

## 8 Výkonnostní a fitness testy

### 8.1 Všeobecné zásady a principy

Výpovědní hodnota testu je určena chováním sportovce před a během vlastního testování, vnějšími podmínkami a kvalitou testu (objektivitou, reliabilitou, validitou). Znalosti a praktické zkušenosti s prováděním a vyhodnocováním testu nepotřebuje jenom vyšetřující osoba, ale i sám sportovec může do značné míry pomoci zvýšit jeho výpovědní hodnotu. V tomto smyslu je zapotřebí chápat následující zásady a principy.

#### Všeobecné zásady provádění vytrvalostních testů

- ◆ Podmínkou testování je sportovcův bezvadný zdravotní stav bez námitek ze strany lékaře.
- ◆ Před testováním podobně jako před závodem sportovec konzumuje jen lehkou stravu.
- ◆ Před každým ergometrickým testem se sportovec musí zahřát a rozcvičit (5–15 min).
- ◆ Při výběru testu je zapotřebí respektovat specifika jednotlivých sportovních odvětví a aktuální úroveň kondice sportovce.
- ◆ Kontrola tělesného zatížení se provádí měřením srdeční frekvence sportestrem.
- ◆ Po skončení testu následuje 10ti minutové zklidnění (vyjetí, vyklusání).
- ◆ U ergometrických i terénních testů je nutné počítat s motorickým „zaučováním“. Proto se první test hodnotí jako zkušební.
- ◆ Opakování testů má smysl za srovnatelných podmínek teprve až po 4 až 6 týdnech.

#### Stupňovitý princip

Ve vytrvalostních sportech se jako diagnostický postup osvědčil princip stupňovité zvyšování zatížení. Smyslem testování je ověřit funkčnost srdečně-oběhového a dechového systému a otestovat výkonnost aerobního a anaerobního metabolismu. Výkonnost svalstva, metabolismu a srdečně-oběhového systému se hodnotí na různých submaximálních stupních a při individuálně maximálním zatížení. V praxi se mohou jednotlivé stupňovité testy značně lišit. Pro podobu tohoto testu v jednotlivých sportech a disciplínách neexistují žádné jednotné normy, a to jak z pohledu národního, tak i mezinárodního, což podstatně zhoršuje možné srovnávání dosažených výsledků.

#### Všeobecné principy provádění stupňovitých testů

1. Délka trati nebo zatížení je na každém stupni stejná nezávisle na rychlosti a představuje minimálně 3 minuty.
2. Nárůst rychlosti, resp. výkonu od jednoho stupně ke druhému se řídí celkovým počtem stupňů zatížení a výkonností sportovce. Při samotném testu již není možné měnit předem stanovené zvyšování zatížení. Stupně zatížení zpravidla odpovídají určitému procentuálnímu zatížení vzhledem k nejlepšímu závodnímu výkonu. Nejčastěji sportovec začíná na 75–80 % s následným zvyšováním na 85, 90, 95 a 100 %. Při běžeckých testech se více používají stupně 0,25 m/s nebo 1 km/h. Na cykloergometru představuje jedno zvýšení zátěže 20 až 50 W.
3. Pro určení tréninkové rychlosti a srdeční frekvence v aerobním, aerobně-anaerobním a anaerobním pásmu je zapotřebí minimálně tří stupňů zatížení. Výpovědní hodnota testu se zvyšuje s počtem stupňů. V praxi se nejlépe osvědčilo používání 5–6 stupňů.

## Výkonnostní a fitness testy

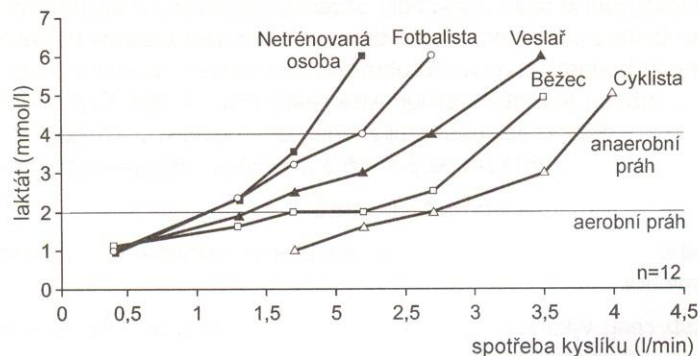
4. Čím je delší závodní trať, na kterou se sportovec připravuje, tím delší by měl být samotný test. Středotrátař testuje s kratšími stupni než maratonec.
5. Podle možností by se stupňovitý test měl co nejvíce podobat specifické jednotlivého sportovního odvětví, tzn. že běžci testují na běžeckém pásu nebo v terénu, cyklisté na cykloergometru nebo v terénu, inline bruslaři v terénu atd. Pro plavce nemá test na cykloergometru význam.

### Zdůvodnění provedení testu

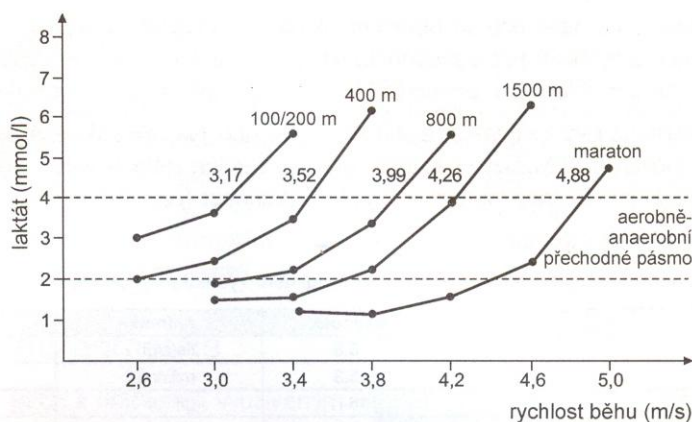
Tréninková adaptace probíhá jen v těch svalových skupinách, které jsou v příslušných sportech skutečně zatěžovány. Při výběru vhodného testu je proto zapotřebí zohlednit patřičná specifika. Pro závodního cyklistu má běžecký test v tomto smyslu jen malou výpovědní hodnotu. Obrázek 72 ukazuje rozdílnou velikost aerobně-anaerobního prahu (vlivem různé kondice svalstva) v jednotlivých sportovních odvětvích.

Čím vyšší je maximální spotřeba kyslíku, tím méně je zapojen anaerobní metabolismus. Posun křivky laktátu a výkonu vpravo závisí na úrovni a podílu aerobního tréninku v daném sportovním odvětví. Veslaři, cyklisté a běžci setrvávají v aerobním pásmu mnohem déle než sportovci ve sportovních hrách. Laktátová křivka závisí na obsahu tréninku v daném sportu, u netrénovaných osob a sportovců ve sportovních hrách leží extrémně vlevo a u běžců a cyklistů naopak vpravo (obr. 72).

Ve vztahu ke spotřebě kyslíku mají sportovci s vyšší aerobní výkonností svalstva dolních končetin při srovnatelném cykloergometrickém zatížení menší hladinu laktátu. Výrazné výkonnostní rozdíly jsou i u běžců. Špičkové světové sprinterky a vytrvalkyně se liší v rychlosti běhu při laktátu 4 mmol/l o pozoruhodných 1,2 m/s (obr. 73). Speciální trénovanost svalstva, srdečně-oběhového systému a energetického metabolismu se odráží v maximálních hodnotách laktátu. Mobilizace anaerobního metabolismu a tím i úroveň tvorby laktátu je u středotrátařů vyšší než u vytrvalců. U maratonců způsobuje tréninková monotónnost ztrátu mobilizace anaerobních schopností. Do pohybu se aktivně nezapojují rychlá, ale pouze pomalá svalová vlákna.



