíku k činným svalům zabezpečují plice, srdečně cévní systém a krev. O transportních kyslíkových funkcích přehledně pojednává např. Wright (10), Andersen a spol. 1971 (11), Astrand P. O., Rohdal 1971 (12) a jiní. Na základě adaptace cirkulačních mechanismů jsme také v naší práci 1956 (13) zdůvodňovali účinek léčebné tělesné výchovy u srdečně chorých, vycházejíce z práce Lowenthala 1954 (14) a Fejfara 1955 (15).

V této publikaci vycházíme částečně z tabulky uvedené v práci Astranda a Rohdala (11). Tabulka (Tab. 2) uvádí nejen kyslíkové transportní funkce, ale současně i okolnosti, které omezují tyto funkce jak v kladném, tak v záporném smyslu. V této uvedené komplexnosti transportní funkce pro kyslík zabezpečují a určují tedy velikost kyslíkové kapacity pro svalovou práci. Při plné výkonnosti transportních funkcí dovede zdravý člověk vyrovnat nepoměr mezi zvýšenou potřebou kyslíku a jeho dodávkou i při značném tělesném zatížení, kdy se každá z uvedených funkcí blíží maximu. Zdravý člověk může tak dosáhnout maximální aerobní kapacity VO_2 max. 5–6 l/min. Avšak u srdečně chorých jsou kyslíkové transportní funkce rozličně omezeny, a to vystupňováním již v klidu přítomných patofyziologických kardiopulmonálních změn. Toto omezení kyslíkových transportních funkcí je společnou charakteristikou srdečních vad. Při tom nezáleží, zda primární poškození postihuje přímo srdce (srdeční sval, koronární systém, chlopněvý aparát), nebo zda způsobuje rozklad periferních adaptačních mechanismů nebo obojí.

Tab. 2 Kyslíkové transportní funkce



Plicní funkce
Plicní ventilace

Ventilace plic se zvětšuje při jakémkoliv tělesném zatížení úměrně jeho intenzitě. Maximální kyslíkový příjem při zatížení závisí na maximální ventilaci a na maximální extraxi kyslíku z vdechovaného vzduchu. Omezení maximální ventilace při zatížení nastává u těch srdečních vad, u nichž zjišťujeme abnormální mechanické vlastnosti plic nebo abnormální krevní perfúzi. Typickými příklady jsou srdeční onemocnění, jako je mitrální stenóza, primární plicní hypertenze nebo vrozená stenóza pulmonální artérie. K omezení plicní ventilace dochází i u ostatních získaných a vrozených chlopňových vad, a to zejména v pokročilém stádiu onemocnění. Zkratové srdeční vady s pravostranným zkratem způsobují výrazné snížení maximální ventilace již při malém zatížení, zatím co u vad s levoprávním zkratem zůstává maximální ventilace normální, stejně jako u koronárních nemocných, pokud u nich nedošlo k srdeční slabosti.

Pokud se týká vztahu mezi zvýšenou ventilací a zvýšenou spotřebou kyslíku, je tento vztah v průběhu mírného cvičení, kdy se neuplatňuje jako dechový podnět laktacidémie, lineární jak u zdravých jedinců, tak i u dobře kompenzovaných kardiaků. Při těžkém zatížení vzrůstá ventilace nerovnoměrně ke zvýšené spotřebě kyslíku. Tato disproporcionální hyperventilace vyplývá z anaerobní práce a dráždivě působí na respirační centrum. Příčinou dráždění respiračního centra je velmi pravděpodobně koncentrace vodíkových iontů v krvi nebo uvolněný CO_2 v krvi jako následek vysoké hladiny laktátu v krvi. Hill a spol. 1924 [16]. Nervové teorie vysvětlují zvýšení ventilace v průběhu zatížení na základě podmíněných reflexů a na základě iradiace impulsů z motorických center [17, 18]. Na zvýšené ventilaci při tělesném zatížení se také podílí vzestup tělesné teploty. I když celý mechanismus hyperventilace při tělesném zatížení je dosud neznámý, je známo, že ventilace není limitujícím faktorem při svalové práci [1, 19].

Plicní difúze

Maximální kyslíkový příjem při tělesném zatížení závisí na difúzní kapacitě plic, která je dána kvalitou alveolárně kapilární stěny a maximálním kyslíkovým gradientem. Difúzní kapacita je proto ovlivněna:

1. Plochou dostupnou pro výměnu plynů, t. j. alveolárním povrchem. Zničení alveolárních a kapilárních stěn, jako je tomu při plicním emfyzému, podstatně snižuje plochu pro výměnu plynů.
2. Tloušťkou alveolární a kapilární membrány, které oddělují vzduch od krve. Typickým příkladem je plicní fibróza. Fibrózní intersticiální změny vznikají také na podkladě chronického kapilárně venózního městnání u pokročilých srdečních vad, jako je tomu např. u stenózy mitrálního ústí a ostatních srdečních vad s chronickou plicní venostázou, dále při levostranném selhávání srdce.
3. Krevním průtokem plicemi. Typickým příkladem sníženého krevního průtoku plicemi je stenóza plicnice, kdy snížený průtok poskytuje jen snížené množství hemoglobinu, na které by se mohl difundující kyslík vázat.
4. Distribucí krevního průtoku v plicích. Nerovnoměrné prokrvení plic, se kterým se setkáváme u zdravých jedinců v klidu se zřetelně zmenšuje v průběhu tělesného zatížení. Toto nerovnoměrné prokrvení plic mezi hrotem a bazí se snižuje v závislosti na intenzitě svalové práce. Mluvíme o poklesu perfúzního gradientu báze — apex. Naopak u těsné mitrální stenózy s nízkým průtokem bazálními částmi plic v klidu dochází při tělesném zatížení ke zvýšení průtoku krve těmito oblastmi. Widimský, 1975 [20].

Oběhové funkce

Transport kyslíku je závislý na krevním oběhu. Zvýšeným metabolickým požadavkům při tělesné práci se přizpůsobuje jak centrální aparát krevního oběhu — srdce, tak i periferní oběhový systém — cévy a mění se kyslíková transportní kapacita krve zajištěná a-vO_2 rozdílem. Maximální kyslíkový příjem je výsledkem maximálního minutového srdečního objemu a maximálního arteriovenózního kyslíkového rozdílu.

Minutový srdeční objem

U zdravých jedinců dochází při tělesném zatížení ke zvýšení minutového objemu až na 35 l/min, a to zvyšováním jak systolického objemu, tak zvyšováním tepové frekvence. Naproti tomu se u srdečně chorého někdy již v klidu můžeme setkat se snížením minutového srdečního objemu jako je tomu např. u mitrální a aortální stenózy nebo u myokarditidy. Rovněž i u vrozených srdečních vad s velkým levoprávním zkratem je efektivní minutový objem menší. Na rozdíl od zdravých jedinců u srdečně chorých dochází ke zvýšení nebo k udržení stejného nebo i menšího minutového srdečního objemu při tělesném zatížení, především zvýšením tepové frekvence.

Systolický srdeční objem

Systolický srdeční objem závisí na venózním návratu a disenzibilitě komor, na síle kontrakce a na systémovém i plicním tlaku. Venózní návrat se při tělesném zatížení značně zvyšuje jak u zdravých, tak i u srdečně chorých. U zdravého jedince se však nevětšuje současně střední tlak v pravé síni [ale také i v levé], a to proto, že komory zvýší rytmus i sílu kontrakcí, pravděpodobně vlivem sympatické inervace (10, 21). Při srdečních chorobách selhávající srdce s bazálně redukovanou myokardiální (kontrakční) silou nemůže dostatečně zvýšit minutový objem, aniž se zvýší tlak v pravé síni. Zdá se, jakoby se selhávající srdce vracelo k podobnému mechanismu jako je uváděn Starlingovým zákonem, totiž že větší počáteční délka svalových vláken myokardu přivodí mohutnější kontrakce. Zvýšený venózní návrat u srdečně chorých působí do jisté míry jako kompenzační mechanismus, který má však své omezení. Dochází k tomu, že velké diastolické plnění je kombinováno malým systolickým objemem a minutový srdeční objem je kompenzován vysokou tepovou frekvencí. Tento stav vede dříve nebo později ke kritickému vyrovnávání požadavku a dodávky energie krví pracujícímu myokardu. Vlivem neúměrné tepové frekvence může dojít k paradoxnímu snížení minutového srdečního objemu se sníženým průtokem v koronárních cévách, a to i v intaktních. Dostávají se stenokardie, hrozí arytmie, vznik nadměrné tachykardie, síňové tachyfibrace nebo srdeční zástava.

Systolický a tím i srdeční minutový objem je také nepříznivě ovlivňován vysokými hodnotami systémového i plicního tlaku, s nimiž se můžeme setkat u některých onemocnění již v klidu a které se při tělesném zatížení neúměrně zvyšují a značně ztěžují srdeční práci. Naproti tomu u zdravých systémový krevní tlak stoupá úměrně tělesnému zatížení.

Možno uzavřít, že všechny patologické odklony, rozličné podle charakteru onemocnění způsobují, že postižené srdce může reagovat na tělesné zatížení jen omezeně zvýšeným, popřípadě stejným nebo dokonce sníženým minutovým srdečním objemem, a to především na základě zvýšení tepové frekvence.

Rozdělení krve

Krevní distribuce při tělesném zatížení je dalším přízpůsobovacím mechanismem, který závisí na změnách periferní cirkulace. Periferní cirkulace se přispůsobuje energetickým požadavkům pracujícího kosterního svalstva. Rozdělení krve je řízeno jednak celkově, a to drážděním cévohybných mozkových center, jednak místně, především metabolity rozšiřujícími arterioly ve svalech kyslíčikem uhlíčitým, zvýšenou koncentrací vodíkových iontů, dále noradrenalinem, který zužuje arterioly kůže i ve splanchnické oblasti a adrenalinem, který rozšiřuje cévy ve svalu. Zlepšení periferní cirkulace a zvětšení průtoku pracujícími svaly, mimo činnost cévohybných nervů a mimo periferně působících dilatačních látek, se dosahuje navíc změnami nitrohruďních a nitrobřišních tlaků při dýchání. Tyto změny podporují svalovou venózní pumpu, působící při každé kontrakci a relaxaci pracujících svalů. Změny distribuce krevního srdečního objemu v klidu a při lehkém, mírném i maximálním zatížení uvádí tabulka (Tab. 3) Lange Andersena 1968 [22].

Z tabulky (Tab. 3) je patrné, že krev pracujícímu svalu je přiváděna ve zvýšeném množství ze splanchnické oblasti a kůže. V pracujícím svalu je to umožněno tím, že dojde k rozšíření kapilární sítě a k poklesu periferní resistance. Přečhodně vzniká snížený průtok ledvinami. Následná hyperémie ledvin se zvýšenou diurézou i po zatížení ukazuje na význam ledvin v úpravě popracovní acidobazické elektrolytové rovnováhy. Úprava acidobazických změn přispívá k rychlejšímu vyrovnávání kyslíkového dluhu, a to jeho částí vzniklé anaerobními procesy.

Složitý humorálně nervově podmíněný a řízený distribuční mechanismus rozděluje krev v organismu tak, že u zdravého jedince nikdy nenastává neúčelné nahromadění.

U srdečně chorého však může dojít k takovému stavu, že při určitém stupni tělesného zatížení (a při dekompenzaci i v klidu) nedovede a nestačí nemocné srdce přečerpávat krev z malého do velkého oběhu a naopak. Atavistická stresová reakce na tělesné zatížení se stane v takových podmínkách neúčelnou, nedostatečnou i chaotickou, což se projevuje nástupem závažných klinických symptomů, které nutí kardiaka samého přerušit tělesné zatížení.

Tab. 3
Rozdělení krevního srdečního objemu

Oběh	Klid (ml/min.; %)	lehké (ml/min.; %)	Zatížení střední (ml/min.; %)	maximální (ml/min.; %)
Splanchnický	1 400; 24	1 100; 12	300; 1	600; 3
Renální	1 100; 19	900; 10	250; 1	600; 3
Mozkový	750; 13	750; 8	750; 3	750; 4
Koronární	250; 4	350; 4	1 000; 4	750; 4
Kosterními svaly	1 200; 21	4 500; 47	22 000; 88	12 500; 71
Kožní	500; 9	1 500; 15	600; 2	1 900; 12
Ostatních orgánů	600; 10	400; 4	100; 1	400; 3
	5 800; 100	9 500; 100	17 500; 100	25 000; 100

Arterio-venózní kyslíkový rozdíl

Změny minutového srdečního objemu i změněná krevní distribuce nemohou samy o sobě zabezpečit požadavky pracujících svalů při tělesném zatížení. Tyto požadavky kompenzuje zvětšená $a-vO_2$ difference, působená zvýšenou tkáňovou extrakcí. Zvýšenou extrakcí kyslíku umožňuje nejen zvýšená místní cirkulace v pracujícím svalu (klidový průtok kosterním svalem 3 ml/min/100 g svalu se může zvýšit až na 100 ml/min/100 g svalu), ale také vznik kyselých metabolitů, které vedou k posunu diasociační křivky pro kyslík doprava, t. j. na kyselou stranu. Vlivem tohoto acidobazického mechanismu dochází nejen ke zvýšené ventilaci, ale také ke snadnějšímu uvolňování kyslíku z jeho vazby na hemoglobin.

U zdravého i srdečně chorého může tak dojít k velkému arteriovenóznímu rozdílu, který může dosáhnout při maximálním zatížení 14 a někdy až 16 vol % O_2 . Není tedy u kardiaka tento mechanismus omezen a mnohdy se stává hlavním.

ZÁTĚŽOVÉ TESTY

Stanovení pracovní výkonnosti vyžaduje jednoduchou snadno proveditelnou funkční zkoušku, která by u nemocného nevyvolávala žádné bolestivé nebo nepříjemné pocity, popřípadě jiné symptomy. Dalším požadavkem je, aby zátěžové testy vycházely z fyziologické a klinické báze a dávaly na základě výsledku, vyjádřeného jednoduchou formou, informaci o narůstání nebo zmenšování pracovní výkonnosti jedince. Zátěžové testy můžeme dělit z několika hledisek.

1. Podle toho, zda cirkulační, respirační, popřípadě metabolické parametry sledujeme po zatížení, jak je tomu u nejstarších, ale i u některých novějších testů, nebo při zatěžování, jak je tomu u všech testů užívaných v klinické praxi dnes.

Na uklidnění tepové frekvence po zatížení je založen Martinetův test 1916 [23] test dle Liana 1916 [24], test dle Johnsona a spolupracovníků 1942 [25], Brouhův test 1943 [26], dále testy dle Ruffiera 1951 [27], Messina 1965 [26], Degré a Denolina 1965 [28] i test dle Flandroise 1966 [17] a dle Monoda 1967 [29].

V jiných testech např. dle Martineta-Pachona 1916 [23], dle Schneidera 1922 [30], dle Mastera 1929 [31] i Letunova 1953 [32] sledují autoři po tělesném zatížení nejen snižování tepové frekvence, ale i snižování krevního tlaku.

2. Jiné dělení zátěžových testů je podle intenzity tělesného zatížení. Podle tohoto dělení rozeznáváme testy s maximálním nebo submaximálním zatížením.

Maximální zatížení je možné především u zdravých. Autory testů s maximálním zatížením jsou např.: Robinson 1938 [33], Flandrois 1961 [34], 1966 [17], Astrand P. O. 1952 [35].

Submaximální zatížení je vhodné u srdečně chorých a starých lidí. O testech se submaximálním zatížením podrobněji pojednáme dále.

Při dělení testů podle intenzity je vhodné uvést i pojem in framaximálního zatížení dle Brousteta 1964 [36] a Sadoula 1956 [37]. Tito autoři definují in framaximální zatížení jako maximální zatížení, které vyšetřovaný snáší po dobu 20 minut při rovnovážné ventilaci.

3. Rovněž trvání testů je rozličné. Krátkou dobu trvání mají již zmíněné staré testy, např. Lian 1916 [24] — kroky na místě po jednu minutu, z novějších testů Flandrois 1966 [17] — 30 dřepů za 45 vteřin. Delší dobu trvání mají všechny vícehladinové testy.
4. V průběhu vývoje pracovních testů užívali autoři rozličných druhů zatěžování, takže se nyní setkáváme s těmito druhy fyzického zatěžování:

změny poloh, chůze nebo klus na místě nebo dřepy,
vystupování nebo sestupování na schodkách,
chůze a běh na běhátku,
zatěžování na bicyklovém nebo rumpálovém ergometru.

Testy založené na změně polohy, na chůzi, klusu nebo dřepch s určením tepové frekvence i krevního tlaku po zatížení mají dnes jen cenu ne příliš přesné rychlé orientace a zmiňujeme se o nich z hlediska historického.

V současné době užíváme při pracovních testech schodků, běhátka nebo ergometru. Cvičební testy s vystupováním nebo sestupováním po schodkách našly široké uplatnění pro své nenáročné vybavení. Běhátku dávají přednost v USA, zatím co bicyklový ergometr je více rozšířen v Evropě. Při posuzování obou posledních druhů zatěžování dosavadní výsledky naznačují, že pro stanovení maximální výkonnosti zdravých jedinců je vhodnější běhátko. Shephard 1968 [38] potvrdil, že přímo určená maximální kyslíková spotřeba na běhátku je o 6,6 % vyšší než při maximálním zatížení na bicyklovém ergometru.

Na rozdíl od zdravých jedinců dochází však při pracovních testech u srdečně chorých a starých lidí toliko k submaximálnímu zatížení. V tomto smyslu není dosud jednoznačného zdůvodnění, které by při zatěžování kardiaků dávalo přednost testům na běhátku nebo bicyklovém ergometru, zatím co u špatně chodících je vhodný toliko rumpálový ergometr. Na základě údajů kardiaků při zatěžování na bicyklovém ergometru doporučuje Schmidt 1968 [39] jako nejvhodnější počet otáček 40—50/min, Messin 1968 [40] doporučuje počet otáček 60/min. Striktní standardizace však není možná. Musíme totiž brát v úvahu, že únava nohou je pravděpodobnější při nižších otáčkách, rovněž jako skutečnost, že někteří jedinci nedovedou udržet nízký rytmus otáček při podprahovém zatížení. Nové ergometry však tento nedostatek automaticky vyrovnávají.

Intenzita, trvání testu, druh zatížení a obzvláště jeho způsob jsou důležité faktory, podle nichž třídíme testy na několik typů. (Tab. 4.)

Typy zatěžových testů

I. Testy s konstantní hladinou zatížení (rektangulární) (Tab. 4 a, b, c).

— jednohladinové a)

— vícehladinové se stoupajícím zatížením na každé hladině

přerušované b)

nepřerušované c)

II. Testy s kontinuální nebo téměř kontinuální hladinou zatížení, (Tab. 4 d), e)

— triangulární d)

— trapezoidální e)

III. Testy intermediálního typu, (Tab. 4 e).

Jak je z uvedeného rozdělení testu patrné, není v jejich označování jednotnost. Někteří autoři Cherchi 1968 (41), Bonjer 1968 (42) Arstila (5), Messin 1968 (40) užívají názvu rektangulární, triangulární, trapezoidální. Avšak terminologie navrhaná komitétem WHO 1968 (43) a uváděná Andersenem a spol. 1971 (4) označuje rektangulární testy jako testy s konstantní hladinou zatížení a triangulární jako s kontinuální nebo téměř kontinuální stoupající hladinou zatížení. Do těchto testů je zahrnut i typ intermediální. V této práci užíváme terminologie WHO.