**Obr. 72** Koncentrace laktátu a spotřeba kyslíku při rostoucím zatížení na jednotlivých stupních u netrénované osoby a sportovců různých sportovních odvětví



**Obr. 73** Rychlost běhu a aerobní a anaerobní práh vrcholových sprinterek a běžkyň. Průměrné hodnoty německých špičkových atletek (podle Hollmanna a kol., 1986).

### Výběr optimální podoby testu

Vedle výběru vhodné formy zatížení je nutné přizpůsobit specifickým nárokům dané sportovní disciplíny i délku zatížení a míru jeho zvýšení na každém stupni. U vytrvalostních sportů je prioritní dlouhé zatížení na každém stupni. V opačném případě by naměřená hodnota laktátu odpovídala některému z předcházejících stupňů. Čas potřebný k funkční stabilizaci na každém stupni představuje v závislosti na úrovni trénovanosti přibližně 2–6 min [Neumann, Schueler, 1994]. Vytrvalci potřebují pro dosažení této funkční vyrovnanosti – „Steady Steate“ jevu – méně času než netrénované osoby.

Dalším kritériem podoby stupňovitého testu je nárůst zatížení od jednoho stupně ke druhému, pro který ovšem neexistují žádná obecně platná doporučení. U vytrvalostních sportů je vhodné vycházet z maximálního výkonu s pětiprocentním odstupňováním zbývajících zatížení. Počáteční intenzita dosahuje 70–75 % maximálního výkonu, při každém dalším stupni se intenzita nebo rychlost zvyšuje přibližně o 5 % až do maximálního výkonu. Z individuálního hlediska jsou v praxi možné určité odchylky, obecně lze však konstatovat, že nárůst zatížení je u trénovaných sportovců nižší než u netrénovaných osob.

### Laboratorní a terénní testy

V praktickém tréninku se z různých důvodů provádějí testy v laboratoři nebo v terénu. **Laboratorní testy** jsou vhodné ke střednědobému a dlouhodobému sledování zdravotního stavu a výkonnostního rozvoje, ale i k určení aktuální výkonnosti sportovce. Tyto testy jsou zpravidla kombinovány s komplexní lékařskou prohlídkou. Na akreditovaných pracovištích výkonnostního a vrcholového sportu je standardně vyšetřována celá řada biochemických parametrů [tab. 35]. Ve výkonnostní diagnostice se jedná především o měření spotřeby kyslíku, minutového dechového objemu, srdeční frekvence a koncentrace laktátu.

**Terénní testy** jsou upřednostňovány pro krátko- a střednědobou kontrolu účinnosti tréninku a pro stanovení tréninkových pásem. Počet měřených veličin není v porovnání s laboratorními testy tak velký. Výsledkem terénních i laboratorních testů je určení minimálně tří tréninkových pásem:

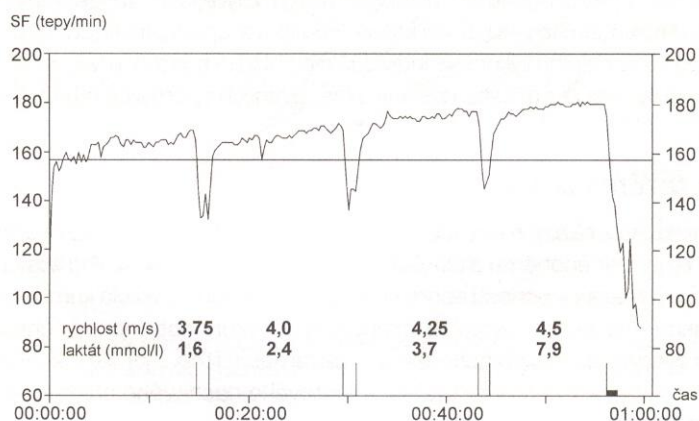
## Výkonnostní a fitness testy

- srdeční frekvence a rychlost pro aerobní trénink (základní vytrvalost 1);
- srdeční frekvence a rychlost pro aerobně-anaerobní trénink (základní vytrvalost 2);
- srdeční frekvence a rychlost pro anaerobní trénink (speciální závodní vytrvalost).

V terénu se měří zejména rychlost, laktát a srdeční frekvence. Na základě laktátové křivky a křivky srdeční frekvence můžeme v závislosti na počtu stupňů a délce zatížení velmi diferencovaně diagnostikovat aerobní, aerobně-anaerobní a anaerobní výkonnost [obr. 74].

**Tab. 35** Výsledky biochemického laboratorního vyšetření (originální výsledky výkonnostního vytrvalce)

Parametr	hodnota	jednotka	norma
Leukocyty	5,8	tisíc/ $\mu$ l	3,8–9,0
Erytrocyty	5,3	milion/ $\mu$ l	4,2–6,2
Hemoglobin	146	g/l	130–180
Hematokrit	0,48	%	0,37–0,54
MCV	90	fl	85–95
MCH - obsah HB v erytrocytech	29	pg	27–33
MCHC - koncentrace hemoglobinu v erytrocytech	332	g/l	300–360
Glukóza (nalačno)	4,14	mmol/l	3,35–5,55
AST	0,38	$\mu$ kat/l	0,1–0,7
ALT	0,56	$\mu$ kat/l	0,1–0,75
Cholesterol	4,3	mmol/l	3,1–5,7
HDL-cholesterol	1,7	mmol/l	1,0–1,8
Triglyceridy	1,18	mmol/l	0,35–1,7
Kyselina močová	286	$\mu$ mol/l	120–416
Močovina	5,82	mmol/l	3,6–8,9
Kreatinin	72	$\mu$ mol/l	40–110
Kreatinkináza	74	U/l	až 120
Draslík	4,3	mmol/l	3,8–5,5
Železo	12,9	$\mu$ mol/l	9,0–32
Hořčík	0,89	mmol/l	0,66–1,07
Feritin	42	$\mu$ g/l	6–280



**Obr. 74** Běžecový test v terénu 4× 3000 m vybraného triatlonisty. V důsledku postupně zrychlovaného běhu (3,75 až 4,5 m/s) je čas zatížení kratší a celkové zatížení vzrůstá. Při testu se zvyšuje srdeční frekvence a laktát, dochází k přechodu od aerobního k anaerobnímu metabolismu.

## 8.2 Laboratorní testy

K nejtýpictějším laboratorním testům patří cykloergometrie a testování na běžeckém pásu. Oba dva ergometry v současné době vlastní již celá řada diagnostických zařízení. Při výběru ergometrického testu je potřeba brát v úvahu specifika daného sportu. Nejvhodnější jsou ty trenažéry, které zcela nebo nejméně odpovídají tréninkovému zatížení, tzn. že běžci netestují na cykloergometru a cyklisté na běžeckém pásu. V kombinovaných sportovních odvětvích, jako např. v triatlonu, jsou nutné obě formy testů.

### 8.2.1 Cykloergometrie

Cykloergometr patří k nejčastěji využívaným diagnostickým trenažérům. Výkon se měří ve wattech (W). Ve sportu se cykloergometrická vyšetření provádějí vsedě, v klinické praxi je za určitých okolností toto vyšetření možné i vleže.

#### Počáteční zatížení

Standardizace počátečního zatížení se neprosadila. V případě pochybností by mělo být počáteční zatížení spíše nižší, jelikož jej lze zároveň využít pro zahřátí organismu sportovce. Netrénované osoby a děti začínají ergometrii na 25–50 W, u výkonnostních sportovců leží hodnota počátečního zatížení mezi 70–150 W. Pro praxi je důležité, aby při počátečních stupních zatížení docházelo jen k velmi malé tvorbě laktátu. Na obrázku 75 je schéma stupňovité ergometrie ve výkonnostním sportu. Zatímco se délka zatížení na jednom stupni u netrénovaných osob pohybuje mezi 2–3 min, u výkonnostních sportovců se prodlužuje na 4–5 minut. V průběhu této doby se funkční systémy dostávají do „Steady State“ stavu. Nejčastěji měřenými fyziologickými veličinami při cykloergometrii jsou srdeční frekvence, laktát a spotřeba kyslíku [obr. 76].

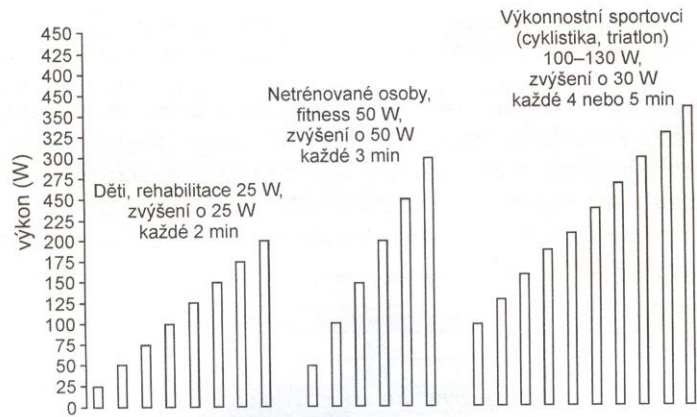


Protože průběh testu se stupňovaným zatížením vede až k subjektivnímu vyčerpání testované osoby, měří se v samotném závěru testu maximální hodnoty spotřeby kyslíku, srdeční frekvence a koncentrace laktátu. To platí zejména pro speciální silově-vytrvalostní zatížení na cykloergometru [obr. 77]. Jelikož se sportovci vždy úplně nevyčerpají, je důležité znát pomocná objektivní kritéria [tab. 36].

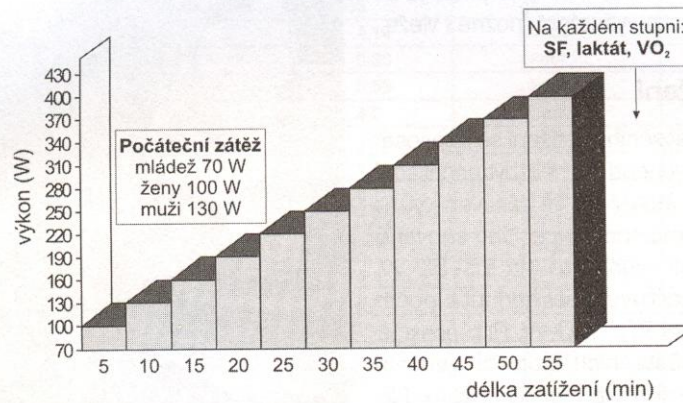
Pro posouzení výkonnosti na kole se ve výkonnostním sportu osvědčily zejména dvě veličiny. Jedná se o dosažený výkon při laktátu 2 nebo 3 mmol/l vztahený k tělesné hmotnosti a o výkon na konci pokusu (maxW/kg). Obě veličiny informují o síle šlapání, to znamená o aerobní (submaximální) i maximální silové vytrvalosti. Špičkoví cyklisté dosahují výkonu přes 4,5 W/kg při laktátu 2 mmol/l a na konci testu dokonce přes 6,5 W/kg, což pro ostatní sportovce představuje nedosažitelné hodnoty.

Pro řízení cyklistického tréninku je důležitý výkon při hodnotě laktátu 3 mmol/l, kterému odpovídá srdeční frekvence v tréninku základní vytrvalosti 2.

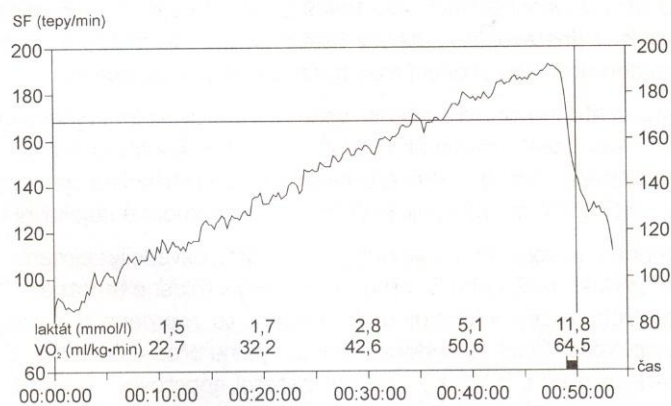
## Výkonnostní a fitness testy



Obr. 75 Stupně zatížení při cykloergometrii v závislosti na výkonnosti sportovců



Obr. 76 Stupňovitý test na cykloergometru v triatlonu. Jednotlivé stupně zatížení následují bez přestávky až do subjektivního vyčerpání.



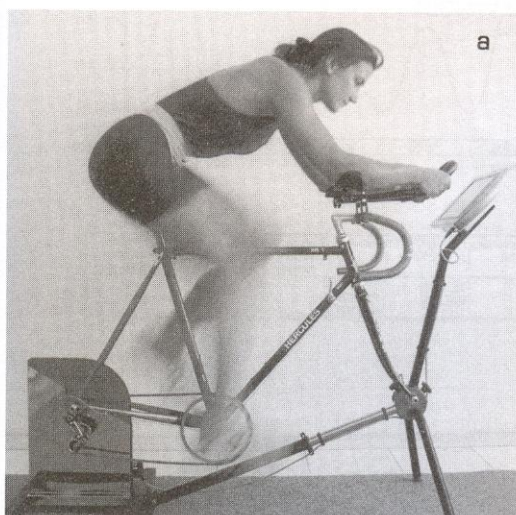
Obr. 77 Stupňovitý test cyklisty na cykloergometru s počátečním zatížením 130 W a stupňováním každých 5 minut o 30 W. Zobrazena je srdeční frekvence, laktát a spotřeba kyslíku na každém stupni zatížení.

Tab. 36 Kritéria stavu vyčerpání při cykloergometrii ve výkonnostním sportu

veličina	kritérium
srdeční frekvence (tepy/min)	> 190 (podle věku)
respirační kvocient	> 1,0
dechový ekvivalent	> 30
laktát (mmol/l)	> 8
spotřeba kyslíku (ml/min)	ploší konec ("leveling off")
dosažený maximální výkon (W/kg)	> 4,0 ženy, > 4,5 muži

### Speciální cykloergometr (Cyclus 2)

Vedle běžných cykloergometrů dnes existují i zařízení, která respektují zvláštnosti cyklistiky a umožňují přesné nastavení výkonu a detailní kontrolu zatížení. Přenosný ergometr nezávislý na dodávce elektrického proudu představuje zařízení Cyclus 2 (Recordtrainer) firmy AVANTRONIC (Lipsko). Tento ergometr je řízen počítačem a umožňuje zatížení až do 3000 W. Sportovec může pro testování použít vlastní silniční nebo horské kolo a absolvovat zatížení ve své individuální pozici se standardní technikou šlapání.