Na základě uvedeného rozdělení pracovních testů si nyní všimneme nejpodstatnějších rysů nejčastěji užívaných testů v kardiologii.

(Tab. 4 a, b, c).

I. Testy s konstantní hladinou zatížení —

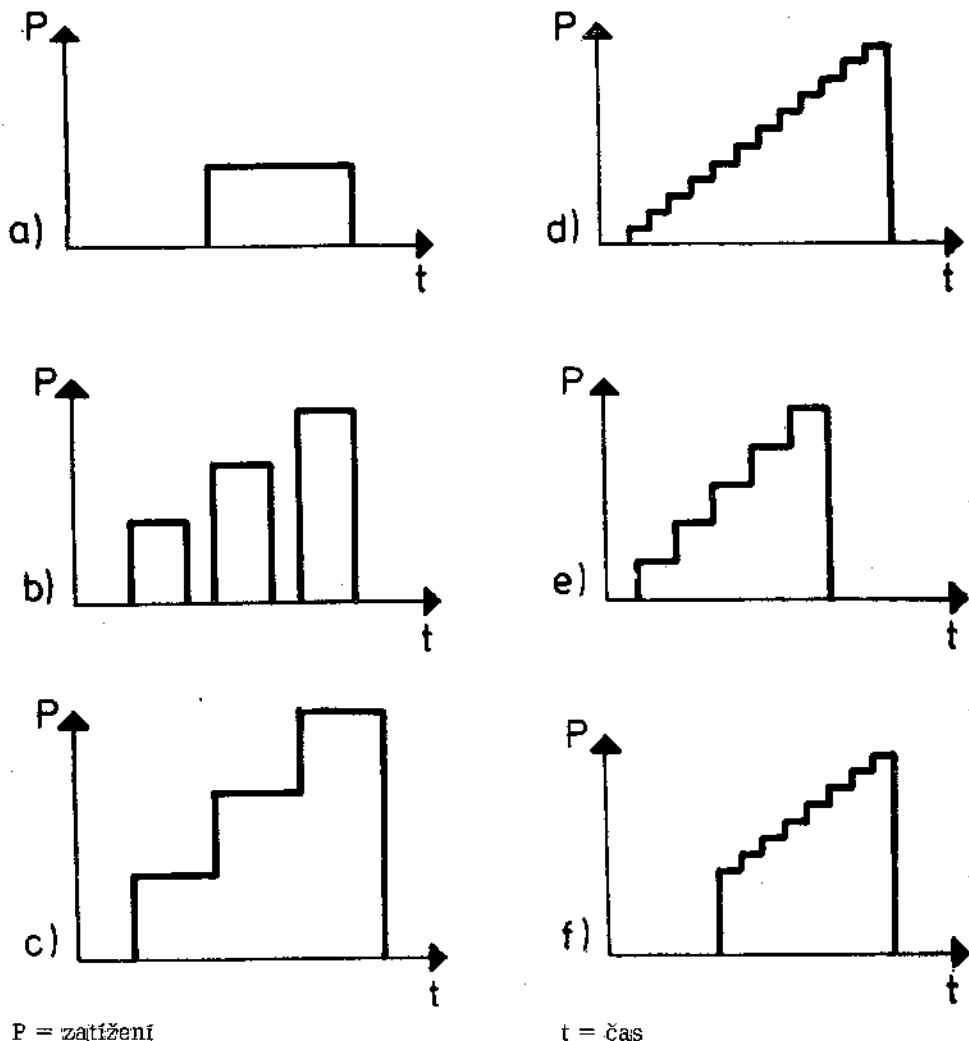
1. Do skupiny jednohladinových testů s konstantní hladinou zatížení (Tab. 4a) patří většina nejstarších testů. V dnešní době užíváme jednohladinových testů, při nichž jedinec vykonává konstantní tělesné zatížení obvykle 3—6 minut. Užíváme jich pro jejich jednoduchost a rychlost, zejména v epidemiologických studiích. Z jednohladinových testů jsou nejznámější step testy, při nichž jedinec provádí vystupování a sestupování na schůdkách. Tyto testy mají rozličné obměny a vyvinuly se z Masterova testu, kterého užil Master již v roce 1925 (44). V roce 1929 Master a Oppenheimer (31) doplnili test tabulkami, které na základě pohlaví, věku a váhy určují počet výstupů, a to v jedné a půl minutě, dvojitý step test dle Mastera trvá pak tři minuty. Avšak podle uvedených tabulek počet kroků neodpovídá fyziologickému ekvivalentnímu zatížení jedinců s rozličnými váhami. Důkaz o tom na základě stanovených hodnot kyslíkové spotřeby podali v r. 1965 Rowell a spolupracovníci (45), kteří při používání Masterových tabulek zjistili rozptyl 8, 9. V naší práci 1959 (46) jsme proto rovněž neužili Masterových tabulek při step testu, který jsme prováděli při zatěžování nemocných s mítrální stenózou.

V kardiologii byly step testy užívány hlavně k odhalení ischemické srdeční choroby. Ford a Hellerstein 1957 (47) však zjistili, že step test znamená tělesné zatížení vyžadující asi jen 45 % průměrné maximální kyslíkové kapacity zdravého muže. Je možné tak vysvětlit, že step test na jedné straně neodhaluje lehké případy anginy pectoris, na druhé straně je příliš obtížný pro nemocné se závažnou koronární nemocí.

Step testu užili také Blacburn a spol. 1966 (48), a to v dlouhodobém desetiletém výzkumu v epidemiologické studii v sedmi státech. Byl to step test s vystupováním a sestupováním po schodech 30 cm vysokých s 20 výstupy min po tři minuty.

Jiný je Brouhův harvardský step test, který je založen na 30 výstupech/min po dobu 5 minut, přičemž výška schodu je 50,8 cm. Je to test maximální, vhodný pro mladé muže.

Tab. 4



Výšku schodů měnili i jiní autoři. Tak Hettinger a Rohdal 1960 [49] upravovali výšku schodů individuálně, a to vzhledem k délce dolních končetin, Lingen a spol. 1965 [50] vycházeli z váhy jedince.

Nejnámější jednohladinový test s užitím ergometru je test Irmy a P. Astranda, při kterém podstupuje jedinec zatížení, při němž stoupne tepová frekvence na 125 – 170 úderů za minutu. Ergometrický výsledek submaximálního zatížení slouží pak k určení maximální kyslíkové spotřeby podle nomogramu Astrand and Ryhming 1954 [51].

Jednohladinové testy s užitím bicyklového nebo rumpálového ergometru a s dávkováním zatížení 1 W nebo 6,1 kpm/min na jeden kg váhy po tři minuty uvádí Mellerowitz 1962 [52], který zavedl dávkování 1W/kg/min.

Uvedli jsme příklady nejznámějších a nejrozšířenějších jednohladinových testů. Jejich společným nedostatkem je, že je velmi nesnadné určit pro daného jedince vhodné tělesné zatížení, které by bylo dostatečné a ne vyčerpávající. Uvážíme-li velkou funkční šíři zdravých a zejména pak srdečně chorých jedinců, můžeme již teoreticky usuzovat, že takový jednohladinový test nemůže existovat, a že tentýž jednohladinový test bude vždy pro některé jedince podprahový, pro jiné nadměrný, u zdravých může pak popřípadě vyhovovat sotva jedné věkové skupině.

Zlepšení mělo přinést opakování zátěžového testu s vyšším zatížením druhého dne, jestliže zatížení prvního dne bylo příliš malé. K tomuto způsobu provádění jednohladinového testu přistoupili Taylor, Burskik a Henschel 1955 [53] při zatěžování na běhátku s cílem určit maximální kyslíkovou spotřebu. K opakování testu mohlo se přistoupit jakmile si probant dostatečně odpočal.

Pro skupinu vícehladinových testů s konstantní hladinou zatížení (Tab. 4 b, c) je charakteristické postupné zvyšování základní hladiny zatížení udávané ve wattech nebo kpm. Zatížení je zvyšováno dvakrát, třikrát atd. Vícehladinové testy se provádějí na běhátku, na bicyklovém nebo ručním ergometru a jsou široce užívány. Jejich autory byli Skandinávci Sjöstrand 1947 [54] a Wahlund 1948 [55]. Tito autoři vícehladinového testu s 6 minut trvajících hladinami zatížení určili výchozí hladinu 300 kpm pro muže a 150 kpm pro ženy. Na konci každé hladiny zatížení je měřena tepová frekvence. V příslušných časových úsecích získáváme tak dva nebo tři body, pomocí kterých zjišťujeme extrapolací nebo intrapolací velikost zatížení v kpm, které by jedinec dosáhl při TF 170/min, starší muž nebo žena při TF 150/min, kardiak při TF 130/min. Patří sem všechny testy PWC (CT, V)₁₅₀ nebo V₁₅₀.

Jiné vícehladinové testy udávají zatížení ve wattech. Základní zatížení je 50 W pro zdravé jedince, 25 W pro děti a nemocné, další hladiny zatížení jsou dvoj, troj i vícenásobkem základního zatížení vždy po šesti minutách na každé hladině. Mezi četnými autory, kteří užíli tohoto zatížení, byl i Reindel 1967 [56], jenž zavedl pojem relativního stady state, setrvalého stavu neboli ergostázy a vyzvedl tak kladnou stránku tohoto testu. Ukázalo se však, že zdraví jedinci mohou dosáhnout hladiny ergostázy jen při nižších zatíženích, kardiaci s nízkou výkonností dosahují stady state velmi těžko nebo vůbec ne.

Nevýhodou uvedených testů je, že jsou dlouhodobé, trvají někdy až 24 minut. Může pak dojít k tomu, že známky celkové nebo místní únavy, nejčastěji bolesti dolních končetin při pedalizování nastupují dříve, než je možno posuzovat platný vztah mezi zatížením a kardiiovaskulární odezvou. Proto autoři Borg, Dahlstön 1962 [57] doporučují zkrácení testu na čtyři hladiny po čtyřech minutách.

II. Testy s kontinuální nebo téměř kontinuální hladinou zatížení

(Tab. 4 d, e).

Nejtypičtější testy s kontinuální nebo téměř kontinuální hladinou zatížení jsou ty, při nichž tělesné zatížení stoupá po minutě. Pozoruhodné však je, jak zjistili Cherchi a spol. 1966 [58], že se výsledky velmi málo lišily, když užíli stupňovaného zatížení 10 W každou minutu nebo 20 W každé dvě minuty nebo 30 W každé tři minuty. K obdobným výsledkům dospěl i Bonjer 1968 [42].

Předností testů s kontinuální nebo téměř kontinuální hladinou zatížení je kratší doba trvání a možnost dosažení maxima. Můžeme jich také užívat u osob, jejichž fyzická zdatnost je rozdílná. Toto jsme si ověřili sami při užití testu se stupňovanou zátěží každé dvě minuty o 100 kpm/min. s výchozím zatížením 150 kpm/min. Tento test jsme prováděli u kardiaků různých diagnóz i rozličné tělesné adaptace, Pochopová 1969 [59] 1971 [2].

Tab. 5
Přehled souborů

SRDEČNÍ VADY	ŽENY		MUŽI		CELKEM	
	n	VĚK + ROZMEZÍ	n	VĚK + ROZMEZÍ	n	VĚK + ROZMEZÍ
REVMATICKÉ S.R.	54	35,7 /19 - 52/	9	31,7 /19 - 54/	63	35,4 /19 - 54/
REVMATICKÉ F.A.	18	38,3 /24 - 51/	6	37,0 /19 - 54/	24	37,8 /19 - 54/
VROZENÉ S.R.	14	23,0 /17 - 46/	4	29,3 /19 - 43/	18	24,1 /17 - 46/

Tab. 6
Podrobnější přehled souborů

SRDEČNÍ VADY		ŽENY		MUŽI		CELKEM		
		n		n		n		
REVMATICKÉ	S.R.	ST. + REST. MI	39	38,4 /23 - 52/	3	33,3 /29 - 36/	42	38,1 /23 - 52/
		KOMB. MI	6	38,1 /19 - 50/	/	/	6	38,1 /19 - 50/
		A0	5	33,6 /24 - 47/	4	39,7 /28 - 54/	9	36,3 /24 - 54/
		A0 + MI	4	32,5 /26 - 45/	2	22,0 /19 - 25/	6	29 /19 - 45/
	F.A.	ST. + REST. MI	13	44,2 /35 - 51/	4	48,5 /44 - 54/	17	45,2 /35 - 54/
		KOMB. MI	5	32,4 /24 - 46/	2	25,5 /19 - 32/	7	30,4 /19 - 46/
VROZENÉ	S.R.	L - P ZKRAT	12	24,9 /17 - 46/	4	29,3 /19 - 43/	16	27,1 /17 - 46/
		L - P ZKRAT + ST. AP	2	21 /21 - 21/	/	/	2	21 /21 - 21/

III. Testy intermediálního typu

(Tab. 4 f).

Zatížení u tohoto testu je zvyšováno v třímínutových intervalech, je užíváno bicyklového ergometru nebo běhátka. Nejznámější test tohoto typu zavedl Bruce 1963 [60] a Doan a spol. 1965 [61]. Je to maximální vícehladinový test, při kterém se zatížení na běhátku zvyšuje každé tři minuty. Zdravý člověk může projít sedmi hladinami zatěžování.

Naughton a Lategola 1970 [62] užívají rovněž testu na běhátku se stupňovaným zatížením každé tři minuty, při němž každá nová hladina je násobkem bazálního metabolismu, a to dvakrát, třikrát až sedemkrát.

Z uvedeného vyplývá, že každý z uváděných typů testů má své výhody i nevýhody. Můžeme předpokládat, že příští léta výzkumu i praxe přinesou přesnější podklady pro standardizaci tělesného zatěžování při testingu zdravých i srdečně chorých

CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO SOUBORU SRDEČNĚ NEMOCNÝCH

Studovaný soubor zahrnuje 105 srdečně chorých (Tab. 5). 63 nemocných se sinusovým rytmem trpělo revmatickou chlopňovou vadou s postižením mitrálního, aortálního nebo aortálního i mitrálního srdečního ústí. 24 nemocných s mihotem síní mělo revmatickou srdeční vadu s postižením mitrálního ústí. Tuto skupinu nemocných s revmatickou srdeční chorobou doplňuje 18 nemocných s vrozenou srdeční vadou. Tabulka uvádí také počty mužů i žen, jejich průměrný věk a věkové rozmezí dle skupin onemocnění.

Blíže charakteristiku srdečních vad s označením postiženého srdečního ústí revmatickým procesem a s uvedením druhu srdeční vady i počty nemocných s jejich věkovým průměrem uvádí tabulka (Tab. 6.)

V rámci předoperačního kardiologického zákroku jsme všechny nemocné kompletně vyšetřili klinicky i biochemicky, včetně dvanáctisvodového EKG. Rentgenologická vyšetření srdce i plic i tomografická vyšetření oblasti srdečních chlopní byla hodnocena v rámci klinické praxe. Podle charakteru onemocnění podstoupili srdečně choří příslušná hemodynamická vyšetření, tj. pravostrannou, levostrannou nebo transeptální srdeční katetrizaci, jindy podstoupili aortografické a ventrikulografické vyšetření, popřípadě byla provedena vodíková diluce. Tím jsme získali informace o intrakardiálních tlacích poměrech a byly upřesněny malformace postižených chlopní. Rentgenologická a hemodynamická vyšetření jsme prováděli ve spolupráci s radiologickou klinikou UJEP.

Všichni nemocní podstoupili ergometrické vyšetření zaměřené ke stanovení pracovní výkonnosti.

METODIKA ERGOMETRICKÉHO VYŠETŘOVÁNÍ

Způsob zatěžování

Zatěžování jsme prováděli na bicyklovém ergometru Elema. Užili jsme více-stupňového zatížení 25 W, 50 W, 75 W, 100 W a vyjimečně i více, které jsme zvyšovali vždy po pěti minutách. Ergometrické vyšetření jsme prováděli v dopoledních hodinách, a to nejméně po dvaceti minutách klidu na pohodlném vyšetřovacím lehátku (5).

Průběžná sledování

Zátěžové EKG jsme pořizovali přístrojem Mingograf 34 Schönander nebo telemetricky Tellestem II. Užili jsme modifikovaných končetinových svodů s umístěním elektrod na hrudníku, a to: elektrodu pro pravou horní končetinu jsme umísťovali těsně pod pravým klíčkem ve střední čáře MDCL, elektrodu pro levou horní končetinu jsme umísťovali pod levým klíčkem, elektrodu pro pravou horní končetinu jsme umísťovali v místě pravého žeberního oblouku opět v čáře MDCL a konečně elektrodu pro levou dolní končetinu jsme umísťovali obdobně při levém žeberním oblouku.

Při telemetrickém záznamu Tellestem II jsme registrovali svod s nejlépe patrnými výkyvy nebo s nejlépe patrnými patologickými změnami. Při zápisu EKG pomocí mingografu jsme registrovali 3 svody, avšak pro hodno-

čení zátěžového EKG jsme volili svod s nejlépe patrnými výkyvy a patologickými změnami. U malého počtu nemocných, a to u aortálních vad, jsme zapisovali všech 12 svodů. EKG jsme zaznamenávali před zatěžováním vleže, vstojí, při posazení na bicyklový ergometr, v průběhu zatěžování 20 vteřin před koncem každé minuty, dále 20 vteřin na začátku i před koncem první minuty restituice a v páté, sedmé a desáté minutě restituice. Při záznamu EKG jsme užíli tři rychlosti posunu registračního EKG papíru. Nejčastěji jsme registrovali EKG při rychlosti 25 mm/vt. V případě nepříznivých zátěžových změn repolarizačního úseku jsme krátkodobě zaznamenávali EKG při posunu 50 mm/vt. Posunu registračního papíru 5 mm/vt jsme užíli k získání kontinuálního záznamu u nemocných s fibrilací síní a při poruchách rytmu, zejména k přesnému určení počtu extrasystol za minutu.

Systémový krevní tlak jsme měřili informativně metodou dle Korotkova bez záměru podrobnějšího zpracování.

Subjektivní potíže a jejich případné klinické symptomy jsme pozorně sledovali a zaznamenávali. Při hodnocení jejich závažnosti jsme vycházeli ze znalosti hemodynamiky a kliniky daného onemocnění v klidu. Na základě těchto znalostí můžeme totiž předem usuzovat na vystupňování předpokládaných subjektivních potíží i klinické symptomatologie v průběhu zátěžového testu. Přestože subjektivní potíže u rozličných srdečních onemocnění mají různý původ a vzájemně se prolínají, pokusili jsme se o jejich roztřídění, jak ukazuje tabulka (Tab. 7), o kterou jsme se opírali při posuzování subjektivních potíží a jejich klinických známek. Tabulka (Tab. 7) shrnuje typické subjektivní potíže a klinické známky, které se objevují a které očekáváme při zátěžovém testu předem diagnostikovaného onemocnění nejdříve a nejvýrazněji, a které mají původ v patofyziologicky změněné hemodynamice na úrovni plicní, srdeční i periferní.