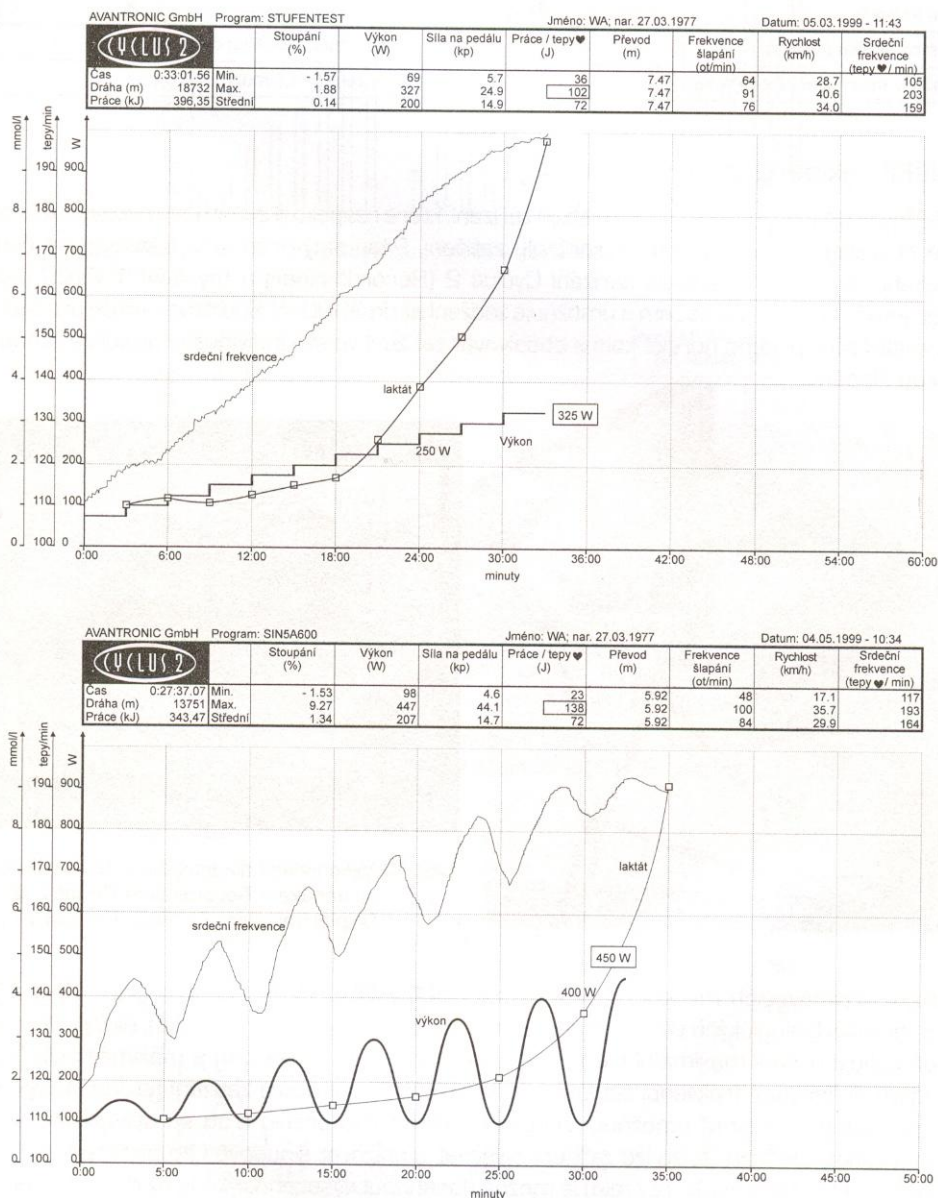


Obr. 78 Výkonnostní diagnostika s vlastním kolem na trenažeru Recordtrainer Cyclus 2 (a). Displej trenažeru Recordtrainer Cyclus 2 (b).

Výsledkem srovnávacích měření na ergometru LODE (1000 W) a Recordtrainer Cyclus 2 byly shodné výsledky biologických veličin (srdeční frekvence, laktát, spotřeba kyslíku). Nový přístroj ještě navíc umožňuje určení maximální frekvence šlapání (po dobu 6 sekund) a maximální síly (výkonu) při předem definované frekvenci šlapání. Výběr různých parametrů zatížení (stoupání, výkon, síla na pedálu, odpor vzduchu) umožňuje simulaci kompletního profilu trati se stoupáními i sjezdy. Přínosem tohoto zařízení je, že lze zatížení zvyšovat a snižovat sinusově i stupňovitě (obr. 79). Již při nízké frekvenci šlapání (20 ot./min) je možné dosáhnout vysokého výkonu až do 2000 W. Tím je umožněn cílený trénink nástupů a sprintů. Naprogramovat a realizovat lze trénink vytrvalosti, síly i rychlosti bez vlivu povětrnostních podmínek. Počítač vyhodnocuje čas, ujetou vzdálenost, práci, výkon, stoupání, frekvenci šlapání, rychlost, průměrnou sílu na pedálu, srdeční frekvenci, práci při jednom srdečním stahu a další veličiny a jejich jednotlivé, maximální nebo průměrné hodnoty.

## Výkonnostní a fitness testy

Integrované rozhraní s počítačovou tiskárnou umožňuje přímý tisk požadovaných hodnot v podobě tabulek nebo grafů. Klasický stupňovitý test lze porovnat s novým sinusovým, což umožňuje dosažení vyššího výkonu v tréninku. *Obrázek 79* ukazuje srovnání obou testů. *Richterem (1999)* vyvinutý sinusový test vyvolává v důsledku kratšího střídání zatížení a jeho následného snížení silnější tréninkové podněty. Ve vybraném příkladu bylo na konci stupňovitého testu dosaženo výkonu 325 W

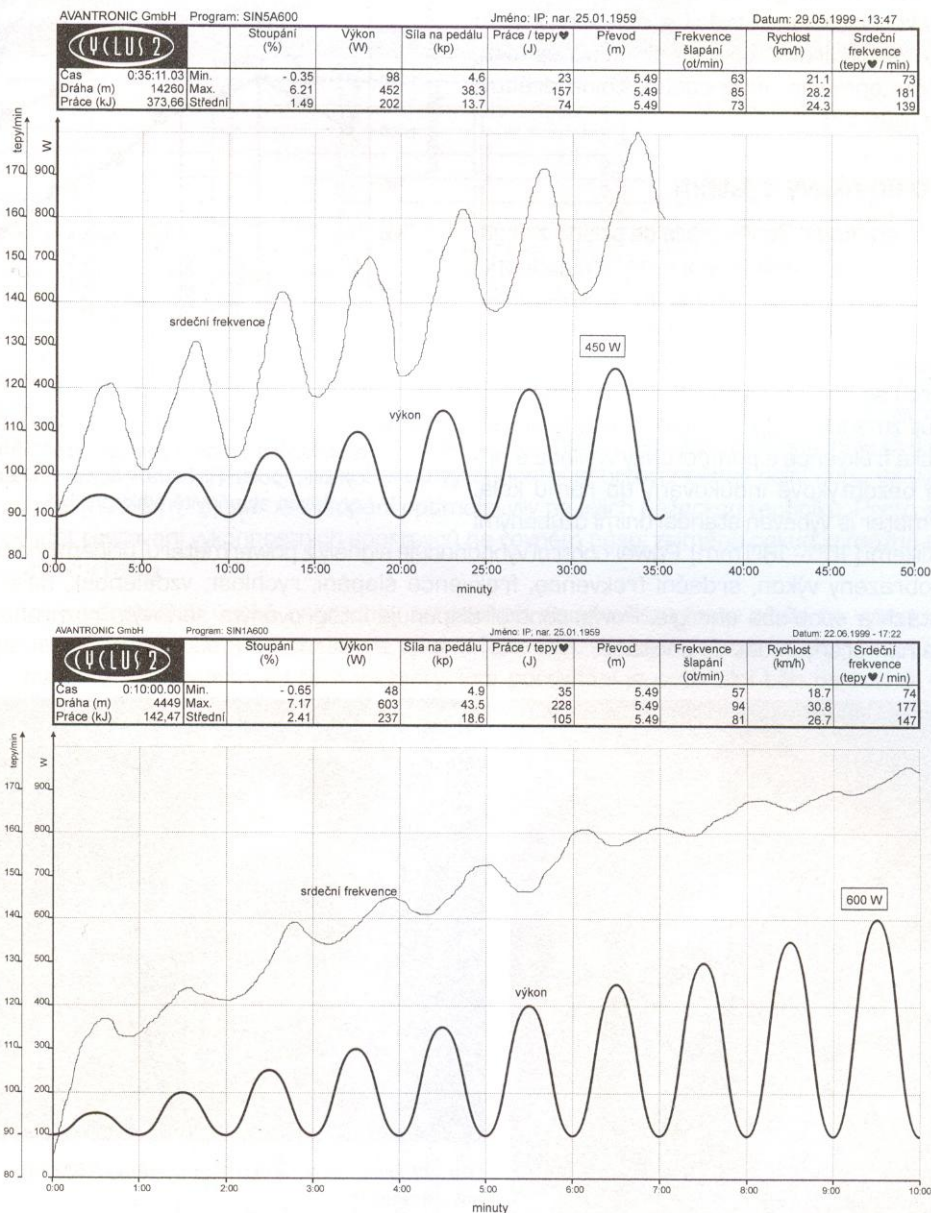


**Obr. 79** Srdeční frekvence a nárůst laktátu při klasickém stupňovitém testu (nahore) a při sinusovém testu (dole) podle Richtera (1999). Vlivem neustálých poklesů zatížení může sportovec ve druhém případě zvládnout vyšší zatížení, dochází u něj i k pozdějšímu nárůstu laktátu. Srdeční frekvence se zklidňuje a její průběh rovněž představuje posunutou sinusoidu.



a v sinusovém testu 450 W. Aerobně-anaerobní přechod se posunul z přibližně 250 W na 400 W a maximální práce při jednom srdečním stahu vzrostla ze 102 J/tep na 138 J/tep.