Kritéria pro přerušeni tělesného zatížení (2.9.63.64)

Tepová frekvence:

85 % TF max. dle věku (3 a 65) u nemocných se sinusovým rytmem, 170/min imr u nemocných s míhotem síní. Tato hodnota je v dalším zpracování uvažována jako 100 %.

Nepříznivé změny zátěžového EKG:

komorové extrasystoly více než 8 za min, arytmie, změny repolarizace S-T úseku,

Systémový tlak:

hraniční hodnota 220/120 torr

Zřetelný nástup subjektivních potíží především dušnosti, stenokardií, únavnosti. (8)

Charakteristika tolerovaného a limitovaného zatížení

Tolerované zatížení

Tolerovaným zatížením (V toler) označujeme stupeň zatížení ve wattch, při němž tepová frekvence u nemocných se sinusovým rytmem je menší nebo dosahuje 85 % TF max. dle věku. U nemocných s míhotem síní je menší než 170/min. Subjektivní potíže dušnost, únavnost jsou mírné nebo mají nastupující charakter a zůstávají bez zřetelnější symptomatologie. Stenokardie nebývají přítomny.

Limitované zatížení

Limitovaným zatížením (V limit) označujeme stupeň zatížení, při němž do-

Nejzávažnější subjektivní potíže a klinické známky u srdečně chorých vyplývající z patofyziologických změn na úrovni plicní, srdeční a periferní

Tab. 7

Patofyziologické změny	Příklad	Subjektivní potíže a klinické známky
NA ÚROVNI PLICNÍ		
kapilárně venózní městnání	st. Mi	dušnost, zastření hlasu, pokašlávání, dráždivý kašel, hemoptýza, plicní edém
snížený plicní průtok	st. AP	dušnost, cyanóza, zvýšená náplň krčních žil, tlak v jaterní krajině
zvýšený plicní průtok	velký L-P zkrat	dušnost, případně centrální cyanóza při obrácení zkratu
NA ÚROVNI SRDEČNÍ		
snížený systémový průtok	st. AO	celkové: únavnost, tíha DK, slabost, závratě až synkopa, bledost, bolest hlavy, malá tlaková amplituda, dušnost srdeční: stenokardie, palpitace
Zvýšený syst. průtok snížený průtok koronárním řečištěm	NCA ICHS	palpitace, zvětšená tlaková amplituda stenokardie — koronární syndrom
zúžení a uzávěr koronárních cév		
relativně snížený a zpomalený průtok koron. řečištěm myokardiální faktor	vady s hyper. levé kom.	sekundární stenokardie — sekundární koron. syndrom
	chron. myokarditida	rychlé bušení srdce, únavnost, pocit nepravidelného rytmu, známky sníženého systémového průtoku
NA ÚROVNI PERIFERNÍ		
dysregulace periferních oběhových mechanismů	NCA	celkové: únavnost, pocení, slabost, bolest hlavy kardiopulmonální: bolest u srdečního hrotu, různé senzace v srdeční krajině, bušení, pocit přeskokování tepu, respirační arytmie, vzlykavé nadechování, pocit nedostatku vzduchu
sekundární metabolické změny na základě inadekvátního průtoku na periférii disproporcionální zvýšení hladiny kyseliny mléčné neúměrné zvýšení arterio-venózního O ₂ rozdílu	vady se sníženým systémovým průtokem	lokální svalová bolest periferní cyanóza, lividní rty

šlo k uplatnění jednoho nebo více kritérií pro přerušení zatížení. Poněvadž limitované zatížení nemá u srdečně chorých přestoupit v nežádoucí maximální zatížení, bylo přerušováno v jednotlivých minutách, zatím co tolerované výkonnosti 75 W (V toler 75 W), které je v uvedené příkladě třetím

Tab. 8
Příklad V toler a V limit

$V_{SUB\ MAX}$	$V_{SUB\ MAX}$	V_{TOLER}	V_{LIMIT}	V_{MAX}
25 W	50 W	75 W	100 W	125 W
0 min.	5	10	15	20
				25 m

Tabulka (Tab. 8) uvádí příklad tolerovaného zatížení 75 W neboli tolerované výkonnosti 75 W (V_{toler} 75 W), které je v uvedeném příkladě třetím stupněm submaximálního zatížení. Tabulka také uvádí limitované zatížení 100 W neboli limitovanou výkonnost 100 W (V_{limit} 5'100 W). Bylo-li zatížení přerušeno dříve, je pak uvedena minuta, ve které bylo přerušeno, např.: V_{limit} 3'100 W

Statistické zpracování

Statistická významnost rozdílů byla testována Studentovým t-testem.

Distribuční funkce byly získány ze změřených hodnot tepové frekvence aproximací metodou nejmenších čtverců dle funkce

$$y = 1 - \frac{1}{1 - \text{Exp}[A(x - B)]}$$

VÝSLEDKY

I. Tolerovaná i limitovaná výkonnost u nemocných sledovaného souboru

Tolerovaná i limitovaná výkonnost, kterou jsme stanovili na základě kritérií uvedených v metodice u nemocných tří diagnostických skupin, byla rozličná.

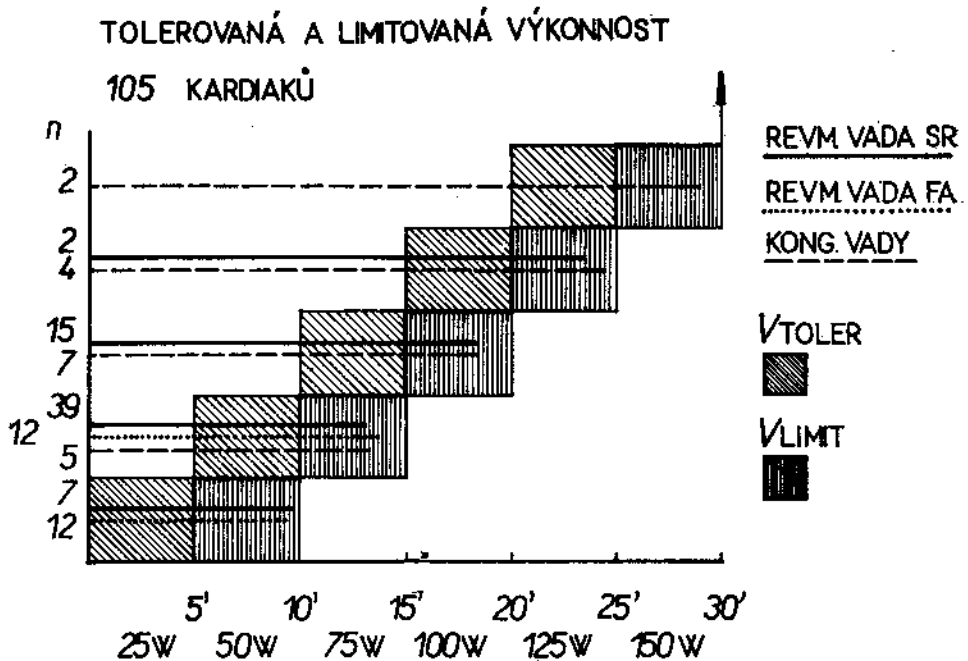
Tab. 9
V toler a V limit 105 kardiaků

SRDEČNÍ VADY	n	V_{TOLER}					V_{LIMIT}				
		25 W	50 W	75 W	100 W	125 W	50 W	75 W	100 W	125 W	150 W
		5'	5'	5'	5'	5'	1'-5'	1'-5'	1'-5'	1'-5'	1'-5'
REVMATICKÉ S.R.	63	7	39	15	2	0	7 _{4,6'}	39 _{3,1'}	15 _{3,4'}	2 _{3,5'}	0
REVMATICKÉ F.A.	24	12	12	0	0	0	12 _{4,4'}	12 _{3,8'}	0	0	0
KONGENITÁLNÍ S.R.	18	0	5	7	4	2	0	5 _{3,3'}	7 _{3,4'}	4 _{3'}	2 _{4'}

Tabulka (Tab. 9) uvádí jednotlivé diagnostické skupiny s příslušným počtem nemocných, kteří dosáhli tolerované výkonnosti na stupni 25 W až 125 W a kteří dosáhli limitované výkonnosti 50 W a 150 W. Poněvadž limitované zatížení ukončovali nemocní v první až páté minutě, je na příslušném stupni zatížení uvedena průměrná doba zatěžování.

Znázornění uvedených výsledků přináší graf (graf 1), který ukazuje více-
stupňové zatížení zvyšované vždy po 25 W u nemocných tří diagnostických

Graf 1



skupin, jak uvádí legenda. Tolerovaná výkonnost je vyznačena šikmým šrafováním, limitovaná svislým. Z celkového pohledu na graf je patrné, že nejpočetnější skupina 56 nemocných s tolerovanou výkonností 50 W a limitovanou výkonností 75 W zahrnuje všechny tři diagnostické skupiny. Dále je patrný výrazný rozdíl ve výkonnosti nemocných s revmatickou mitrální vadou s míhodem síní (V toler 25 W až 50 W) a nemocných s levoprávním zkratem (V toler 50 W — 125 W), což odpovídá patofyziologii onemocnění. Tuto skutečnost ještě názorněji vyjadřuje graf (graf 2), který uvádí individuální výsledky získané na základě propočtů celkové práce vyjádřené ve W. min při tolerovaném i limitovaném zatížení nemocných tří diagnostických skupin. Na svislé ose jsou vyznačeny W. min, na vodorovné tři základní diagnostické skupiny. Rozličná výška i šířka sloupců proporcionálně vyjadřuje počty nemocných, kteří v jednotlivých diagnostických skupinách vykonali stejnou práci ve W. min při limitovaném zatížení. Počty nemocných jsou také uvedeny nad příslušnými sloupci. Přerušované vodorovné čáry uvnitř sloupců vyjadřují hladinu vykonané práce při tolerovaném zatížení.

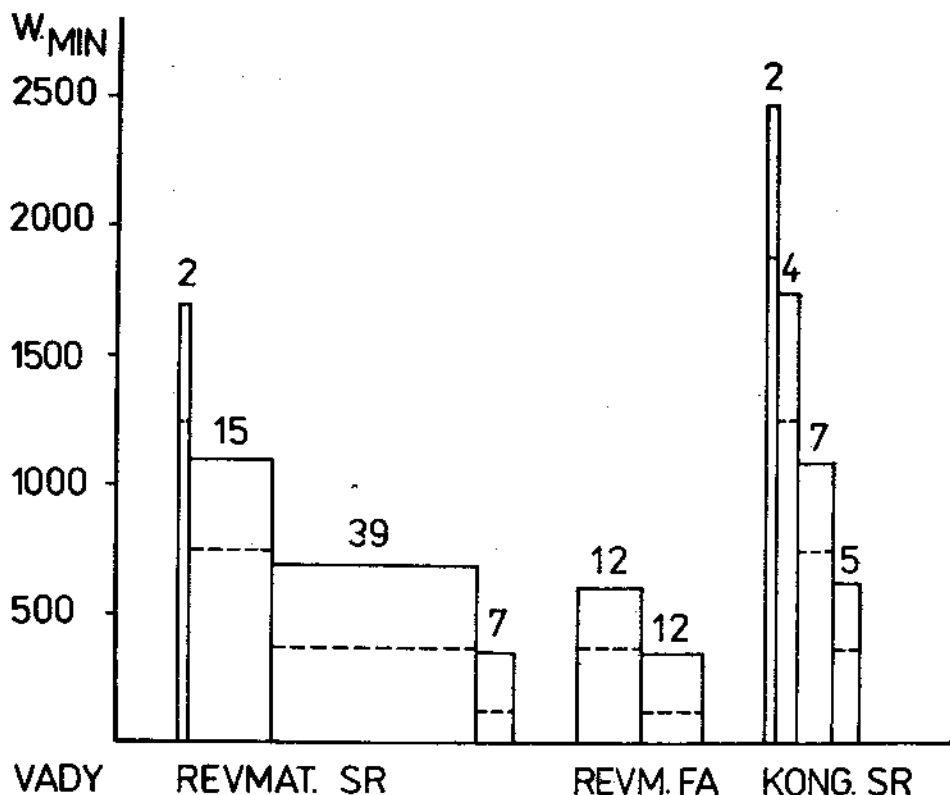
Závěrem k těmto výsledkům:

Skutečnost, že se na jednom stupni zatížení (graf 1) setkávají nemocní rozličných diagnostických skupin, vede ke dvěma poznatkům:

1. U vrozených i revmatických srdečních vad nelze toliko ergometrickým vyšetřením určit, popřípadě odhalit (na rozdíl od ischemické srdeční nemoci) diagnózu těchto vad. (8)
2. Toto zjištění však opodstatňuje určovat stupeň tělesného zatížení v léčebné i pracovní rehabilitaci nikoliv jen podle diagnózy, ale především podle pracovní výkonnosti (3).

Graf 2

Celková vykonaná práce ve W min při tolerovaném a limitovaném zatížení u 105 kardiaků



II. Uplatnění jednotlivých kritérií při zátěžových testech

Kritéria pro přerušení tělesného zatížení, tj. zřetelný nástup subjektivních potíží, dosažení TF 170/min u nemocných s míhotem síní a 85 % TF max u nemocných se sinusovým rytmem i nepříznivé změny na EKG se ve většině případů uplatňovala vzájemně. Tabulka (Tab. 10) ukazuje, že subjektivní potíže se uplatňovali v nejvyšším procentu. Uvedeného kritéria TF bylo dosaženo při limitovaném zatížení v nižším procentu, nejméně často se uplatňovalo zátěžové EKG.

Samostatné uplatnění jednotlivých kritérií i jejich kombinací ukazuje pak tabulka (Tab. 11). Na základě obou těchto tabulek si všimneme jednotlivých kritérií podrobněji.

Subjektivní potíže

Subjektivní potíže jak patrně z tabulek (Tab. 10, Tab. 11) byly dominantním kritériem při přerušení tělesného zatížení, a tím pro stanovení limitované výkonnosti. Je to jediné kritérium, které se ve značném procentu uplatňovalo u nemocných všech diagnóz, jak samostatně, tak společně s kritériem tepové frekvence a zátěžovým EKG.

Subjektivní potíže měly rozličný charakter. I když nemocní udávali často polyvalentní subjektivní potíže, přece některou z těchto potíží sami označili jako převažující. Byla to dušnost, zřetelně objektivizovaná pohledem na

Tab. 10

Uplatnění jednotlivých kritérií při limitovaném zatížení

RYTMUS	SRDEČNÍ VADA	SUB.POTÍŽE	TF 170/min	ZÁTĚŽOVÉ EKG	n
FA	ST + REST. MI	88% ₁₅	53% ₉	12% ₂	17
	KOMB. MI	100% ₇	43% ₃	29% ₂	7

RYTMUS	SRDEČNÍ VADA	SUB.POTÍŽE	85%TF _{max}	ZÁTĚŽOVÉ EKG	n
SR	ST. + REST. MI	100% ₄₂	64% ₂₇	5% ₂	42
	KOMB. MI	100% ₆	67% ₄	0%	6
	A O	100% ₉	33% ₃	33% ₃	9
	A O + MI	100% ₆	0	50% ₃	6
	L - P ZKRAT	50% ₈	50% ₈	6% ₁	16
	L - P ZKRAT + ST.AP	100% ₂	0	0	2

Tab. 11

Uplatnění jednotlivých kritérií i jejich kombinací při limitovaném zatížení

RYTMUS	SRDEČNÍ VADA	JEN SUB. POTÍŽE	TF 170/min		ZÁTĚŽOVÉ EKG			n
			JEN TF	+SUB. POTÍŽE	JEN EKG	+SUB. POTÍŽE	+SUB. POTÍŽE+TF	
FA	ST. + REST. MI	47% ₈	12% ₂	29% ₅	0	0	12% ₂	17
	KOMB. MI	43% ₃	0	29% ₂	0	14% ₁	14% ₁	7

RYTMUS	SRDEČNÍ VADA	JEN SUB. POTÍŽE	85%TF _{max}		ZÁTĚŽOVÉ EKG			n
			JEN TF	+SUB. POTÍŽE	JEN EKG	+SUB. POTÍŽE	+SUB. POTÍŽE+TF	
SR	ST.+REST. MI	33% ₁₄	0	62% ₂₈	0	2.5% ₁	2.5% ₁	42
	KOMB. MI	33% ₂	0	67% ₄	0	0	0	6
	A O	45% ₄	0	22% ₂		22% ₂	11% ₁	9
	A O + MI	50% ₃	0	0	0	50% ₃	0	6
	L-P ZKRAT	50%	0	44% ₇	0	0	6% ₁	16
	L P ZKAT+ST.AP	100% ₂	0	0	0	0	0	2

nemocného. Udávané stenokardie se však vždy neprojeví v zátěžovém EKG. Únavnost byla někdy spojená s potíženími typu NCA, jindy se zřetelným pocením, s pocitem slabosti až závratí. Konečně to byly palpitace často spojené s přestoupením kritéria tepové frekvence nebo spojené s nepravidelným rytmem, obojí objektivizované pomocí EKG. Rozložení subjektivních potíží převažujících u jednotlivých onemocnění přináší tabulka (Tab. 12).

Převažující subjektivní potíže u chlopňových srdečních vad při limitovaném zatížení

Tab. 12

RYTMUS	SRDEČNÍ VADA	DUŠNOST	STENOKARDIE	ÚNAVNOST	PALPITACE	n
SR	ST. MI + RES. MI	98% ₄			2%	42
	KOMB. MI	67% ₄		33% ₃		8
	AO	56% ₅	22% ₂	22% ₂		5
	AO-MI VADA	83% ₅	17% ₁			5
FA	ST. MI + RES. MI	41% ₇		47% ₈	12% ₁₁	17
	KOMB. MI	43% ₃		14% ₁	43% ₃	7

Z tabulky je patrné, že u srdečních vad, kde jsme se setkali s postižením mitrálního ústí, se ve značném procentu uplatňovala dušnost jakožto projev patofyziologických změn, především na úrovni plicní, a to v nejvyšším procentu u alveolárně kapilárního bloku vyvolaného mitrální stenózou popřípadě restenózou. U kombinované mitrální vady se ve 33 % uplatňovala výrazná únavnost, stejně tak ve 22 % u aortální vady jako projev snížené myokardiální adaptace se současnou nepříznivou metabolickou odezvou na periferní hladině. U srdečních vad se spoluúčastí aortální vady se stenokardie vyvolané relativně sníženým a zpomaleným průtokem koronárním řečištěm vyskytly ve 22 % u aortální vady a v 17 % u aortomitrální vady.

U nemocných s mihotem síní, a to u mitrálních stenóz a restenóz se mimo dušnosti uplatňovala i závažná únavnost ve 47 %, ukazující na spoluúčast myokardiální složky s nepříznivou odezvou na periferní úrovni. U kombinovaných mitrálních vad vysoké procento palpitací při tachyarytmii (43 %) rovněž ukazuje na větší spoluúčast myokardiálního faktoru, než je tomu u nemocných se sinusovým rytmem.

Při posuzování závažnosti subjektivních potíží v průběhu zátěžového testu u revmatických srdečních vad můžeme teprve po pečlivém rozboru subjektivních potíží a po jejich porovnání s klinickým obrazem usuzovat, do jaké míry se na snížené výkonnosti nemocného podílí vlastní srdeční onemocnění a do jaké míry se uplatňuje dysfunkce periferních oběhových mechanismů. Bez tohoto rozboru nelze toliko stanovením výkonnosti nemocného rozlišit mezi stupněm závažnosti srdečního onemocnění a stupněm jeho adaptace na tělesné zatížení.

Lze tedy uzavřít, že pro vysvětlení snížené výkonnosti u nemocných s revmatickou srdeční vadou, kterou jsme stanovili zátěžovým testem, není dosud lepšího vodítka než dobře hemodynamicky zdůvodněný klinický úsudek zahrnující rozbor subjektivních potíží i klinických známek při provádění zátěžového testu.

Tepová frekvence

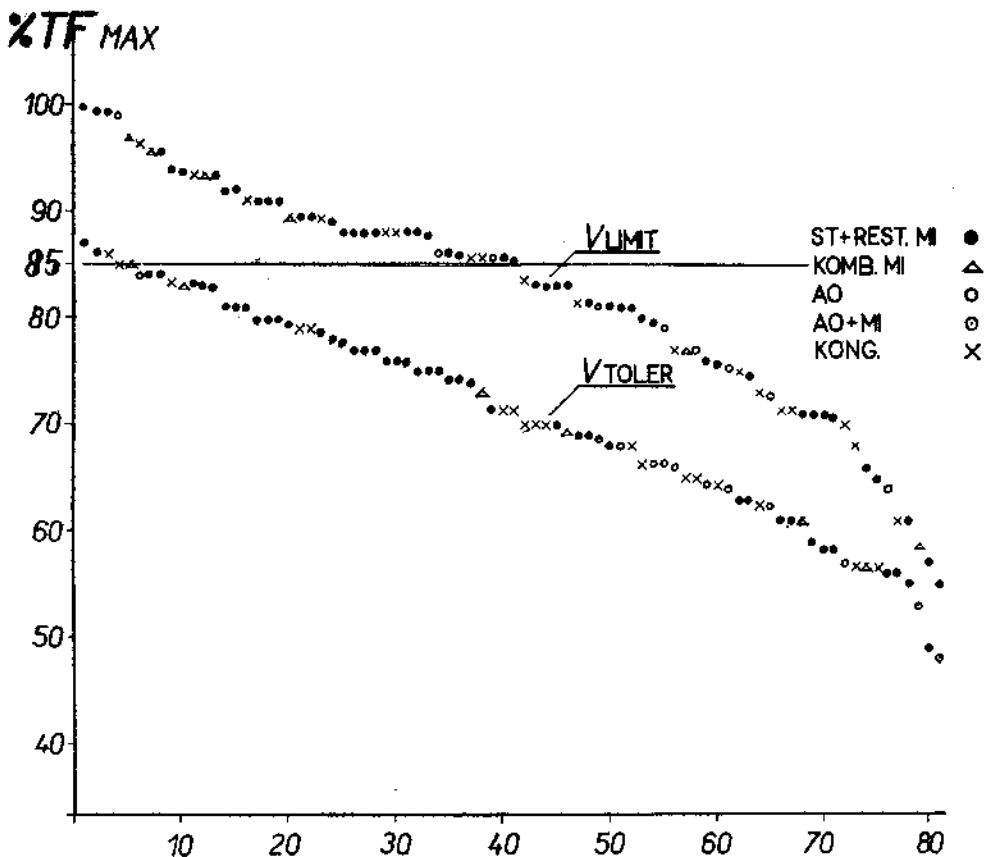
Kritérium tepové frekvence, t. j. přestoupení 85 % TF max u nemocných se sinusovým rytmem a 170/min u nemocných s mihotem síní, bylo pečlivě

sledovaným vodítkem při vlastním provádění zátěžového testu. Dosažení a případné přestoupení tohoto kritéria vedlo k velmi obezřetnému sledování nemocného a k brzkému přerušení zatěžování. Nástup výrazných subjektivních potíží nebo nepříznivých změn v zátěžovém EKG však často donutil přerušit zatěžování dříve, než bylo tohoto kritéria dosaženo. Uplatnění kritéria tepové frekvence u 105 nemocných jednotlivých diagnóz ukazuje tabulka (Tab. 11). Z této tabulky je patrné, že kritérium tepové frekvence se uplatnilo při limitovaném zatížení jako samostatné jen u dvou nemocných ve skupině stenóz a restenóz mitrálních s mihotem síní. Kritérium tepové frekvence bylo spojeno se subjektivními potížemi v nejvyšším procentu u revmatických stenozujících (62 %) a kombinovaných (67 %) mitrálních vad se sinusovým rytmem. V malém procentu se kritérium tepové frekvence uplatňovalo nejen se subjektivními potížemi, ale i s nepříznivými změnami na zátěžovém EKG.

Nemocní se sinusovým rytmem dosáhli u limitovaného a tím i u tolerovaného zatížení rozličného procenta TF max. Přerušovali totiž často zátěžový test pro výrazný nástup subjektivních potíží nebo pro případné nepříznivé změny zátěžového EKG dříve, než dosáhli kritéria 85 % TF max. Jindy při přechodu z nižšího stupně zatížení na vyšší stupeň nemoci toto kritérium přestoupili, i když na předchozím nižším stupni ještě nebylo zdaleka dosaženo.

Graf 3

Znárodnění dosaženého % TF max při tolerovaném a limitovaném zatížení



Proto jsme v dalším zpracování výsledků zjištěné hodnoty dosaženého procenta TF max seřadili dle velikostí a graficky znázornili od nejvyšších k nejnižším hodnotám (*graf 3*). Tento graf ukazuje křivku % TF max u tolerovaného i limitovaného zatížení. V křivkách jsou dle legendy grafu vyznačeny jednotlivé diagnózy kardiaků se sinusovým rytmem. Z grafu je také patrné, že jednotlivé diagnózy jsou distribuovány v průběhu křivek, což potvrzuje, že žádná z jednotlivých srdečních vad nemá dominantní postavení. Jinými slovy řečeno dosažené procento TF max u tolerovaného i limitovaného zatížení není dáno typem srdečního onemocnění, ale především transportními mechanismy pro kyslík, v jejichž komplexnosti se tepová frekvence rozličně uplatňuje.

Na základě uvedeného grafického znázornění si dále všimneme, kolik nemocných kritérium TF max u tolerovaného i limitovaného zatížení přestoupilo a kolik tohoto kritéria nedosáhlo. Při tolerovaném zatížení 3 nemocní z 81 kardiaků (2,7 %) přestoupili hodnotu 85 % TF max, a to o 1 % — 3 %. Šlo o jednoho nemocného, který dříve fyzicky pracoval a o dvě nemocné, u nichž výrazně převažovaly potíže typu NCA bez zřetelnější kardiální dušnosti. Z uvedených důvodů i tito tři nemocní podstoupili další stupeň zatěžování.

Můžeme tedy uzavřít, že při tolerovaném zatížení nebyla prakticky přestoupena hranice 85 % TF max. ve shodě s charakteristikou tolerovaného zatížení.

Při limitovaném zatížení, jak ukazuje *graf 3*, jsme se pak setkali s přestoupením kritéria 85 % TF max u 41 nemocných (50,6 %), při čemž nejvyšší hodnota byla 99 % TF max.

40 nemocných (49,4 %) nedosáhlo 85 % TF max ani při limitovaném zatížení, při čemž nejnižší hodnota byla 55 % TF max. U limitovaného zatížení se tedy kritérium 85 % TF max uplatnilo v 50,6 %.

Distribuční funkce procentuálního vyjádření maximální tepové frekvence pro limitované i tolerované zatížení ukazuje *graf (graf 4)*.

Mimo procentové hodnoty TF max u tolerovaného i limitovaného zatížení u všech 81 nemocných nás také zajímaly hodnoty tepové frekvence zjištěné u každého nemocného z EKG záznamu v páté minutě tolerovaného zatížení a v poslední minutě limitovaného zatížení. Průměrné hodnoty TF/mín se směrodatnými odchýlkami ukazuje *tabulka (Tab. 13)*.

Tab. 13

Průměry TF/mín při tolerovaném a limitovaném zatížení u nemocných se sinusovým rytmem

	TF/mín	V toler	TF/mín	V limit
n		81		81
\bar{x}		134		153
s		21,6		22,8

Rozdíl byl na hladině 0,05 statisticky významný.

U nemocných s mihotem síní bylo kritériem pro přerušení tělesného zatížení TF 170/mín, které jsme označili 100 %. Rovněž u nemocných s mihotem síní bylo dosaženo u limitovaného i tolerovaného zatížení rozličného procenta TF 170/mín, jak ukazuje *graf (graf 5)*. Byli to nemocní se stenózou mitrální a s kombinovanou mitrální vadou, jak je uvedeno v legendě grafu. Obdobně jako u nemocných se sinusovým rytmem nemá žádná z obou vad dominantní postavení.

Při tolerovaném zatížení byla hranice 170/min TF přestoupena jedenkrát, a to o 4 % u nemocného s mitrální stenózou, který při lehce zvýšené frekvenci nad 170/min podstoupil ještě další stupeň zatížení bez výraznějších obtíží. U limitovaného zatížení byla TF 170/min přestoupena u deseti nemocných, což znamená, že se kritérium 170/min uplatnilo ve 45 %.

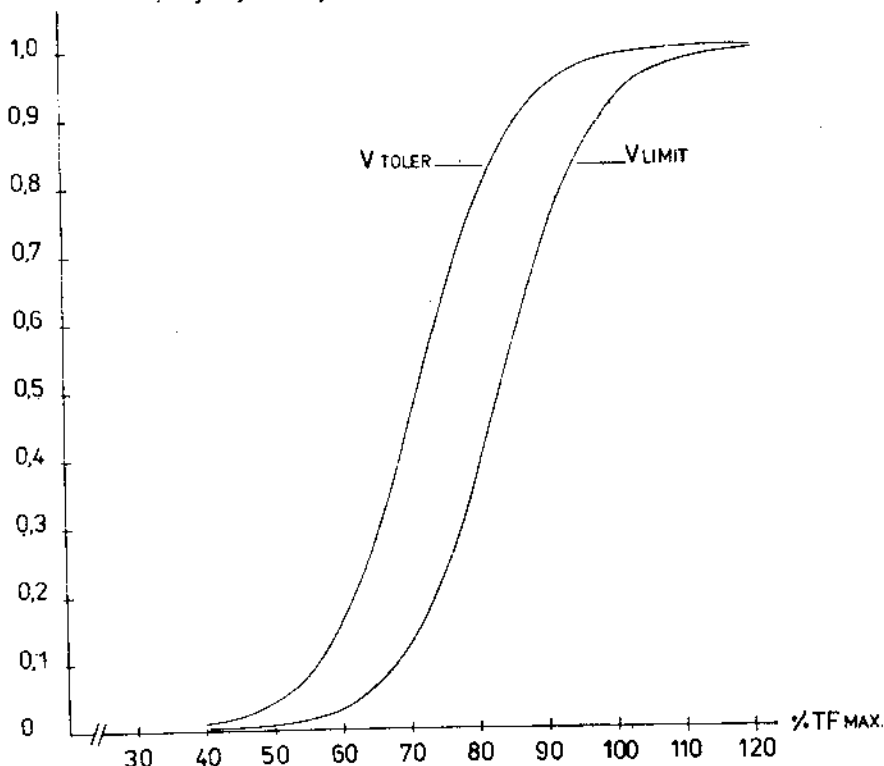
Obdobně jako u kardiaků se sinusovým rytmem i u nemocných s mihotem s ní nás zajímaly nejen procentové hodnoty TF 170/min, ale i hodnoty TF naměřené v páté minutě tolerovaného zatížení a v poslední minutě limitovaného zatížení. Výsledky jsou patrné z tabulky (Tab. 14).

Tab. 14

Průměry TF/min při tolerovaném a limitovaném zatížení u nemocných se sinusovým rytmem

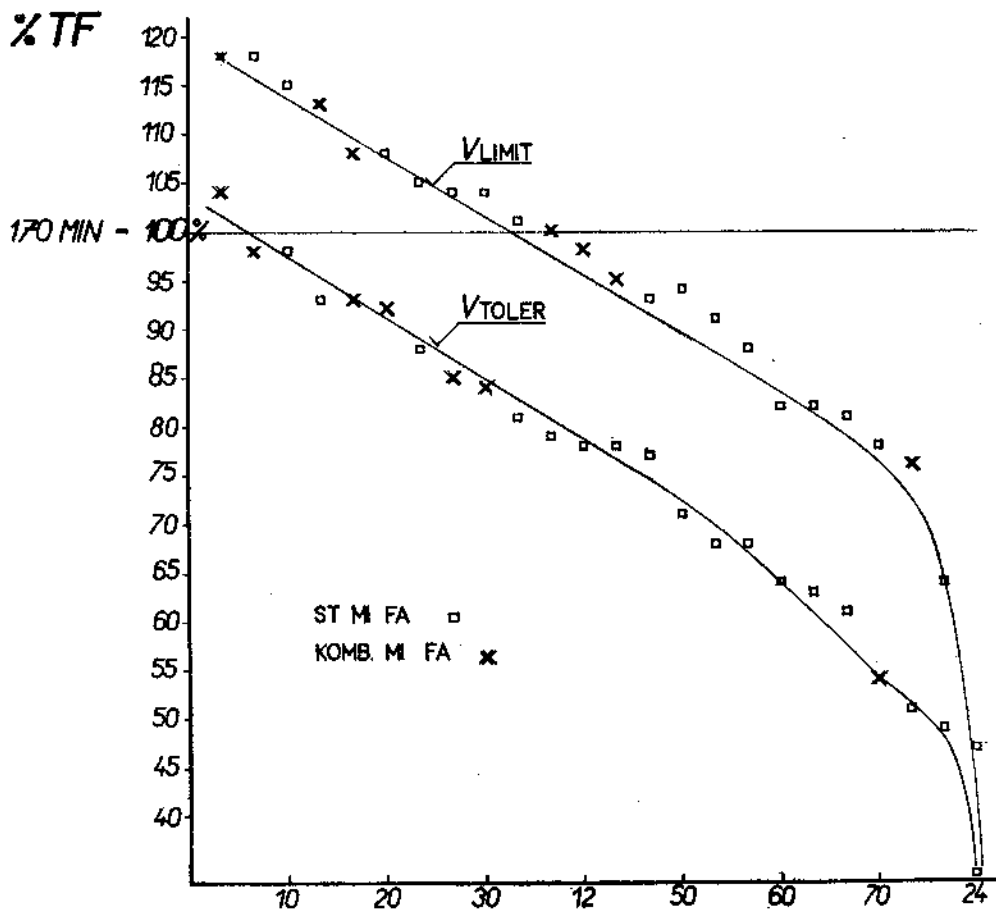
	TF/min	V toler	TF/min	V limit
n		24		24
\bar{x}		134		167,5
s		22,8		18,2

Rozdíl na hladině 0,01 je významný.



Graf 4

Tuto část výsledků hodnotících kritérium 85 % TF max u nemocných se sinusovým rytmem i kritérium TF 170/min u ne-



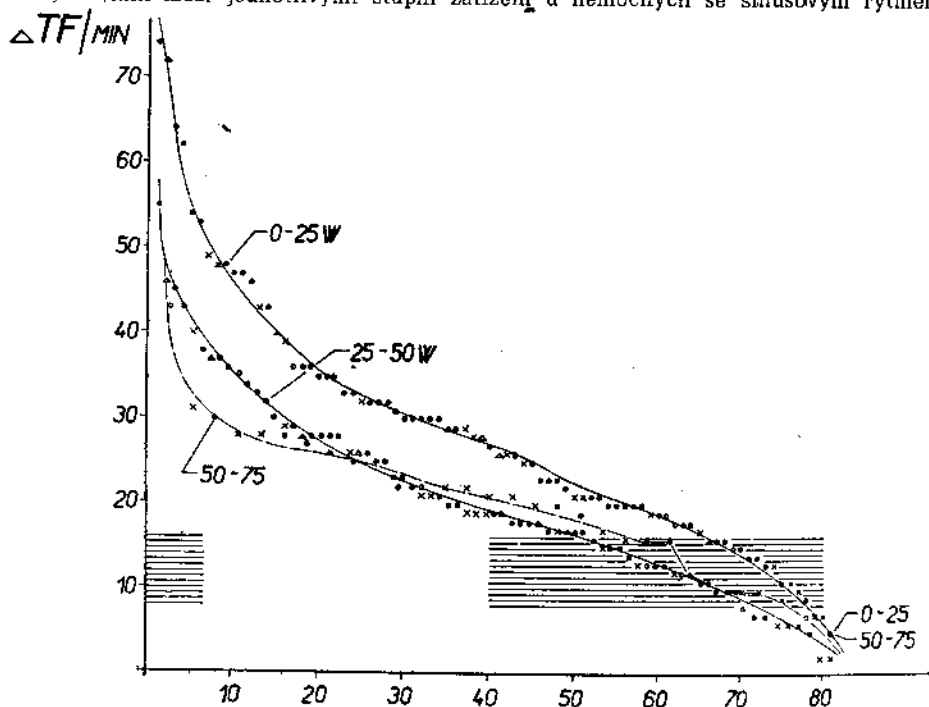
mocných s mihotem síni můžeme uzavřít zjištěním, že obě kritéria tepové frekvence se uplatňují u limitovaného zatížení přibližně u 50 % nemocných při statisticky významném rozdílu hodnot tepové frekvence zjištěném v páté minutě tolerovaného a v poslední minutě limitovaného zatížení.

V dalším zpracování jsme si všimli o kolik se zvýšila tepová frekvence mezi jednotlivými stupni zatížení (0–25 W, 25 W – 50 W, 50 W – 75 W), znamenajícími submaximální, popřípadě tolerované zatížení; to znamená zjišťovali jsme rozdíly tepové frekvence mezi jednotlivými stupni zatížení ($\Delta TF/min$). Získané hodnoty $\Delta TF/min$ mezi uvedenými stupni zatížení jsme u nemocných se sinusovým rytmem seřadili podle velikosti a graficky znázornili (graf 6). Nejvýše uložená je křivka znázorňující nárůst $\Delta TF/min$ mezi 0–25 W, další dvě křivky vyjadřují nárůst $\Delta TF/min$ mezi 25 W – 50 W a 50 W – 75 W se překřičují.

Distribuční funkce $\Delta TF/min$. na uvedených úrovních zatížení ukazuje další graf (graf 7).