Při sinusovém zatížení výsledek testu výrazně ovlivňuje délka jednotlivých period. Zkrácení period u triatlonisty z 5 na 1 min způsobilo nárůst jeho maximálního výkonu ze 450 W na 600 W (obr. 80).



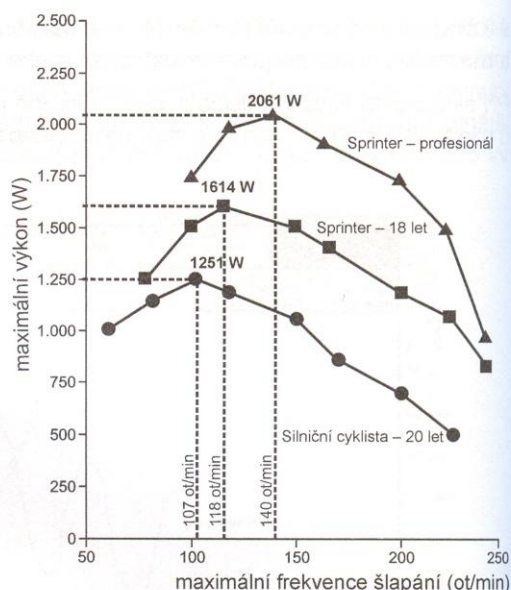
Obr. 80 Vliv délky period při sinusovém testu podle Richtera (1999) na srdeční frekvenci a výkon (dva programy). Prodloužením přestávky z 30 s na 1 min dochází k výrazné změně nárůstu srdeční frekvence.

## Výkonnostní a fitness testy

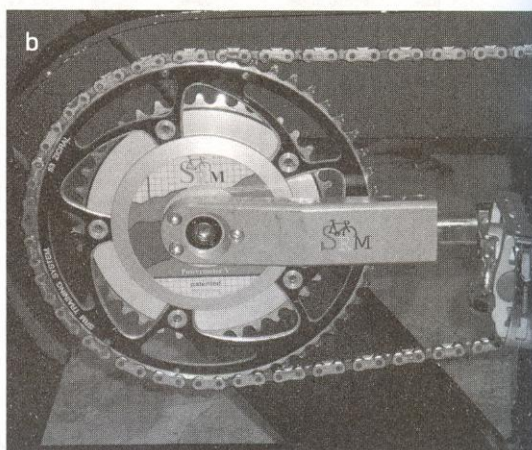
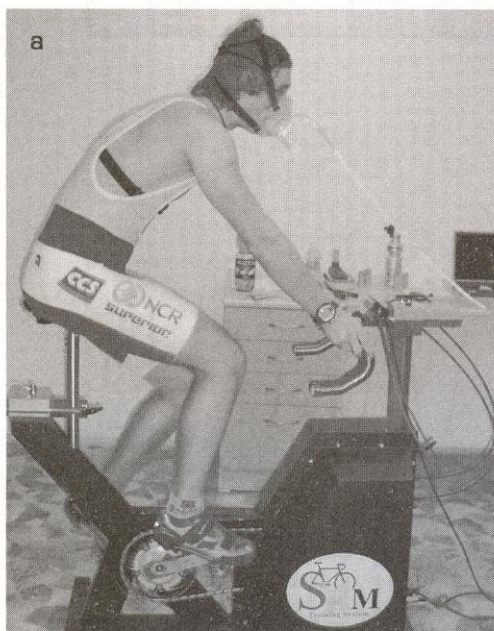
Tím je možné dosahovat vyššího tréninkového zatížení příslušných svalových skupin. Rychlostně silový výkon je v cyklistice závislý také na optimální frekvenci šlapání. Pomocí trenažeru Cyclus 2 lze otestovat potřebné sprinterské předpoklady, které mají i určitý genetický základ. Jednotlivé cyklistické disciplíny vyžadují s ohledem k věku cyklistů různou úroveň sprinterských schopností, nejlepšími sprintery jsou pochopitelně dráhoví cyklisté [obr. 81].

### SRM-tréninkový systém

SRM-systém podle Schoberera se skládá z ergometru, tzv. Powermetru a z výpočetní jednotky „Powercontrol“. Powermeter je disk z hliníku vodotěsně osazený mezi kliku šlapky a ozubená kola na silničním nebo horském kole. Změny kroutícího momentu se pomocí speciálních měřících pásků projevují změnami odporu. Tyto změny jsou jako elektrická frekvence s pomocí cívky vysílače a přijímače bezdotykově indukovaně do rámu kola. Powermeter je vybaven standardními ozubenými koly a klikami (165–180 mm). Powercontrol vyhodnocuje signály z powermetru, přičemž na displeji jsou zobrazeny výkon, srdeční frekvence, frekvence šlapání, rychlost, vzdálenost, délka jízdy v minutách a spotřeba energie. Powercontrol disponuje integrovaným sériovým rozhraním pro přenos naměřených dat do počítače.



Obr. 81 Maximální frekvence šlapání (sprint na 200 m) a dosažený výkon u sprinterů a silničních cyklistů (podle Richtera – odpor vzduchu byl zvyšován stupňovitě elektronicky).



Obr. 82 Diagnostika s využitím systému SRM (a), powermeter (b)

## 8.2.2 Zatížení na běžeckém pásu

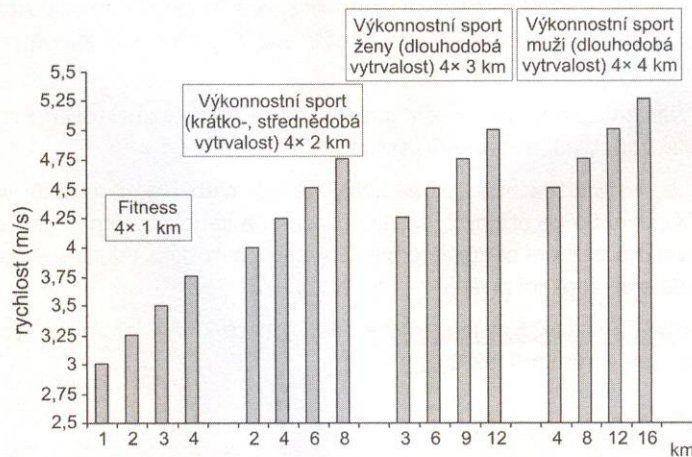
Na rozdíl od cykloergometru lze na běžeckém pásu výkonnost hodnotit podle rychlosti běhu (v m/s nebo km/h). Fyzikální výkon na běžeckém pásu závisí vedle rychlosti i na sklonu pásu, který se udává ve stupních nebo procentech [tab. 37].

Tab. 37 Porovnání sklonu ve stupních a v procentech (výpočet jako sinus alfa)

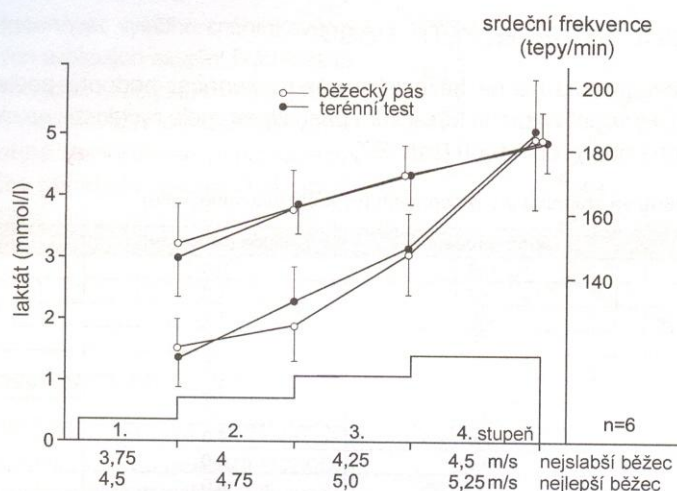
sklon (stupně)	sklon (procenta)	sklon (procenta)	sklon (stupně)
0,5	0,9	0,5	0,3
1,0	1,7	1,0	0,6
1,5	2,6	1,5	0,9
2,0	3,5	2,0	1,2
2,5	4,4	2,5	1,4
3,0	5,2	3,0	1,7
3,5	6,1	3,5	2,0
4,0	7,0	4,0	2,3
5,0	8,8	5,0	2,9
6,0	11,5	6,0	3,4
7,0	12,3	7,0	4,0

Některé výzkumy se zabývaly vztahem výkonnosti a sklonu pásu (sklon 1–2 %). Již při nízkých rychlostech jsou sportovci při tomto sklonu značně vyčerpaní. U rychlostí do 5 m/s nemá sklon pásu od 1 do 2° výrazný vliv na biomechaniku běhu. Kombinace rychlosti a sklonu vede již u nízkých rychlostí k vyššímu vnitřnímu zatížení. Pokud výkonnostní sportovci běhají delší dobu ve vysokých rychlostech (nad 5 m/s), nemá stoupání optimální vliv na jejich běžeckou techniku. Proto je vhodné provádět testování výkonnostních sportovců na rovném pásu, zejména pokud je možné srovnání s terénními testy.

Volba délky jednotlivých úseků nebo doby zatížení při stupňovitěm testu závisí na vytrvalostních schopnostech sportovce a na struktuře výkonu [obr. 83]. Při běžeckém tréninku se zatížení řídí délkou trati, kterou zohledňují i terénní testy. Pro porovnání je optimální běh na rovině. Rozdíly hodnot laktátu a srdeční frekvence mezi terénními testy a testy na běžeckém pásu (na rovině) jsou za těchto okolností náhodné [obr. 84].



Obr. 83 Varianty stupňovitého běžeckého testu. Délka jednotlivých úseků se při testování na běžeckém pásu volí podle výkonnosti sportovců.



**Obr. 84** Srdeční frekvence a laktát při terénním stupňovitém a laboratorním testu. Rozdíly naměřených hodnot jsou náhodné.

Z historických důvodů a pro možnost srovnání si řada pracovišť ponechala svoje osvědčené metody testování. Zatížení při testech trvá většinou 3–5 min na každém stupni se sklonem pásu (1 až 2°). Při testu na běžeckém pásu existují pro výkonnostní sportovce dvě varianty: zaprvé submaximální stupňovitý test a zadruhé krátkodobý maximální test s délkou 3 až 4 min. Při druhé variantě lze také měřit maximální spotřebu kyslíku.

### 8.2.3 Veslařská ergometrie

Vzhledem ke struktuře výkonu ve veslování jsou při testování speciální výkonnosti v popředí zájmu paže. Veslaři upřednostňují ergometrický test, u kterého začínají na 200 W a každé 3 minuty zvyšují zatížení o 50 W. Brzdění veslařského ergometru je založeno na mechanickém (GJESSING-ergometr), hydraulickém a elektromechanickém principu, nebo na principu brzdění odporem vzduchu. V současné době se nejvíce používají veslařské ergometry brzděné proudem vzduchu s pevným nebo pohyblivým sedátkem.

Po každém stupni zatížení se měří laktát, srdeční frekvence a spotřeba kyslíku. Pro vypočtení křivky laktátu a výkonu jsou zapotřebí minimálně čtyři stupně zatížení.

V závodní kanoistice probíhá testování podle délky závodní trati. Na speciálním vodním kanále se testuje na 6 × 1000 m nebo na stejných vzdálenostech na kanoistickém ergometru v laboratoři, jehož elektromechanické brzdění simuluje odpor vody. Podle třídy představuje počáteční rychlost 3,2 až 3,6 m/s a dále se zatížení zvyšuje po 0,2 m/s.

Z laktátu odebraného na každém stupni zatížení se vypočte křivka laktátu a rychlosti. Kritériem anaerobního prahu jsou 4 mmol/l laktátu.

## 8.3 Terénní testy

Při testování v terénu nemusí být počet stupňů zatížení předem pevně určen, v praxi se osvědčilo 3-6 stupňů. Pro určení rychlosti je důležité, aby se podařilo „trefit“ aerobní, přechodné aerobně-anaerobní i anaerobní pásmo. Úplné vyčerpání sportovce přitom není vždy nutné, protože rozhodujícím kritériem je výkon na submaximálních stupních zatížení.

Při určování podoby testu je zapotřebí stanovit individuální velikost počátečního zatížení, velikost jednotlivých stupňů i délku přestávek mezi nimi, to vše na základě aktuální výkonnosti sportovce. Je třeba dbát na standardní testové podmínky, zejména při udržování stanovené rychlosti.

### 8.3.1 Chodecký test

Jedná se o jednoduchý fitness-test k určení vytrvalostní kondice. Dvoukilometrový test byl v roce 1987 vyvinut finským institutem UKK [Laukkanen, 1993]. Test je určen především netrénovaným osobám, které začínají s fitness a chtějí zmapovat svoji kondici. Vlastní test probíhá na rovné, 2 km dlouhé trati, v pokud možno rovnoměrném tempu. Běh není dovolen. Při chůzi je neustále jedna noha v kontaktu s podložkou a paže se švihově pohybují s pravým úhlem v lokti podél těla v rytmu chůze. U energických kroků dochází k dynamickému odrazu.

Při chodeckém testu se měří přesný čas a srdeční frekvence hned po ukončení testu. Z dosaženého času, srdeční frekvence, tělesné hmotnosti a věku lze vypočítat osobní fitness index [obr. 85]. Hodnota indexu 100 představuje průměr ve věkové kategorii mužů nebo žen. Pravidelně opakovaný test slouží ke sledování pokroků vytrvalostní kondice.



**Chodecký test**

Osobní údaje

Jméno: Nováková Věk: 30 let

Hmotnost: 72 kg Výška: 170 cm  Muž  Žena

Výsledky testu

Datum provedení: 8.12.2004

Dosažený čas: 15 : 00 min : sec

Tepová frekvence: 165 tepy/min

Výsledek posledního testu Rychlý výstup

BMI (Výškový index)	24.9 kg/m <sup>2</sup>
Spotřeba energie	185 kcal / 777 kJ
Index Kondice	108
Úroveň kondice	Lepší průměr
Předpokládaná V <sub>O2</sub> max	39.4 ml/min/kg
Předpokládaná TFmax	191 tepy/min

Doporučená povaha zatížení:

Četnost	3 - 4 Týdně
Trvání	30 - 60 min
Intenzita	Střední

Obr. 85 UKK chodecký test. Vyhodnocení testu pomocí software „Precision Performance“ od firmy Polar Electro.