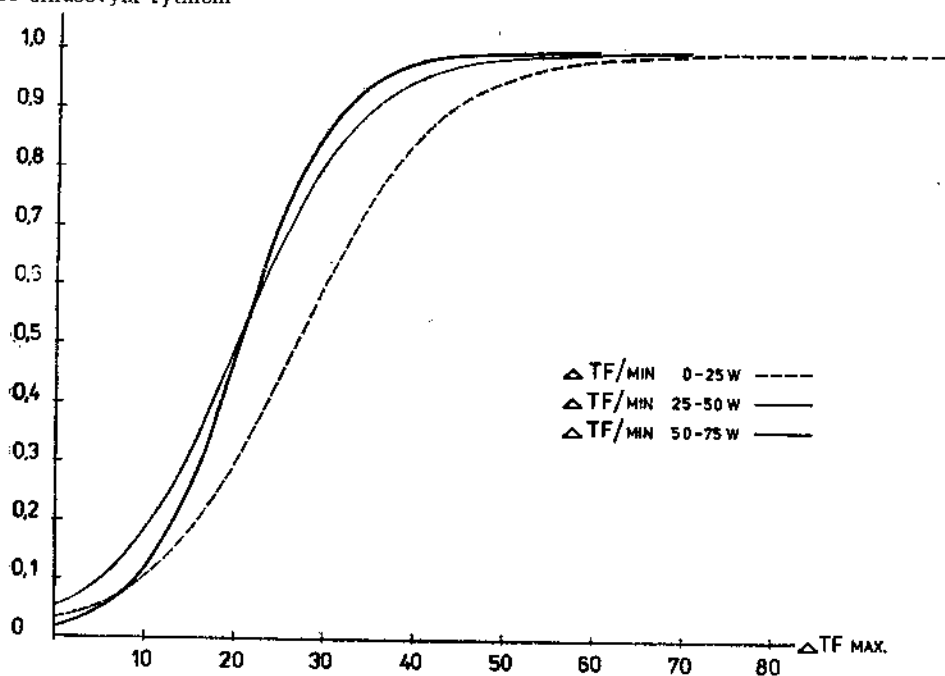
Graf 6

Rozdíly TF/min mezi jednotlivými stupni zatížení u nemocných se sinusovým rytmem



Graf 7

Distribuční funkce rozdílů TF/min mezi jednotlivými stupni zatížení u nemocných se sinusovým rytmem



Statistické zhodnocení Δ TF/min u nemocných se sinusovým rytmem Studentovým t-testem pro nepárové hodnoty přináší tabulka (Tab. 15).

Tab. 15

	Δ TF/min 0—25 W	Δ TF/min 25—50 W	Δ TF/min 50—75 W
n	81	74	30
\bar{x}	28,49	20,69	20,27
s	14,50	11,38	8,37

Nejvyšší vzestup tepové frekvence je mezi klidem a prvním stupněm zatížení, což se shoduje s údaji v literatuře (63) Δ TF/min mezi 0—25 W a mezi 25 W — 50 W je na hladině 0,05 v ý z n a m n ý.

Na grafu (Graf 8) jemně šrafované pole vyznačuje normální zvýšení TF/min mezi jednotlivými stupni zatížení, a to v rozmezí 8—16 TF/min.

Tabulka (Tab. 16) ukazuje, kolik nemocných náleží do hranice normálu, kolik tuto hranici přesahuje, kolik jich této hranice nedosáhlo.

Tab. 16

TF/min	Hodnoty			n
	normální 8—16	přestoupené	nedosažené	
0—25 W	16 % 13	74 % 60	10 % 8	81
25 W — 50 W	31 % 23	58 % 43	11 % 8	74
50 W — 75 W	27 % 8	67 % 20	6 % 2	30

Z tabulky je patrné, že největší počet nemocných hranici normálu přestoupil.

U nemocných s mihotem síní jsme rovněž zjišťovali Δ TF/min, a to mezi stupněm zatížení 0—25 a 25 W — 50 W. Statistické zhodnocení výsledků Δ TF/min Studentovým t-testem pro nepárové hodnoty přináší tabulka (Tab. 17).

Tab. 17

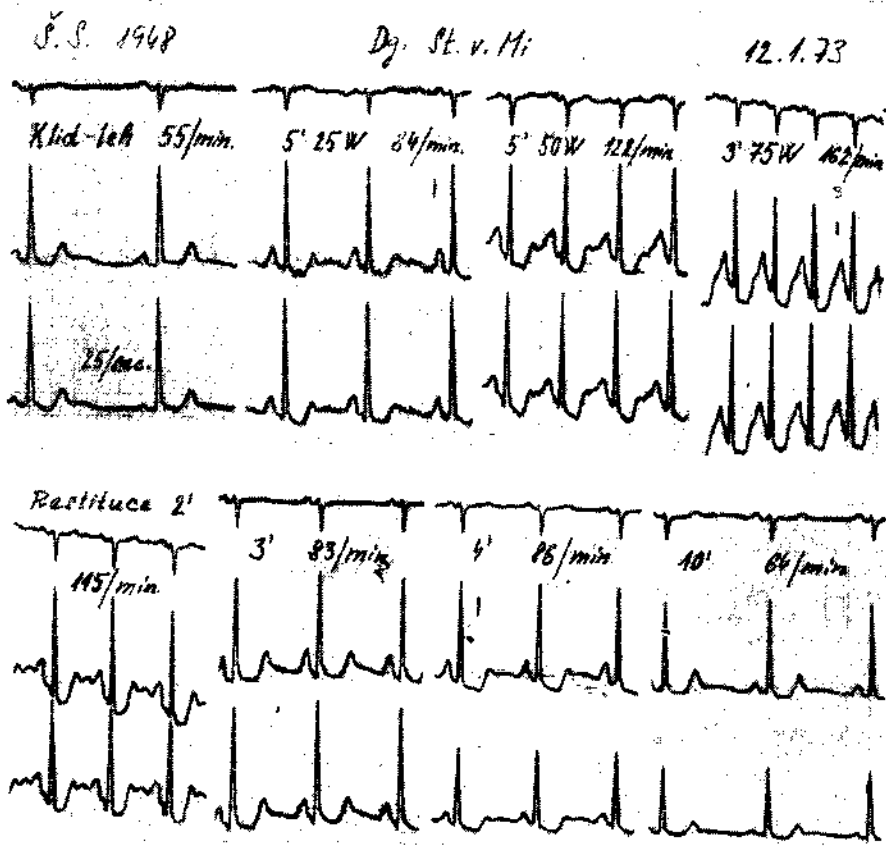
	Δ TF/min 0—25 W	Δ TF/min 25—50 W
n	24	14
\bar{x}	38,13	29,79
s	20,91	11,22

Rozdíl na hladině 0,05 je n e v ý z n a m n ý.

Uplatnění zátěžového EKG při ergometrickém vyšetřování nemocných našeho souboru ukazují tabulky (Tab. 10, 11). Z tabulek vidíme, že nepříznivé změny zátěžového EKG nebyly samy u žádné skupiny srdečních vad příčinou přerušení ergometrického vyšetřování. Vyskytly se vždy buď ve spojení se subjektivními potížemi, nebo vzájemně se subjektivními potížemi i s přestoupením kritéria tepové frekvence, a to jak u nemocných s mihotem síní, tak u nemocných se sinusovým rytmem. Ve spojení se subjektivními potížemi se nepříznivé změny zátěžového EKG vyskytly u aortální vady v 22 % a u aortomitrální vady v 50 %. Patologické zátěžové EKG ve spojení se subjektivními potížemi a kritériem tepové frekvence se uplatňovalo jen u menšího počtu nemocných.

Poněvadž naši nemocní byli až na malé výjimky léčeni digitálisem, setkali jsme se nejčastěji v průběhu ergometrického vyšetřování se zvýrazněním digitálisového afektu repolarizačního úseku a se změnami typickými pro zrychlení tepové frekvence. Jako příklad uvádíme nemocnou S. Š. (nar. 1948) s těsnou mitrální stenózou (Obr. 1). Nemocná ukončila zatížení ve třetí minutě 75 W, aniž dosáhla kritéria 85 % TF max dle věku [170/min], avšak s vyvíjející se dušností a drážděním ke kašli. Člunkovitě deprese S-T i splývající vlny T a P vystupňované v průběhu zatížení se během restituce upravily. Nemocná dosáhla V toler 50 W.

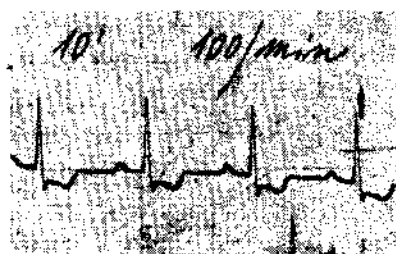
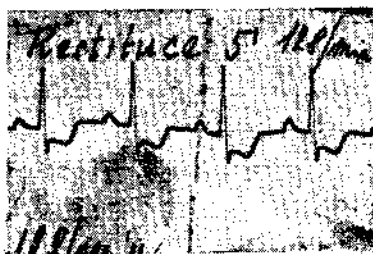
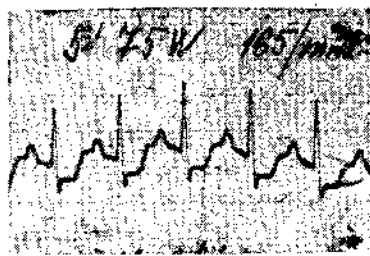
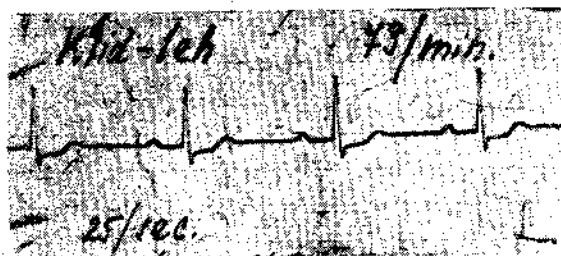
Obr. 1



K. H. 1954

Dg. St. v. Mi

11. 11. 70



Obr. 2

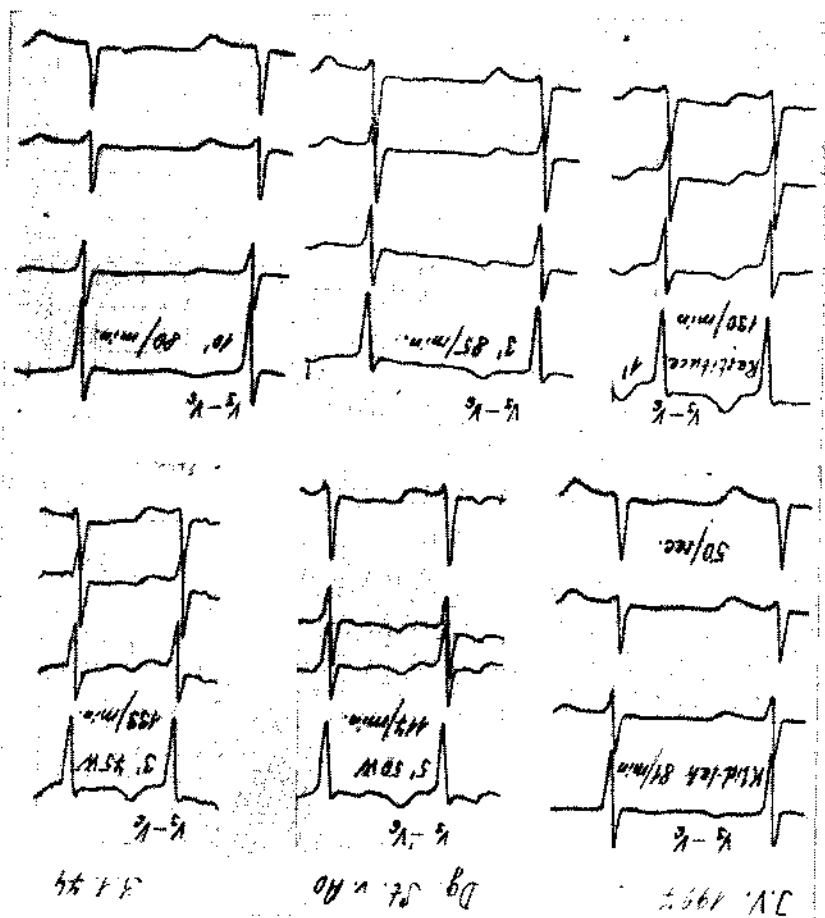
Jiný příklad nemocné H. K. (nar. 1947) se stenózou mitrální (Obr. 2) ukazuje výraznou depresi repolarizačního úseku, aniž nemocná udávala stenokardie při ergometrickém zatěžování. Zatěžování ukončila v páté minutě 75 W při téměř dosaženém příslušném kritériu 85 % TF max dle věku (170/min). V průběhu posledního stupně zatěžování se vyvíjela zřetelná dušnost. Její V toler byla 50 W.

Příklad zátěžového EKG u nemocné J. V. (nar. 1927) se stenózou aortální, u níž se při zatížení 75 W začaly vyvíjet stenokardické potíže, uvádí obrázek (Obr. 3), kde jsou patrné zřetelné ischemické změny repolarizačního úseku nad levým prekordiém. Nemocná nedosáhla příslušného kritéria 85 % TF max dle věku (150/min).

Poznámkou k tomuto příkladu uvádíme, že pro relativní nebezpečí zatěžování kardiaků s aortální stenózou přerušujeme zátěžový test již při stenokardických potížích sdělených nemocným, i když EKG je ještě negativní.

Nejčastějším projevem patologického zátěžového EKG byl výskyt extrasystol. Za patologickou hranici jsme určili 8 extrasystol komorových nebo supranodálních, které se objevily v průběhu zátěžového testu v jedné minutě. Uvádíme dva příklady výskytu extrasystol na zátěžovém EKG u dvou nemocných s mihotem síní, a to u N. Z. (nar. 1944) a nemocné CH. R. (nar. 1947) (Obr. 4, Obr. 5).

Uvedené příklady potvrzují důležitost zátěžového EKG, jehož sledování při ergometrickém vyšetření u nemocných s revmatickými srdečními vadami nelze opomenout, i když je známo, že u těchto vad bývá zátěžové EKG často negativní a nepřispívá k odhalení diagnózy. Jeho velká cena spočívá především v tom, že objektivizuje kritérium tepové frekvence.

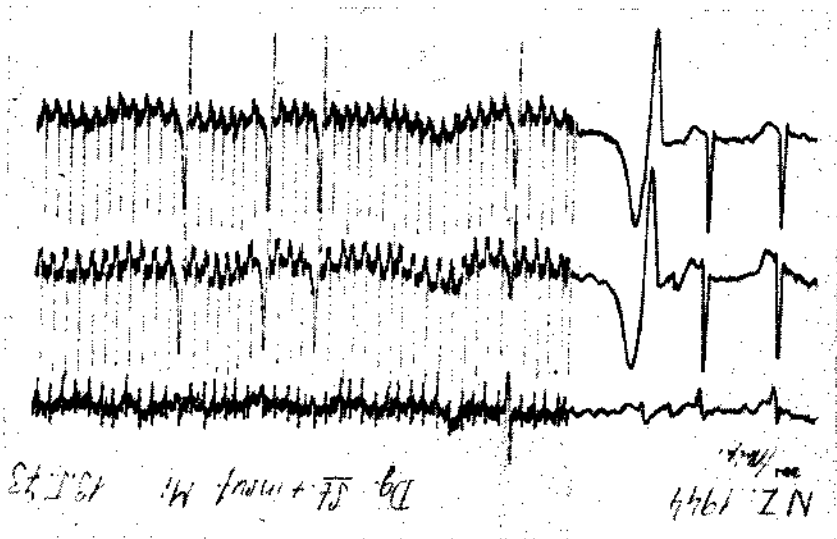


Obr. 3

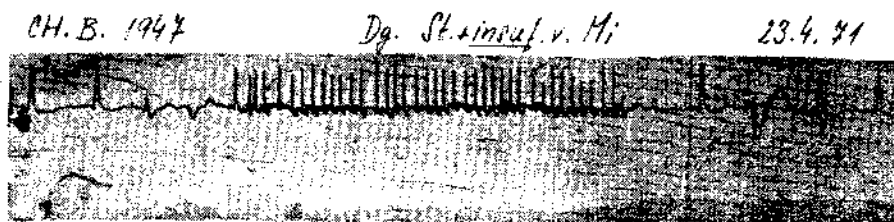
III. Porovnání tolerované výkonnosti nemocných s chlopňovými srdečními vadami se světovou klasifikací kardiaků

Třídění kardiaků do čtyř funkčních tříd na základě subjektivních potíží především dušnosti, únavnosti a stenokardií vzhledem k denním činnostem má svůj význam jen pro běžnou orientaci. Proto jsme se snažili o objektivizaci pracovní výkonnosti. V naší práci z roku 1971 [3] jsme uvedli porovnání limitované výkonnosti dosažené při vícestupňovém zatížení na bicyklovém ergometru zvyšovaném po 25 W s klasifikací dle A. H. A. [64]. Toto porovnání jsme vypracovali zejména pro potřebu léčebné rehabilitace, abychom získali funkčně homogenní cvičební skupiny kardiaků. V navržené klasifikaci jsme v této práci užíli tolerovaného zatížení, a to proto, že určení funkční třídy na základě tolerovaného zatížení nerespektuje jen výkonnost nemocného, ale současně i jeho klinický a hemodynamický obraz.

Námi navržené třídění jsme porovnali s prací Foxe a spol. [9,8,65], která uvádí aproximativní srovnání ml O_2 /kg/min některých step testů a několika zátěžových testů na běhátku nejen vzájemně, ale i vzhledem k funkčnímu třídění (tab. 18). Poněvadž mezi uvedenými autory [Elestad, Bruce, Balke] se Naughton zabývá prováděním zátěžových testů na běhátku u jedinců s nejnižší vý-



Obr. 4



Obr. 5

konností, užili jsme jeho výsledků k porovnání s našimi výsledky získanými zátěžovým testem na bicyklovém ergometru u jedinců s nízkým funkčním stavem (Tab. 19).

Při porovnání jsme vycházeli z tabulových hodnot ml O_2 /kg/min [8,65], které odpovídají příslušnému zatížení ve wattech na bicyklovém ergometru, a to pro jedince vážící 60 a 70 kg. V horní části tabulky (tab. 19) jsou hodnoty uvedené v ml O_2 /kg/min odpovídající zatížení na běhátku a vztahené k funkční klasifikaci IV.—I. Z tabulky je také patrná rozličná adaptační šíře na tělesné zatížení u zdravých i nemocných, přičemž se nemocní i zdraví v jednotlivých funkčních třídách s výjimkou IV. setkávají.

Dolní část tabulky ukazuje tolerovanou výkonnost dosaženou při bicyklovém zátěžovém testu se stupňováním zatížení po 25 W a vztahenou k navrhované klasifikaci. Uvážíme-li hodnoty ml O_2 /kg/min u běhátkových

Tab. 18

stupně cm výška	30 výstupů za min																
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40							
METS	24 výstupů za min																
	5	12	18	25	32	35							17	20	24	28	32
běhátkový test	10% stoupání																
	3,4 mile za hod.																
	3,0 mile za hod.																
	2,0 mile za hod.																
	0																
	10																
METS	1,6	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ml O ₂ /kg/min	5,6	7	14	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
klinický stav	nemocní																
	rekonvalescenti																
	zdraví fyzicky neaktivní																
funkční klasifikace	zdraví fyzicky aktivní																
	IV	III		II		I a normal											
bicykl test dle autorky	tolerované zatížení ve watech																
	<25	25	50	75	100	125	150										
funkční klasifikace	I a normal																
	IV	IIIb	IIIa	II		I a normal											
ml O ₂ /kg/min	<10	10	15	20	25	30	35										
ml O ₂ /kg/min	<8,5	8,5	15	17	21,5	25,5	30										

zátěžových testů pro jednotlivé funkční třídy i tabulkové hodnoty ml O₂/kg/min odpovídající jednotlivým stupňům zátěže na bicyklovém ergometru, jsou pro odpovídající funkční třídy tyto hodnoty u obou způsobů zatěžování blízké. Proto jsme pokládali za odpovídající zařadit jedince s Vtoller 75 W do II. funkční třídy a kardiaky s Vtoller 100 W do I. funkční třídy. Jedince, kteří nedosáhli Vtoller 25 W zařazujeme do IV. funkční třídy. Ponevadž III. funkční třída zahrnuje jedince s Vtoller 25 W i s Vtoller 50 W, pokládali jsme za účelné rozdělit tuto třídu na IIIb a IIIa, což se velmi osvědčuje v praxi. Mimo to větší funkční šíři III. funkční třídy vykazují i výsledky zátěžových testů na běhátku.

Tab. 19

Naughton	10 0	0	2,0 mile za hod.													
			3,5	7	10,5	14	17,5									
METS	16	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ml O ₂ /kg/min	5,5	7		14		21		28		35		42		49		56
klinický stav	nemocní															
	rekonvalescenti															
funkční klasifikace	zdraví fyzicky neaktivní															
	zdraví fyzicky aktivní															
funkční klasifikace	IV	III		II		I a normal										
boží počet dle autorky	tolerované zatížení ve watech															
funkční klasifikace	<25	25	50	75	100	125	150									
funkční klasifikace	IV	III b	III a	II	I a normal											
ml O ₂ /kg/min ^{20%}	<10	10	15	20	25	30	35									
ml O ₂ /kg/min ^{30%}	<8,5	8,5	13	17	21,5	25,5	30									

IV. Porovnání tolerované výkonnosti u mitrálních stenóz se sinusovým rytmem s některými hemodynamickými a klinickými ukazateli

V předchozím jsme uvedli, že výkonnost, klinika i hemodynamika jsou ve vzájemném vztahu. Nyní si všimneme některých těchto vztahů u nemocných s revmatickou mitrální stenózou, kteří jsou v našem souboru sledovaných zastoupeni největším počtem, a to 42 nemocných. U všech těchto nemocných, kteří byli operováni na II. chirurgické klinice UJEP v Brně kolektivem kardiochirurgů pod vedením prof. MUDr. V. Kofířka, DrSc., jsme měli možnost změřit v průběhu operace krevní tlaky v pulmonální artérii a v levé síni. Dále jsme u všech těchto nemocných získali na základě popisu kardiochirurga přesné informace o velikosti mitrálního ústí a také o kvalitě i typu deformace srostlých mitrálních cípů.

Porovnání tolerované výkonnosti s tlaky v artérii pulmonální a s tlaky v levé síni

Tab. 20

Funkční klasifikace	V _{toler}	TK AP	
		systolický	diastolický
III b	25 W	45,00 ± 21,79	30,67 ± 19,01
III a	50 W	45,39 ± 16,90	27,22 ± 10,93
II	75 W	35,00 ± 11,13	20,6 ± 7,72

Tabulky (Tab. 20, Tab. 21) ukazují závislost operačně naměřených tlakových hodnot v arterií pulmonální (AP) i v levé síni (AS) u nemocných se stenózou mitrální vzhledem k Vtoler 25 W, 50 W, 75 W, tedy vzhledem k III. b III. a, II. funkční třídě, což je dokumentováno i na grafech (graf 8, graf 9).

I když velikost systolického tlaku v pulmonální arterií při Vtoler 75 W má vzhledem k Vtoler 25 W sestupnou tendenci, není tento rozdíl na hladině 0,05 statisticky významný. (Tab. 20). Velikost diastolického tlaku v plicní arterií při Vtoler 25 W, 50 W a 75 W má sestupnou tendenci. Statisticky významný rozdíl na hladině 0,05 je však významný jen mezi hodnotami diastolického tlaku v plicní arterií a jen mezi Vtoler 25 W a Vtoler 75 W (Tab. 21).

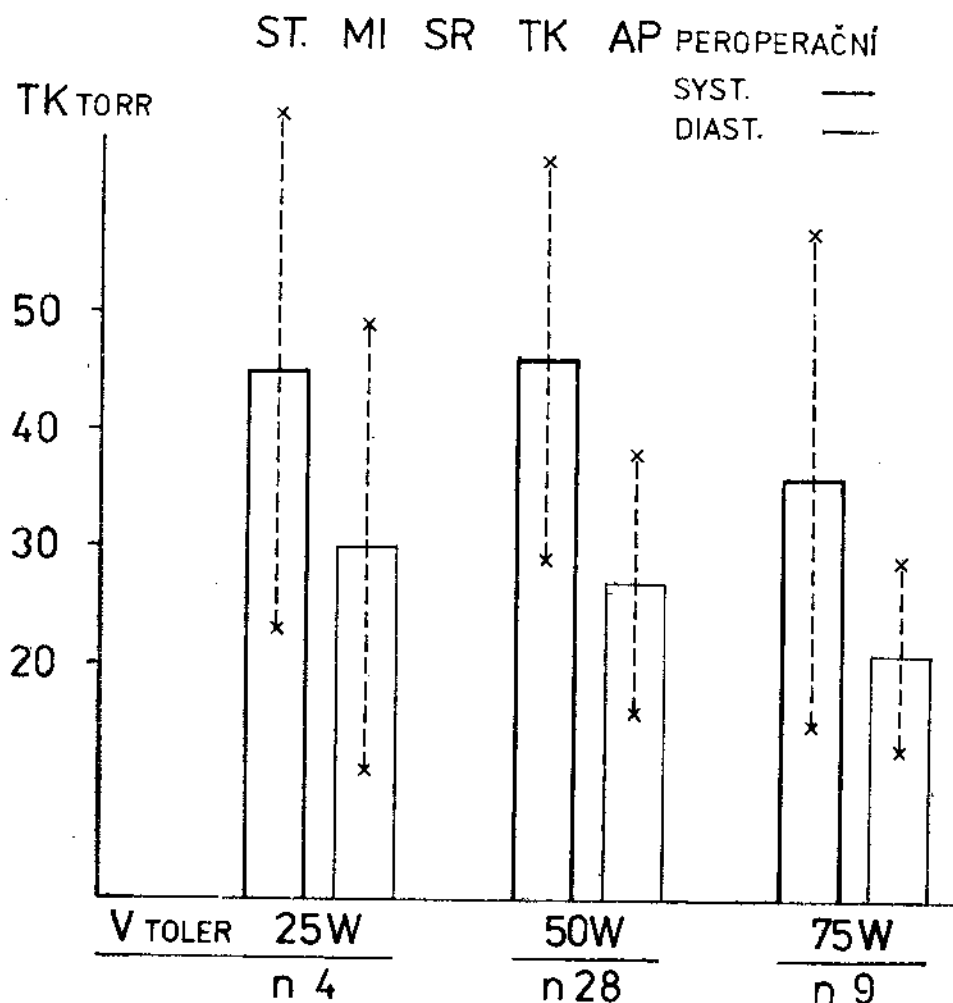
Tab. 21

Funkční klasifikace	V toler	TK AS	
		systolický	diastolický
III b	25 W	31,67 ± 13,5	19,67 ± 16,25
III a	50 W	29,11 ± 10,45	17,00 ± 7,73
II	75 W	25,9 ± 9,7	13,3 ± 5,81

Velikost systolického a diastolického tlaku v levé síni má vzhledem k Vtoler 25 W, 50 W a 75 W sestupnou tendenci. Statisticky významný rozdíl na hladině 0,05 je však jen mezi hodnotami diastolického tlaku v levé síni mezi Vtoler 25 W a Vtoler 75 W.

Značný rozptyl tlakových intrakardiálních hodnot na jednotlivých stupních tolerované výkonnosti (graf 8, graf 9) ukazuje, že samotná hodnota těchto tlaků nemůže být vodítkem, podle něhož bychom mohli určovat tolerovanou výkonnost. Na základě literárních údajů je však nutno brát v úvahu, že k většímu omezení výkonnosti dochází až při zřetelných nepříznivých hemodynamických změnách vyvolaných nejen tělesným zatížením, ale přítomných i v klidu Frick 1966 (66), Mládek a Fejfar 1958 (67), Gazetopoulos 1960 (68), Pochopová 1964 (69), Mallick 1971 (2), Widimský 1975 (20).

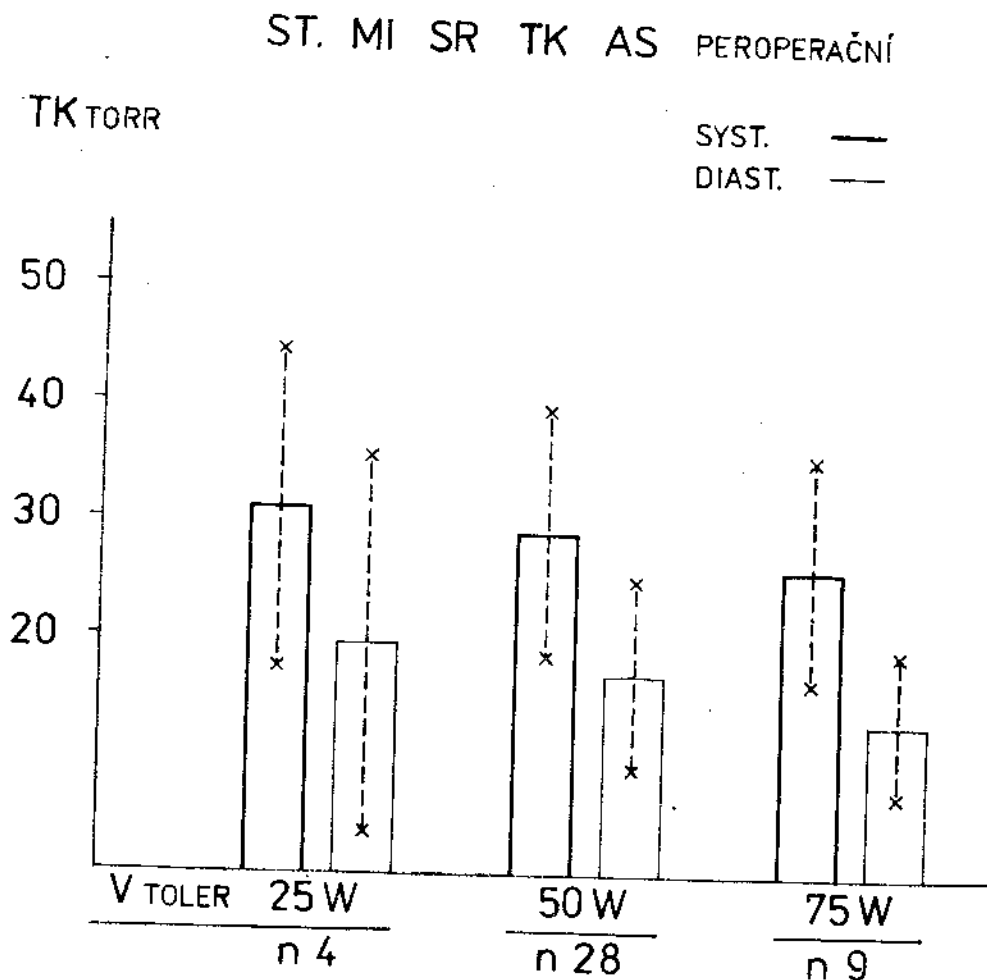
Pokud se týká katetrizačně naměřených hodnot v plicní arterií a v levé síni, je to střední tlak v AP 30 torr a v AS 20 torr. Při tom nemůžeme opomenout, že se intrakardiální tlaky mění s dobou trvání onemocnění, především s postupující pravostrannou srdeční nedostatečností, trikuspidalizací i se stupněm postižení srdečního svalu revmatickým procesem. Příkladem mohou být velkokavitární mitrální vady, často spojené s mihotem síni a závažným postižením mitrální chlopně, ale současně s nevelkými intrakardiálními tlaky.



Porovnání tolerované výkonnosti se stupněm zúžení mitrálního ústí a kvalitou mitrální chlopně.

Toto porovnání uvádí tabulka (Tab. 22), která znázorňuje peroperačně zjištěné různé velikosti plochy mitrálního ústí i rozličnou kvalitu a deformaci mitrálních cípů, a to ve vztahu k V_{toler} 25 W, 50 W, 75 W a 100 W. Při podrobnějším rozboru tabulky vidíme, že u nemocných s těsnou mitrální stenózou se na všech úrovních V_{toler} vyskytují mitrální chlopně rozličné kvality i chlopně s rozličnou deformací chlopněných cípů. Pozoruhodné je, že u jednoho nemocného vzhledem k operační indikaci s výjimečně dobrou V_{toler} 100 W byly u těsné mitrální stenózy nalezeny tuhé fibrózní komisury s hmatnými kalcifikovanými uzlíky.

U nemocných se středním stupněm mitrální stenózy se při V_{toler} 50 W i 75 W opět vyskytují mitrální chlopně s rozličnými kvalitami chlopněných cípů s případnými deformacemi v padáček.



Nízká výkonnost u tří nemocných s mírnou mitrální stenózou dokumentuje spoluúčast i jiných nepříznivých faktorů, především myokardiálních, které omezují pracovní výkonnost více, než by vyplývalo z daného mírného zúžení mitrálního ústí.

Nízká výkonnost u nemocných s mírnou mitrální stenózou je v kontrastu s dobrou výkonností (Vtoler 75 W a Vtoler 100 W) u nemocných s těsnou mitrální stenózou. U těchto nemocných se na dobré výkonnosti podílí nejen uspokojivý myokardiální stav, ale i dobré funkce transportních mechanismů pro kyslík i všech adaptačních mechanismů na zatížení, vyplývající z dlouhodobého fyzického zatěžování v zaměstnání, popřípadě při rekreační sportovní činnosti.

Nutno však též zdůraznit, že u těchto nemocných nebyla předchozí pravostanná nebo levostranná srdeční nedostatečnost. Nelze opomenout ani širo-

Tab. 22

Vtoler	MITRÁLNÍ STENÓZA SR		
	těsná- špička prstu (0,6- 1cm ²)	střední-1á ukazováku-1 prst (1,1- 1,5cm ²)	mírná > 1 prst (1,6- 2,5cm ²)
25 W			
50 W			
75 W			n 9
100 W			n 1

Tab. 23

Funkční klasifikace	Vtoler	EKG				RTG srdce			
		0	0+	+	++	0	0+	+	++
III b	25 W	—	2	—	2	—	1	3	—
III a	50 W	2	14	6	6	—	13	15	—
II	75 W	—	5	4	—	—	4	5	—
I	100 W	—	—	1	—	—	—	1	—

kou variabilitu přizpůsobivosti na tělesné zatížení, jak se s ní setkáváme i u zdravých fyzicky aktivních i neaktivních fyzicky zdravých jedinců. Získané poznatky dovolují uzavřít, že u uvedených 42 nemocných s mitrální stenózou a sinusovým rytmem nebyly pro tolerovanou výkonnost rozhodující ani stupeň zúžení mitrálního ústí ani kvalita a případná deformace chlopních cípů mitrální chlopně. Tyto změny samy o sobě však ovlivňují indikaci ke kardiokirurgickému zákroku.

Porovnání tolerované výkonnosti s klidovými EKG a s RTG obrazem velikosti srdečního stínu

Závažnost klidového EKG i velikost srdečního stínu v RTG obraze jsme hodnotili podle čtyř stupňů, označených: 0, 0+, +, ++, (67), (69).

Zkoumané vztahy vzhledem k dosažené tolerované výkonnosti znázorňuje tabulka (Tab. 23). Ve sledované skupině 42 nemocných s mitrální stenózou 50 W, normální velikost srdečního stínu nebyla v žádném případě. Závažnou hypertrofií s přetížením pravé komory v EKG obraze jsme zjistili u dvou nemocných s výkonností 25 W a u šesti nemocných s výkonností 50 W, zatím co výrazné zvětšení srdečního stínu, které bychom mohli označit ++, jsme nezaznamenali v žádném případě. Nepřímé nebo přímé známky hypertrofie pravé komory a mírné až střední zvětšení srdečního stínu jsme však zjistili u většiny nemocných bez závislosti na funkční klasifikaci.

I když nebyla prokázána přímá závislost závažnosti EKG a RTG obrazu velikostí srdeční na funkční klasifikaci, podílí se klidové EKG i RTG srdce a plic současně s poslechovým nálezem na posouzení klinického stavu, který má velký význam při rozboru a hodnocení subjektivních potíží, udávaných nemocným při zátěžovém testu. Pomáhá rozpoznat, jakým dílem se na snížení funkční výkonnosti podílí vlastní klinicko-hemodynamický obraz onemocnění a do jaké míry mohou být subjektivní potíže toliko projevem dysregulace periferních oběhových mechanismů.

V. Uplatnění tolerované výkonnosti v indikační rozvaze ke kardiokirurgickému zákroku

V našem souboru 105 nemocných bylo 87 kardiaků s postižením jedné, popřípadě i dvou chlopní revmatickým procesem (Tab. 5, 6, 9, graf. 1). Z tohoto počtu 87 nemocných náleželi do I. funkční třídy 2 nemocní, do II. funkční třídy 15 nemocných a do III. funkční třídy náleželo 70 nemocných. Dle v této práci navrženého dělení III. funkční třídy na III.b a III.a náleží do III.b 19 nemocných a do III.a 51 nemocných.