### 8.3.2 Běžecký test v terénu

Běžecký stupňovitý test se provádí na rovné trati, nejlépe na běžecké dráze na stadionu nebo v hale. Počáteční stupeň se, jak je uvedeno i u předchozích příkladů, stanovuje individuálně podle vytrvalostní výkonnosti. Obecně lze říci, že se začíná s rychlostí 4–6 km/h. Cílem testu je, aby první stupeň zatížení probíhal v čistě aerobním metabolismu, druhý ve spodní části aerobně-anaerobního, třetí v horní části aerobně-anaerobního pásma v oblasti anaerobního prahu a čtvrtý v ryze anaerobní oblasti. Rychlost se zpravidla zvyšuje plynule od jednoho ke druhému stupni po 1–2 km/h (nebo 0,25–0,5 m/s). Rovnoměrný průběh rychlosti s mezcasy na 100 m lze kontrolovat podle *tabulky 38*.

Délka dílčích úseků při stupňovitém testu závisí na aktuální vytrvalostní výkonnosti sportovce a na délce závodní trati. Čím vyšší je kondice sportovce a čím delší jsou závodní tratě, na které se specializuje, tím delší jsou jednotlivé úseky testu.

#### Typické testové tratě:

sprinteři	4–6 × 400 m
středotračaři	4–6 × 1000 m
fitness a sportovní hry	4–6 × 1000 m (nebo 1200 m – 3 okruhy na stadionu)
vytrvalci a rekreační běžci	4–6 × 2000 m
vytrvalci (výkonnostní a vrcholoví sportovci)	4 × 3000–4000 m
triathlon (krátký)	4–6 × 2000 m
triathlon (dlouhý, výkonnostní a vrcholoví sportovci)	4 × 3000–4000 m

Tab. 38 Tabulka běžeckých mezcasů po 100 m

úsek trati	rychlost běhu (km/h)							
	10,0	11,5	13,0	14,5	16,0	17,5	19,0	20,5
100	0:36	0:31	0:28	0:25	0:23	0:21	0:19	0:18
200	1:12	1:03	0:55	0:50	0:45	0:41	0:38	0:35
300	1:48	1:34	1:23	1:14	1:08	1:02	0:57	0:53
400	2:24	2:05	1:51	1:39	1:30	1:22	1:16	1:10
500	3:00	2:37	2:18	2:04	1:53	1:43	1:35	1:28
600	3:36	3:08	2:46	2:29	2:15	2:03	1:54	1:45
700	4:12	3:39	3:14	2:54	2:38	2:24	2:13	2:03
800	4:48	4:10	3:42	3:19	3:00	2:45	2:32	2:20
900	5:24	4:42	4:09	3:43	3:23	3:05	2:51	2:38
1000	6:00	5:13	4:37	4:08	3:45	3:26	3:09	2:56
1100	6:36	5:44	5:05	4:33	4:08	3:46	3:28	3:13
1200	7:12	6:16	5:32	4:58	4:30	4:07	3:47	3:31
1300	7:48	6:47	6:00	5:23	4:53	4:27	4:06	3:48
1400	8:24	7:18	6:28	5:48	5:15	4:48	4:25	4:06
1500	9:00	7:50	6:55	6:12	5:38	5:09	4:44	4:23
1600	9:36	8:21	7:23	6:37	6:00	5:29	5:03	4:41
1700	10:12	8:52	7:51	7:02	6:23	5:50	5:22	4:59
1800	10:48	9:23	8:18	7:27	6:45	6:10	5:41	5:16
1900	11:24	9:55	8:46	7:52	7:08	6:31	6:00	5:34
2000	12:00	10:26	9:14	8:17	7:30	6:51	6:19	5:51

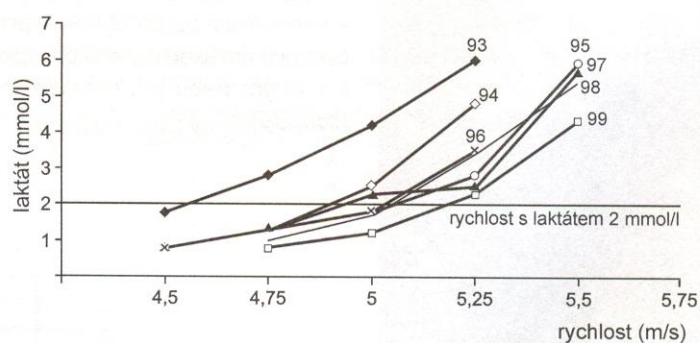
Pro sportovní hry (fotbalisty, basketbalisty, házenkáře, tenisty atd.) doporučujeme délku jednotlivých úseků omezit na délky všeobecně vhodné pro fitness sportovce (1000–1200 m). Pro rekreační běžce a triatlonisty (krátký triatlon) jsou vhodné úseky 2000 m, oproti tomu maratonci a triatlonisté (dlouhý triatlon) absolvují minimálně 3000 až 4000 m dlouhé úseky. To se týká výkonnostních i vrcholových sportovců těchto disciplín. Při příliš krátkých úsecích (kratších než 1000 m) dochází k přeceňování výkonnosti, protože laktát, který vzniká na určitém stupni, se dostává do krve opožděně, nedochází ke „Steady State“ stavu. Sportovec již běží další úsek, ale produkováný laktát stále odpovídá úseku předcházejícímu. „Steady State“ stav zpravidla nastává až při delších úsecích (2 km nebo více než 6 min). Pokud je naopak testovaná trať příliš dlouhá, sportovec se předčasně unaví, skončí dříve nebo ukončí test s maximálním vyčerpáním jako při závodě.



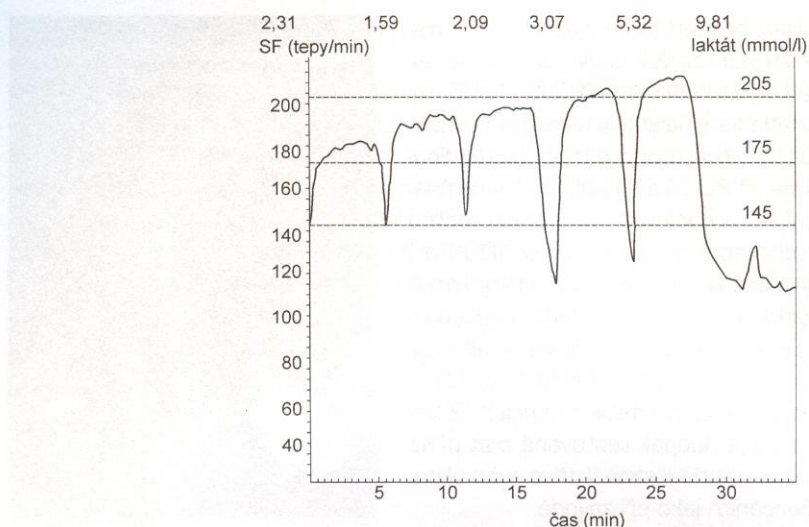
### Praktická podoba testu

Na každém stupni zatížení se zaznamenává přesný čas s příslušnou srdeční frekvencí a hodnotou laktátu. Naměřené hodnoty laktátu, resp. srdeční frekvence a rychlosti se přenášejí do grafu. Propojením těchto hodnot vzniká křivka laktátu a rychlosti nebo srdeční frekvence a rychlosti. Pokud se jedná o malé zvyšování rychlosti (např. 0,25 m/s), nedochází u výkonnostně silných sportovců ke známému, silně zakřivenému [exponenciálnímu] nárůstu laktátové křivky [obr. 86]. U všech testových forem narůstá srdeční frekvence stále lineárně jen s rozdílným sklonem. Pro určení individuálního nebo pevného aerobního nebo anaerobního prahu existuje více možností [kap. 7.2].