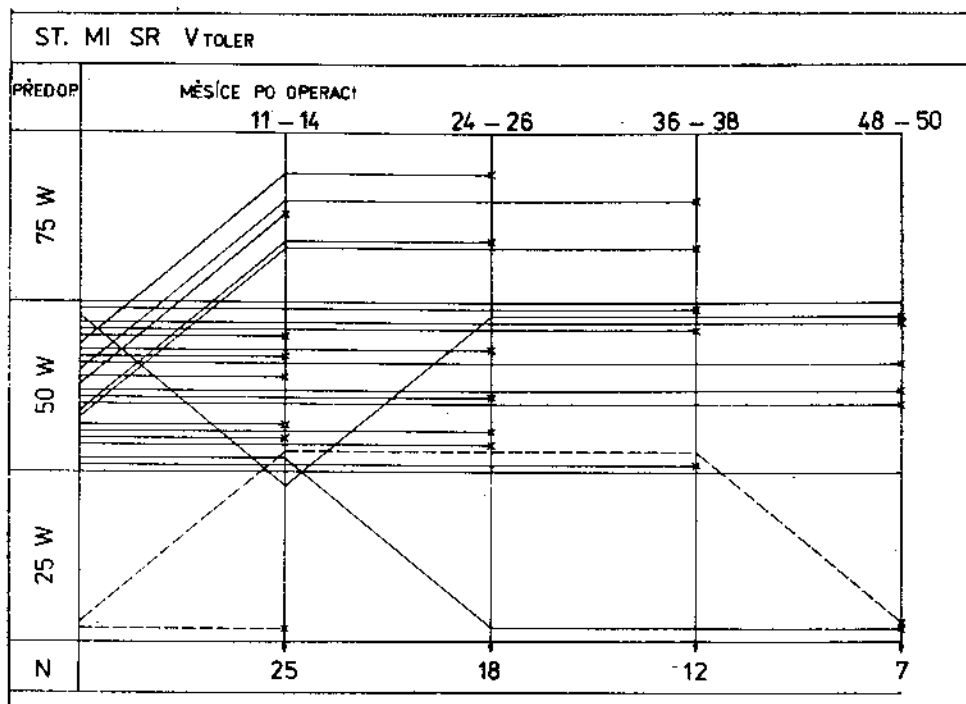
U všech 87 kardiaků byl indikován kardiokirurgický zákrok buď na uzavřeném srdci, nebo na otevřeném srdci pomocí mimotělního oběhu. Největší počet indikovaných k operační léčbě 51 kardiaků tedy náležel do III. a funkční třídy, která značí horní hranici III. třídy dle A. H. A.

Právě indikační rozvaha ke kardiokirurgické léčbě zdůraznila důležitost rozdělení nemocných náležejících do III. funkční třídy na nemocné III. b a III.a třídy. Třída III.b značí vlastně dolní hranici III. třídy dle světové klasifikace. Do této skupiny patří nejen nemocní, kteří vykazují postupné zhoršování tolerované výkonnosti z 50 W na 25 W, ale také nemocní po proběhlé pravostranné nebo levostranné srdeční nedostatečnosti (tedy nemocní původně ve IV. funkční třídě), u kterých se ještě podařilo výraznou srdeční nedostatečnost medikamentózně zvládnout.

Abychom vyjádřili závažnost i zlepšující se dynamiku klinického stavu, označujeme tyto nemocné v kardiokirurgické rozvaze jako kardiaky IV.—III. třídy.

U těchto nemocných je chirurgický zákrok spojen se značným rizikem (zejména při indikaci operace na otevřeném srdci pomocí umělého oběhu a s náhradou chlopní protézou), které však nevylučuje indikaci k operační léčbě, jsou-li hemodynamické a klinické parametry v indikační hranici.

Nemocní, kteří nejsou schopni dosáhnout Vtoler 25 W, náleží do IV. funkční třídy. Tito nemocní vykazují značnou slabost myokardu. Chirurgický zákrok u nemocných IV. funkční třídy značí největší operační riziko a operaci můžeme indikovat jen u malého počtu nemocných. Jsou to např. nemocní s rych-



ie se vyvíjejícím mitrálním blokem na základě rychle postupujícího zúžení mitrální chlopně s močnicí dušností a s častým opakováním plicního edému, nebo nemocní s obturací mitrálního ústí na základě rychle se vyvíjejícího trombu levé síně, dále nemocní s těsnou aortální stenózou s klidovým sekundárním koronárním syndromem a Adams-Stokesovým syndromem.

Neméně závažná je indikace k operaci nemocných II. funkční třídy, poněvadž u nich úspěšný chirurgický zákrok může pro zachovalou srdeční rezervu znamenat další zřetelné funkční zlepšení, avšak operaci, popřípadě pooperační komplikace, s nimiž může být spojen každý kardiokirurgický zákrok, by mohli pro nemocného znamenat přechzení do nižší funkční třídy, popřípadě ho invalidizovat. Proto nemocné této skupiny indikujeme k operaci jen mají-li významný hemodynamický a klinický nále. Jejich neúměrně dobrý funkční stav ve srovnání s objektivním hemodynamickým a klinickým nálezem bývá vysvětlen předchozím životním stylem nemocného. Jsou to nemocní, kteří do nedávna buď aktivně sportovali, nebo celoživotně namáhavě fyzicky pracovali. Souborně k navržené funkční klasifikaci kardiaků s chlopníčovými srdečními vadami z hlediska indikačního lze říci, že pečlivějším porovnáním tolerované výkonnosti s klinickým obrazem a v složitějších případech s příslušnými hemodynamickými parametry je možno uvedenou funkční klasifikaci pokládat v převážné většině též za indikační klasifikaci ke kardiokirurgickým zákrokům.

VI. Uplatnění tolerované výkonnosti v dlouhodobém sledování operovaných pro mitrální stenózu

Rozdělení kardiaků na základě navrženého třídění se uplatnilo nejen v indikační rozvaze k chirurgickému zákroku u kardiaků s chlopníčovými

srdečními vadami, ale také jako nepostrádatelné při objektivním dlouhodobém sledování výsledků kardiochirurgické léčby, především jako metoda nenáročná pro nemocného s možností častého opakování. Předoperačně určená klasifikace se pak stává výchozí pro dlouhodobé sledování. Jako příklad dlouhodobého sledování uvedeme kardiaky se sinusovým rytmem, kteří byli operováni pro mitrální stenózu (graf 10).

Graf 10 znázorňuje průběh dlouhodobě sledované tolerované výkonnosti u 25 operovaných pro mitrální stenózu. Dvě operované měly předoperační Vtoier 25 W, průběh jejich tolerované výkonnosti v uvedených měsících vyznačují přerušované čáry. Ostatních 23 operovaných mělo předoperační V 50 W, průběh jejich tolerované výkonnosti označují plné čáry. Z grafu (graf 10) je patrné, že se u 25 operovaných tolerovaná výkonnost do 11—14 měsíců po operaci zlepšila u šesti operovaných, u osmnácti nemocných zůstala Vtoier nezměněna a u jedné nemocné se Vtoier snížila. V dalším průběhu, i když je počet sledovaných menší, je patrná stabilizace pracovní výkonnosti až na dvě nemocné, z nichž jedna vykazuje pokles výkonnosti po dvou letech a jedna po čtyřech letech po operaci. Při posuzování dlouhodobě pooperační výkonnosti a tím i výsledků kardiochirurgické léčby nemocných musíme spojit aspekt funkční s aspektem kardiochirurgickým a klinickým.

Pokud se týká kardiochirurgického aspektu po operaci mitrální stenózy může úspěšný kardiochirurgický výkon, t. j. dostatečné rozšíření mitrálního ústí vytvořit podmínky pro dosažení téměř normálních hemodynamických poměrů. Někdy však i při dobře provedeném chirurgickém zákroku dojde jen k částečnému příznivému ovlivnění plicní hypertenze, a to pro přítomnost fixovaných fibrotických plicních změn. Naopak nepříznivá deformace tuhé, omezené pohyblivé mitrální chlopně dovolí jen částečnou chirurgickou úpravou odpovídající ne zcela dostatečnou úpravou pooperačních hemodynamických poměrů.

Rovněž klinický aspekt přináší při dlouhodobém sledování nemocných pooperační mitrální stenózy vysvětlení pro příznivý nebo nepříznivý vývoj jejich tolerované výkonnosti. Je nutno uvážit nepříznivý vliv opakovaného výskytu, především chřipkových onemocnění nebo opakovaných projevů revmatické aktivity, urychlujících vývoj mitrálních restenóz. Mimo tendenci k vývoji restenóz je nutno brát v úvahu nepříznivé ovlivnění mechaniky, chirurgickým zákrokem inzultované chlopně, která se může uplatňovat v dlouhodobém pooperačním průběhu i bez pokračujícího revmatického procesu (71). Dále musíme mít na mysli i etiologii revmatického onemocnění, na jejímž základě nesmíme opomenout, že mitrální chlopeň není jenom sama poškozena revmatickým procesem, ale že jde o revmatickou chorobu postihující v různé míře srdeční myokard, který se stává postupně méně výkonným.

Při dlouhodobém posuzování pooperačních pracovních výkonností je nutno z hlediska funkčního podtrhnout, že nemocní po srdeční operaci mají tendenci k většímu tělesnému šetření než před operací, a tato snížená aktivita vlivem dysfunkce periferních oběhových mechanismů snižuje tolerovanou výkonnost operovaných a snižuje tak oprávněný chirurgický úspěch. Mnohdy vede ke zbytečnému převedení operovaného do invalidního důchodu.

ZÁVĚRY

1. Práce ukazuje na možnost stanovit funkční klasifikaci u nemocných s revmatickou chorobou srdeční na základě tolerované i limitované výkonnosti ve watech pomocí více stupňového zátěžového testu na bicyklovém ergometru.
2. Práce vychází z předpokladu, že funkční klasifikace je integrální částí kompletního kardiologického vyšetření, tj. klinického hemodynamického a funkčního.
3. Při stanovení tolerované a limitované výkonnosti poukázáno na skutečnost, že u revmatických srdečních vad nelze toliko ergometrickým vyšetřením určit popřípadě odhalit, ma rozdíl od ischemické choroby srdeční, diagnózu těchto vad.
4. Při stanovení tolerované a limitované výkonnosti byly respektovány subjektivní potíže nemocných, kritérium tepové frekvence i změny zátěžového EKG s těmito závěry:
 - Nejčastěji se při přerušení zátěžového testu uplatňovaly subjektivní potíže, méně často tepová frekvence a v nejmenším počtu se uplatňoval zátěžový EKG. Subjektivní potíže byly dominantním kritériem pro přerušení zatížení, a tím pro stanovení limitované i tolerované výkonnosti. Je to jediné kritérium, které se uplatňovalo u všech diagnóz jak samostatně, tak společně s kritériem tepové frekvence a s patologickým zátěžovým EKG. Při hodnocení závažnosti subjektivních potíží v průběhu zátěžového testu u revmatických srdečních vad je možno teprve po pečlivém rozboru subjektivních potíží a po jejich porovnání s klinickým obrazem usuzovat, do jaké míry se na snížené výkonnosti nemocného podílí vlastní srdeční onemocnění a do jaké míry se uplatňuje dysfunkce periferních oběhových mechanismů. Bez tohoto rozboru nelze toliko stanovení výkonnosti nemocného rozlišit mezi stupněm závažnosti srdečního onemocnění a stupněm jeho adaptace na tělesná zatížení.
 - Při posuzování kritéria tepové frekvence (85 % TF max u nemocných se sinusovým rytmem a 170/min u nemocných s mihotem síní) autorka zjistila, že obě kritéria tepové frekvence se u limitovaného zatížení uplatňují v 50 %, a to bez zřetelnějšího rozdílu mezi jednotlivými srdečními vadami. Z toho vyplývá, že dosažená tepová frekvence u tolerovaného i limitovaného zatížení není dána typem srdečního onemocnění, ale především marušenými transportními mechanismy pro kyslík, v jejichž komplexnosti se tepová frekvence rozličně uplatňuje.
 - Při tolerovaném zatížení bylo kritérium tepové frekvence přestoupeno zcela výjimečně.
 - Při posuzování kritéria tepové frekvence bylo dále zjištěno, že nejvyšší změny tepové frekvence mezi jednotlivými stupni zatížení byly mezi klidem a prvním stupněm zatížení (tj. 0—25 W). U nemocných se sinusovým rytmem to bylo 28 ± 14 tepů/min a tento rozdíl byl vzhledem k dalším stupňům statisticky významný, zatím co u nemocných s mihotem síní byl rozdíl mezi klidem a prvním stupněm zatížení 38 ± 28 tepů/min. Tento rozdíl byl vzhledem k dalším stupňům zátěže statisticky nevýznamný.
 - Při posuzování kritéria tepové frekvence bylo také zjištěno, že při zátěžovém testu značný počet nemocných přestoupil normální hranici tepové frekvence mezi jednotlivými stupni, tj. 8—15 tepů/min.
 - Sledování zátěžového EKG u nemocných s revmatickými srdečními vadami nelze opomenout i když bývá často negativní. Jeho velká cena spočívá především v tom, že objektivizuje kritérium tepové frekvence.
5. Při porovnání a objektivizování navržené funkční klasifikace s funkční klasifikací dle A. H. A. vychází autorka z práce Foxe a spolupracovníků,

jejichž práce uvádí aproximační hodnoty ml O₂/kg/min některých step-testů a několika zátěžových testů na běhátku vzhledem k funkčnímu třídění. Při porovnání hodnot kyslíkové spotřeby vztažených na 1 kg tělesné váhy a minutu u běhátkových zátěžových testů pro funkční třídy I. a IV. s tabulovými hodnotami ml O₂/kg/min, které odpovídají jednotlivým stupňům na bicyklovém ergometru, autorka zjistila, že u obou způsobů zátěžování jsou tyto hodnoty pro odpovídající funkční třídy blízké, což umožnilo sjednotit obě klasifikace, tj. klasifikaci dle A. H. A. a klasifikaci, jak ji navrhuje autorka.

- Podle této klasifikace zařadila autorka kardiaky s V_{toler} 100 W do I. funkční třídy, nemocné s V_{toler} 75 W do II. funkční třídy; dále pokládala za účelné funkční třídu III. dle A. H. A. mající poměrně velikou šíři, rozdělit (na rozdíl od světové klasifikace) na třídu III. a (s V_{toler} 50 W) a třídu III. b (s V_{toler} 25 W).
6. Práce uvádí dále porovnání tolerované výkonnosti nemocných s revmatickou, mitrální stenózou s některými klinickými a hemodynamickými ukazateli.

Při porovnání tolerované výkonnosti mitrálních stenóz s tlaky v plicní arterii a v levé síni, které byly stanoveny peroperačně, zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině 0,05 jen mezi hodnotami diastolického tlaku u nemocných s V_{toler} 25 W a nemocných s V_{toler} 75 W, a to v plicní arterii i v levé síni. Značný rozptyl tlakových intrakardiálních hodnot ukázal, že samá hodnota těchto tlaků nemůže být vodítkem, podle něhož bychom mohli určovat tolerovanou výkonnost. V individuálním posuzování mají však zvýšené intrakardiální tlakové hodnoty význam při indikační rozvaze k operačnímu zákroku.

— Také stupeň zúžení mitrálního ústí i kvalita a případná deformace chlopních cípů nebyly u mitrálních stenóz rozhodující pro určení tolerované výkonnosti. Tyto změny jsou však rovněž závažné při indikaci ke kardiokirurgickému zákroku.

— Při porovnání tolerované výkonnosti s klíčovým EKG a RTG obrazem velikosti srdečního stínu nebyla prokázána přímá závislost závažnosti EKG a RTG srdce na funkční klasifikaci, i když nepřímé nebo přímé známky hypertrofie pravé komory a mírné až střední zvětšení stínu srdečního bylo přítomno u většiny nemocných. Klíčové EKG i RTG srdce se však významně podílí na posuzování závažnosti klinického stavu, který má velký význam při rozboru a hodnocení subjektivních potíží udávaných nemocným při zátěžovém testu.

7. Stanovení klasifikace kardiaků bylo užito jako závažného údaje v rámci komplexní diagnostické rozvahy k chirurgickému zákroku u nemocných s chlopníovými revmatickými srdečními vadami a stalo se nepostradatelným při objektivním dlouhodobém sledování výsledků kardiokirurgické léčby, především jako metoda nenáročná pro nemocného s možností častého opakování. Jako příklad dlouhodobého sledování uvedeni kardiáci se sinusovým rytmem, kteří byli operováni pro mitrální stenózu kolektivem kardiokirurgů II. chirurgické kliniky UJEP v Brně pod vedením přednosty prof. MUDr. V. Kořístka, DrSc.

LITERATURA

1. Andersen, K. L., Stephard, R. J., Denolin, H., Varnauskas, Masironi, R.: Fundamentals of exercise testing. WHO Geneva, 1971.
2. Mallion, J. M., Avezou, F. C., Denis, B.: Les épreuves d'efforts en cardiologie, Documentation Médicale Labaz, 1971.
3. Pochopová, K., Medunová, V.: Rehabilitace v srdeční chirurgii, Rehabilitácia, Suppl., 3, 1971.
4. Patterson, J. A., Naughton, J., Pietras, R. J., Gunnar M.: Treadmill Exercise in Assesment of the Functional Capacity of Patiens with Cardiac Disease. A. J. of Cardiology, 758, 30, 1972.
5. Arstila, M.: Pulse-conducted Triangular Exercise — ECG Test, Acta Medica Scandinavica, Supplementum 529, 1972.
6. Kazuya Miyake: Studies of Rehabilitation of Cardiac Patients — Evaluation of Cardiac Function by Step Test—, Japanese Circulation Journal, 1005, 36, 1972.
7. Yoshinori Fujita: Studies on the Evaluation of Cardiac Function in Patients With Cardiovascular Diseases II Multiple Load Test with Treadmill, Japanese Circulation Journal, 821, 37, 1973.
8. Myocardial Infarction, WHO, Geneva, 1973.
9. Fox, S. M., Gazes, P. G., Blackburn, H. V., Bruce, R. A., Campney, H. K., Master, A. M., Mattingly, T. W., McDonough, J. R., Sheffield, L. T., Twaites, K.: Exercise and stress testing workshop report, J. South Carolina Med. Assoc. 69, Suppl. Dec, 1969.
10. Wright, S.: Klinická fystologie, Avicenum, Praha, 1970.
11. Astrand, P. O., Rodhal, K.: Textbook of Work Physiology, McGraw-Hill Book Company, New York, 1970.
12. Štejska, M.: Angina pectoris, Avicenum, Praha, 1973.
13. Pochopová, K., Němcová, Z.: Léčebná tělesná výchova u kardiaků ve skriptech. min. zdrav., Praha, MEZ, 1955.
14. Lowenthal, M.: Cardiovascular effects of exercise in the normal and cardiac. Brit. J. phys. Med. 13—17, 1954.
15. Fejfar, Z. a spol.: O vzniku edemu, Praktický lékař, 616, 1949.
16. Hill, A. V., Long, C. N. H., Lupton, H.: Muscular exercise, lactic acide and the supply and utilisation of oxygen. Proc. Roy. Soc. B, 478, 1924.
17. Flandrots, J., Sepetjian, J. et Lacour, J. R.: La détermination de l'aptitude physique; les indices morphologiques et les épreuves fonctionnelles circulatoires et respiratoires, Revue des Corps de Santé des Armées, 981, 7, 1966.
18. Dejours, F., Labrousse, Y., Teillac, A.: C. R. Acad. Sci. (Paris) 248, 2129, 1959.
19. Bykov, K. M.: Mozková kúra a vnitřní orgány, Praha, 1952.
20. Widimský, J.: Kardiovaskulární systém a tělesná námaha, Avicenum, Praha, 1975.
21. Sarnoff, S. J.: Handbook of Physiology, Vol. I., Circulation, 489, Washington, 1962.
22. Lange Andersen, K.: The cardiovascular system in exercise. In: Exercise physiology, Falls, H. B., ed., New York, 1968.
23. Martinet, A.: Epreuve fonctionnelle circulatoire: appréciation de la puissance de réserve du coeur. Presse Méd., 27, 14, 1916.
24. Lian, C.: Épreuve d'aptitude physique à l'effort, Presse Médicale, 563, 24, 1916.
25. Johnson, R. E., Brouha, E.: Pulse rate, blood lactate and duration of effort in relation to activity to perform strenuous exercise, Rev. Canad. Biol. 171, 1, 1942.
26. Brouha, E. A., Craybiel, A. et Hearsh, O. M.: Step-test: simple method of measuring physical fitness for hard muscular work in adult man, Rev. Canad. Biol., 2, 1943.
27. Ruffier, J. E.: Considération sur l'indice de résistance du coeur à l'effort. Med. Educ. Phys et Sport, 25, 7, 1951.
28. Degré, S. et Denolin, H.: Etude de l'aptitude physique par détermination de la fréquence cardiaque au cours de l'effort et pendant la période de récupération, Acta Cardiologica. 20, 1965.
29. Monod H., Pottier, M.: Les adaptations respiratoires du travail musculaire. Dans Sherrer, Physiologie du travail (ergonomie-), Paris, Masson, 209, 1, 1967.
30. Mitchell, J. H., Sproule, B. J., Chapman, C. B.: The physiologica meaning of maximal oxygen intake test. J. Clin. Invest., 538, 37, 1958.
31. Master, A. M., Oppenheimer, E. T.: A simple exercise tolerance test for circulatory efficiency with standard tables for normal individuals, Amer. J. med. Sci, 223, 177, 1929.
32. Letunov, S. P., Motyljanská, L.: Lékařská kontrola v tělesné výchově, Praha, 1953.
33. Robinson, B. F.: Experiment of physical fitness in relation

- Int. Z. angew. Physiol., 251, 10, 1938.
34. *Flandrois, R.*: La consommation maximale d'O₂, Presse Med., 1267, 69, 1961.
 35. Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age.
P. O. Astrand — Munksgaard Ed. Copenhagen 1952.
 36. *Broustet, P., Sagardiluz, J., Bricaud, H., Cottin, D.*: La détermination de la possibilité d'effort chez les cardiaques, Arch. Mal. Coeur, 56, 57, 1964.
 37. *Sadoul, P., McIlhany, M. L., Aubertin, N., Durand, D.*: Les différentes variables respiratoires au cours de l'exercice de vingt minutes chez l'adulte sain, Entret. Physiopath. Resp., Nancy, 127, 2, 1950.
 38. *Shephard, R. J., Allen, C., a spol.*: Internationally agreed procedures for the testing of cardiorespiratory fitness in:
Internationales Seminar für Ergometrie in Berlin 1967. Ergon Verlag, Berlin, 1968.
 39. *Schmidt, F. L.*: Über den Einfluss der Umdrehungszahl auf verschiedene Parameter des kardo-pulmonalen Systems während Trekkurbelastung bei submaximaler Belastung. In: 2 Internationales Seminar für Ergometrie in Berlin 1967. Ergon Verlag, Berlin, 1968.
 40. *Messin, R., Degré, S., Vandermoten, P. & Denolin, H.*: Ergometry in cardiology. In: Internationales Seminar für Ergometrie in Berlin, 1967, Ergon Verlag, Berlin, 27, 15, 1968.
 41. *Cherchi, A.*: A synthetic triangular exercise test. In: Ergometry in cardiology, Boehringer Mannheim GmbH, 65-87, Mannheim 87, 65, 1968.
 42. *Bonjer, F. H.*: Physical working capacity and energy expenditure. In: Ergometry in cardiology. Boehringer Mannheim GmbH, 31, 23, 1968.
 43. World Health Organization Technical Report Series: Exercise Tests in Relation to Cardiovascular Function, 388, Geneva, 1968.
 44. *Master, A. M. 1925 In: Master, A. M., Oppenheimer, E. T.*: A simple exercise tolerance test for circulatory efficiency with standard tables for normal individuals, Amer. J. med. Sci., 117, 223, 1929.
 45. *Rowell, L. B., Taylor, H. L., Simonson, E. & Carlson, W. S.*: The physiologic fallacy of adjusting for body weight in performance of the Master two-step test, Amer. Heart J., 461, 70, 1965.
 46. *Pochopová, K., Vokáč, Z., Pochopová, V., Rýdlová, N.*: Využití změn spotřeby kyslíku a ventilace po standardní námaze k ocenění funkčního stavu u zúžení levého žilního ústí, Vnitřní lékařství, 10, 1959.
 47. *Ford, A. B. & Hellerstein, H. K.*: Energy cost of the Master two-step test. J. Amer. med. Ass., 1868, 164, 1957.
 48. *Blackburn, H., Taylor, H. L., Vasquez, C. L., Puchner, T. C.*: The electrocardiogram during exercise: Findings in bipolar chest leads of 1449 middle-aged men, at moderate work levels. Circulation 1034, 34, 1966.
 49. *Hettinger, T. & Rodahl, K.*: Ein modifizierter Stufentest zur Messung der Belastungsfähigkeit des Kreislaufes. Dtsch. med. Wschr., 1960, 553, 85.
 50. *Van Lingen, B., Seaward, P. D., Odendaal, W. A.*: Work speed as a measure of an equivalent exercise stress in subjects of different weights, Circulation, 940, 32, 1965.
 51. *Astrand, P. O., Ryhming, I.*: A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work, J. Appl. Physiol. 218, 7, 1954.
 52. *Meilerowicz, H.*: Ergometrie, Urban & Schwarzenberg, München-Berlin 1962.
 53. *Taylor, H. L., Buskirk, E. & Henschel, A.*: Maximal oxygen intake as an objective measure of cardiorespiratory performance. J. appl. Physiol., 73, 8, 1955.
 54. *Sjöstrand, T.*: Changes in the respiratory organs of workmen at an ore smelting works, Acta med. scand., 687, 196, 1947.
 55. *Wahlund, H.*: Determinations of the physical working capacity. Acta med. scand. (suppl. 215), 1948.
 56. *Reindell, H., König, K., Roskamm, H.*: Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken Herzens. Beziehungen zwischen Herzgröße und Leistung, Georg Thieme Verlag. Stuttgart. 1967
 57. *Borg, G., Dahlström, H.*: The reliability and validity of a physical work test. Acta physiol. scand., 57, 1, 1962.
 58. *Cherchi, A., Raffo, M., Porrazzo, G.*: Studio comparativo della frequenza cardiaca a delle modificazioni metaboliche nel corso delle prove da sforzo con carico costante e delle prove da sforzo scalari 10/watts/min., 20 watts/2 min., 30 watts/3 min. Boll. soc. It. cardiol., 1473. 42, 1966.
 59. *Pochopová, K.*: Změna adaptace na tělesné zatížení po implantaci umělých mitrálních a aortálních chlopní, Pracovní lékařství, 150, 23, 1971.
 60. *Bruce, R. A., Blackmon, J. R., Jones,*

- J. W., Strait, G.: Exercise testing in adult normal subjects and cardiac patients, *Pediatrics*, Part II, 742, 32, 1963.
61. Doan, A. E., Peterson, D. R., Blackmon, J. R. & Bruce, R. A.: Myocardial ischemia after maximal exercise in healthy men. A method for detecting potential coronary heart disease?
 † Amer. Heart J., 69, 11, 1965.
62. Naughton, J., Lategola, M. T.: The evaluation of physical performance in cardiac patients. In: *Medicine and Sport*, Vol. 4: Physical Activity and Aging, 156, Karger, Basel/New York, 1970.
63. Denolin, H., König, K., Messin, R., Degré, S.: *Die Ergometrie in der Kardiologie*, Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim 1968.
64. Nomenclature and Criteria for Diagnosis of Diseases of the Heart and Blood Vessels, Ed., 5, Criteria Committee of The New York Heart Association, New York Heart Association, New York, 1953.
65. Fox, S. M., Naughton, J. P., Haskell. W. L.: Physical activity and the prevention of coronary heart disease, *Annals of Clinical Research*, 404, 3, 1971.
66. Mládek, A., Fejfar, Z.: *Mitrální stenóza*, SZdN, Praha, 1958.
67. Frick, M. H., Punsar, S., Somer, T.: The Spectrum of Cardiac Capacity in Patients with Nonobstructive Congenital Heart Disease, *A. J. of Cardiology*, 20, 17, 1966.
68. Davtes, H., Gazetopoulos, n.: Haemodynamic Changes on Exercise in Patients with Left- to Right Shunts, *Brit. Heart J.*, 579, 23, 1968.
69. Pochopová, K.: L'état fonctionnel des cardiaques en corrélation avec leur image clinique et haemodynamique, IV. *Congressus cardiologicus Europaeus-Abstracta*, 258. SZdN Praha, 1964.
70. Selzer, A., Cohn, K. E.: Natural History of Mitral Stenosis, *A. Review Circulation*, Volume XLV, April 1972.

Автора navrhuje funkční klasifikaci nemocných s revmatickou srdeční chorobou zjištěnou ergometrickým vyšetřením. Autorka porovnává tuto funkční klasifikaci se světovou klasifikací kardiaků dle A. H. A. a to na základě objektivních dat Foxe a spolupracovníků. Dále ukazuje na využití navržené klasifikace v srdeční chirurgii. Práce vychází z fyziologického předpokladu, že funkční klasifikace je integrální částí kompletního kardiologického vyšetření, t. j. haemodynamického, klinického a funkčního. U 105 nemocných převážně s chlopňovými revmatickými srdečními vadami jsme sledovali výkonnost ve watttech pomocí víceúrovňového testu na bicyklovém ergometru.

Výsledky ergometrického vyšetření autorka zpracovala z trojího hlediska.

Stanovila tolerovanou a limitovanou výkonnost. Zhodnotila uplatnění jednotlivých kritérií při limitovaném zatížení a to: subjektivní potíže, 80 % TF max dle věku u nemocných se sinusovým rytmem, TF 170/min u nemocných s mihotem síní a zá-
těžové EKG. Porovnála hodnoty kyslíkové spotřeby vztažené na kg tělesné váhy a minutu u běhátkových zátěžových testů pro funkční třídy I.—IV. s tabulkovými hodnotami ml O₂/kg/min, které odpovídají jednotlivým stupňům na bicyklovém ergometru a zjistila, že u obou způsobů zatěžování jsou tyto hodnoty pro odpovídající funkční třídy blízké.

U nemocných s revmatickou mitrální stenózou porovnála autorka tolerovanou výkonnost s peroperačně měřenými tlaky v plicní artérii a v levé síni, dále se stupněm zúžení i kvalitou mitrální chlopně a konečně s klidovým EKG i RTG obrazem velikosti srdečního stínu.

Stanovení klasifikace kardiaků na základě ergometrického vyšetření je uvažováno jako závažný údaj v rámci komplexní diagnostické rozvahy k chirurgickému zákroku a pokládáno nepostradatelným při objektivním dlouhodobém sledování efektů kardiochirurgické léčby, především jako metoda nenáročná pro nemocného s možností častého opakování.

Резюме

Автор предлагает функциональную классификацию больных ревматическим заболеванием сердца, обнаруженным эргометрическим исследованием. Автор сравнивает эту функциональную классификацию с мировой классификацией сердечно больных по А. Н. А., а именно на основании объективных данных Фокса и сотрудников. Далее она описывает использование предложенной классификации в хирургии сердца. Работа исходит из физиологического предположения, что функциональная классификация является интегрирующей составной частью комплексного кардиологического обследования, т. е. гемодинамического, клинического и функционального. У 105 больных, преимущественно с ревматическими пороками сердечных клапанов мы исследовали производительность в ваттах при помощи многоступенчатого теста на велосипедном эргометре.

Результаты эргометрического исследования автор обработала с трех точек зрения.

Она определила допустимую и лимитированную производительность. Обсудила применение отдельных критериев при лимитированной нагрузке, а именно: субъективные затруднения, 80 % TF макс. смотря по возрасту больных с синусовым ритмом, TF 170/мин. у больных с мерцанием предсердий и электрокардиограмма при нагрузке.

Автор сравнивала значения расхода кислорода применительно к кг веса тела и минуте при пробе с нагрузкой на ходильном аппарате для функциональных классов I. — IV с табличными значениями мл O₂/кг/мин., отвечающими отдельным степеням на велосипедном эргометре и установила, что при обоих способах нагрузки эти значения в соответствующих функциональных классах близки.

У больных с ревматическим митральным стенозом автор сравнивала допустимую производительность с перооперационно измеряемыми давлениями в легочной артерии и в левом предсердии, далее со степенью сужения и качеством митрального клапана и, наконец, с ЭКГ в покое и рентгеновской картиной величины сердечной тени.

Становление классификации сердечно больных на основании эргометрического исследования рассматривают как важное показание в рамках комплексного диагностического рассуждения о хирургическом вмешательстве и считают необходимым при объективном длительном исследовании эффектов кардиохирургического лечения, главным образом как нетребовательного для больного метода с возможностью частого повторения.

Die Verfasserin empfiehlt eine funktionale Klassifikation der Patienten mit durch ergometrische Untersuchung festgestellten rheumatischen Herzerkrankungen. Sie vergleicht diese funktionale Klassifikation mit der überall in der Welt angewandten Klassifikation der Kardiaken nach A. H. A., und zwar aufgrund der von Fox und Mitarbeitern ausgearbeiteten objektiven Daten. Ferner deutet sie auf die mögliche Nutzung der vorgeschlagenen Klassifikation in der Herzchirurgie hin. Die Studie geht von der physiologischen Voraussetzung aus, daß die funktionale Klassifikation integraler Bestandteil der kompletten kardiologischen Untersuchung ist, d. h. der hämodynamischen, der klinischen und der funktionalen. Bei 105 Patienten, überwiegend mit rheumatischen Herzklappenfehlern, wurde die Leistungsfähigkeit mit Hilfe von mehrstufigen Tests auf dem Fahrradergometer (in Watt) verfolgt. Die Ergebnisse der ergometrischen Untersuchung wurden von der Verfasserin von drei Gesichtspunkten aus verarbeitet.

Sie stellte die tolerierte und limitierte Leistungsfähigkeit fest.

Sie wertete die Signifikanz der einzelnen Kriterien bei limitierter Belastung, und zwar: subjektive Beschwerden, 80 % TF max je nach Alter bei Patienten mit Sinus-Rhythmus, TF 170/min bei Patienten mit Flimmern der Kammern sowie Belastungs-EKG. Sie verglich die Werte des auf je 1 kg Körpergewicht pro Minute entfallenden Sauerstoffverbrauchs bei mit Laufapparaten durchgeführten Belastungstests für die Funktionsklassen I.—IV. mit dem Tabellenwerten ml O₂/kg/min, die den einzelnen Stufen auf dem Fahrradergometer entsprechen, und stellte fest, daß bei beiden Belastungsweisen für die entsprechenden Funktionsklassen nahe Werte zu verzeichnen sind.

Bei Patienten mit rheumatischer mitraler Stenosis verglich die Verfasserin die tolerierte Leistungsfähigkeit mit den postoperativ gemessenen Druckwerten in der Lungenarterie und in der linken Kammer, ferner mit dem Grad der Verengung und mit der Qualität der Mitralklappe sowie schließlich mit dem Ruhe-EKG und dem Röntgenbild der Größe des Herzschattens.

Die Festlegung der Klassifikation der Herzpatienten aufgrund der ergometrischen Untersuchung wird als wichtige Angabe innerhalb der komplexen Diagnostik-Bilanz zum chirurgischen Eingriff angesehen, die bei der langfristigen objektiven Beobachtung der Auswirkungen der kardiologischen Behandlung, vor allem als eine für den Patienten anspruchlose und häufig wiederholbare Methode, unentbehrlich ist.

Summary

The author suggests functional classification in patients with rheumatic heart disease which was determined by ergometric examination. This functional classification is being compared with the world classification of cardiac patients according to A. H. A. on the basis of objective data of Fox et al. Also emphasized is the application of the suggested classification for cardiosurgery. Based on physiological presumptions the paper describes that classification is an integral part of complete cardiac examination, i. e. hemodynamic, clinical and functional examination. In 105 patients, in the majority with valvular rheumatic heart disease, performance in watt by polygrade test on the bicycle ergometer was followed up.

Results of the ergometric examination were elaborated from three points of view:

Determination of tolerance and limited efficiency. Evaluation of assertion of the individual criteria in limited load: subjective complaints, 80 % TF max according to age in patients with sinus rhythm, TF 170/min, in patients with atrial fibrillation and working ECG. Compared were oxygen consumption in relation to body weight and minute in the running belt test for functional classification I—IV with table values ml O₂/kg/min. which correspond with the individual grades on the bicycle ergometer. It was found that for both kinds of load the values for corresponding functional classes are similar.

In patients with rheumatic mitral stenosis the tolerated efficiency with the preoperative pressure in pulmonary artery and in the left atrium was compared, with the

resting ECG and the X-ray picture of the size of the heart.

The classification of cardiac patients based on ergometric examination is considered to be an important data for diagnostic contemplation for surgery and essential for the objective long-term follow up of the effect of cardiosurgical treatment, and above all a suitable method of examination for the patient which can be often repeated.

Résumé

L'auteur propose une classification fonctionnelle des malades affectés de rhumatismes cardiaques déterminés par l'examen ergométrique. Elle compare cette classification fonctionnelle à la classification mondiale des cardiaques selon A. H. A. sur la base des données objectives de Foxe et col. Par la suite, elle démontre l'application de la classification proposée dans la cardiochirurgie. L'article se base sur la supposition physiologique que la classification fonctionnelle fait partie intégrale d'un examen cardiologique complet, c. a. d. hemodynamique, clinique et fonctionnel. Chez 105 patients dont la majorité étaient affectés de défauts valvulaires rhumatismaux, on a contrôlé la performance en watts à l'aide de test multigrade sur une bicyclette ergométrique.

Les résultats de l'examen ergométrique sont élaborés par l'auteur des trois points de vue suivants:

La détermination de l'efficiency tolérée et limitée. L'évaluation de l'application des différents critères dans l'effort limité: difficultés subjectives, 80 % TF max suivant l'âge des patients avec sinus du rythme, TF 170 à la minute chez les patients affectés de fibrillations des oreillettes et E. E. G. chargé.

La comparaison des valeurs de consommation d'oxygène relatives à un kilogramme de poids physique et à la minute dans les tests chargés pour les classes fonctionnelles I à IV avec valeurs de tables ml O₂/kg/min correspondent aux différents degrés sur la bicyclette ergométrique. L'auteur a constaté que dans les deux procédés de surcharge ces valeurs sont voisines vu les classes fonctionnelles correspondantes.

Chez les patients affectés de sténose mitrale rhumatismale, l'auteur a comparé la puissance tolérée avec les pressions postopératoires mesurées dans l'artère pulmonaire et l'oreillette gauche, puis avec les degrés de contraction et la qualité de la valvule mitrale et enfin à l'E. E. G. et la radiographie normales de la grandeur du noir cardiaque.

La détermination de la classification des cardiaques sur la base d'examen ergométrique est considérée comme une donnée importante dans la balance complexe du diagnostic pour une intervention chirurgicale et aussi comme essentielle dans le contrôle objectif à long terme des effets de traitement cardiochirurgical, tout d'abord comme méthode modeste pour le malade et possibilité de répétition.