Na nakresleném nebo na počítači připraveném grafu se zlepšení výkonnosti v porovnání s předcházejícím testem projeví posunem křivky srdeční frekvence a/nebo laktátu vpravo, což znamená, že sportovec při stejném výkonu (rychlosti) dosahuje nižších hodnot laktátu a srdeční frekvence. Klesá i jeho úsilí potřebné k překonání celé trati.



**Obr. 86** Rozvoj rychlosti vytrvalce v průběhu několika let při stupňovitém testu 4 × 4 km s vyznačenou hodnotou laktátu 2 mmol/l



**Obr. 87** Běžecký terénní test (5× 1000 m). Hodnoty srdeční frekvence a laktátu při testu špičkové biatlonistky.

Obrázek 87 představuje terénní běžecký test 5× 1000 m špičkové biatlonistky. Test začal na rychlosti 5 min/km a skončil s 3:40 min/km. Na prvním stupni dosáhla sportovkyně srdeční frekvence kolem 180 tepů za minutu s koncentrací laktátu 1,6 mmol/l, na posledním stupni vzrostla její srdeční frekvence na 211 tepů za minutu a laktát na 9,8 mmol/l. Pro snadnější určení intenzity tréninku je vhodné přenést naměřené hodnoty srdeční frekvence a laktátu do grafu.

### 8.3.3 Terénní test pro silniční a horskou cyklistiku



Test se provádí na vybrané trati bez silného silničního provozu. Pro silniční cyklistiku je optimální závodní dráha (velodrom), ale také rovná silnice (okruh nebo úsek s obrátkou) s minimálním automobilovým provozem. Terénní test pro horskou cyklistiku se provádí na okruhu s rovným nebo jen mírně zvlněným terénem [tab. 39].



**Tab. 39** Stupňovité testy pro silniční a horskou cyklistiku

<b>silniční cyklistika</b>	
rekreační cyklisté, cykloturistika	4–6× 3–4 km
výkonnostní cyklisté	4–6× 6–8 km
<b>horská cyklistika</b>	
rekreační bikeři	4–6× 2–3 km
výkonnostní bikeři	4–6× 4–6 km
<b>triatlon</b>	
krátký triatlon	4–6× 3–4 km
dlouhý triatlon	4–6× 6–8 km

Testy musejí odpovídat výkonnosti sportovce a délce preferované závodní trati. Před začátkem testu probíhá lehké, asi 15minutové rozjetí (zahřátí). První stupeň zatížení odpovídá nízké rychlosti v aerobním pásmu (srdeční frekvence např. 100–120 tepů za minutu). Udržet a zvýšit intenzitu zatížení je možné více způsoby, a to podle:

1. Rychlosti jízdy – zvýšení na každém stupni o 2–3 km/h.
  2. Srdeční frekvence – zvýšení na každém stupni o 10–15 tepů za minutu.
  3. Výkonu – zvýšení na každém stupni o přibližně 20–30 wattů.
- Pro 3. variantu je vhodný SRM-systém (podle Schoberera), který měří sílu na pedálu.

Po každém stupni zatížení následuje krátká přestávka (zhruba 1 minuta) pro odběr krve z ušního lalúčku. Srdeční frekvence se měří sportesterem neustále v průběhu celého testu.

## Příklady

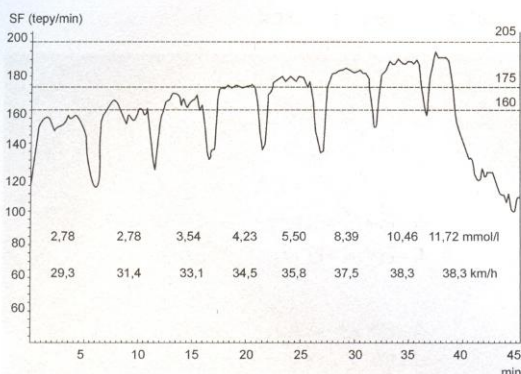
### Cyklistický test 8× 2,4 km – silnice

Při testu se jedná o kratší stupně zatížení. Délka jednotlivých stupňů 2,4 km a zvyšování zatížení asi o 1,5 km/h umožňují diferencovanou diagnostiku. Při tomto postupu jde v průměru o 8 stupňů zatížení s počáteční rychlostí 26 km/h u žen a 30 km/h u mužů. Počáteční stupeň vždy závisí na výkonnosti a u dětí a mládeže může být ještě nižší (tab. 40). Průběh srdeční frekvence (obr. 88)

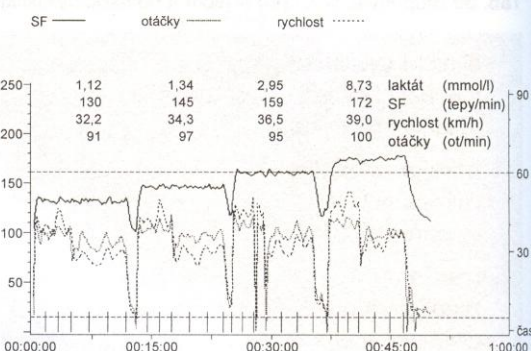
**Tab. 40** Výsledky cyklistického terénního testu 18letého triatlonisty. U rychlosti, srdeční frekvence a frekvence šlapání se jedná o průměrné hodnoty (\* ukončení testu po 1,2 km).

	rychlost (km/h)	srdeční frekvence (tepy/min)	laktát (mmol/l)	frekvence šlapání (ot/min)
v klidu	–	88	2,75	–
1. stupeň	29,3	151	2,78	95
2. stupeň	31,4	159	2,78	100
3. stupeň	33,1	165	3,54	101
4. stupeň	34,5	175	4,23	98
5. stupeň	35,8	180	5,50	99
6. stupeň	37,5	184	8,39	95
7. stupeň	38,3	190	10,5	92
8*. stupeň	38,3	191	11,7	89
odpočinek po 2 min	–	135	11,9	–
po 4 min	–	123	11,1	–

## Výkonnostní a fitness testy



Obr. 88 Srdeční frekvence při silničním testu cyklisty dorostence



Obr. 89 Cyklistický test 4× 6 km – časový průběh srdeční frekvence, rychlosti a frekvence šlapání

jasně odráží stupňovitý nárůst zatížení. Koncentrace laktátu se zvyšuje teprve po 3. stupni a po ukončení testu dosahuje maximální hodnoty 11,9 mmol/l. Test byl proveden na začátku přípravného období v cyklistice. Základní vytrvalost byla v té době rozvinuta jen částečně, což dokazuje vysoká koncentrace laktátu již na počátečních stupních zatížení. Vlivem působení větru srdeční frekvence na prvních stupních mírně kolísá. Prakticky nelze rychlost na každém stupni zvyšovat o 1,5 km/h, a proto jsou naprosto normální odchylky 0,8–2 km/h. Také frekvence šlapání nezůstává při testu konstantní, přizpůsobuje se zatížení a klesá s vyšším zatížením [tab. 40]. Vnější povětrnostní vlivy ztěžují reprodukovatelnost a srovnání výsledků testů, což patří obecně k nevýhodám testů prováděných v terénu.

### Cyklistický test 4× 6 km – silnice

Test se provádí na rovné, 3 km dlouhé trati s obrátkou. Intenzita zatížení se na každém stupni řídí podle srdeční frekvence, přitom se vychází z maximální srdeční frekvence každého sportovce. Důležité je, aby první stupeň zatížení probíhal v aerobním, druhý a třetí v aerobně-anaerobním přechodném pásmu a čtvrtý při maximálním zatížení. Srdeční frekvence se stupeň od stupně zvyšuje o přibližně 15–20 tepů za minutu. Tento obecný princip testování lze použít i pro terénní testy v horské cyklistice. Na obrázku 89 je z průběhu srdeční frekvence, rychlosti a frekvence šlapání zřejmé, že srdeční frekvence na každém stupni zůstala na stejné úrovni a i přes vnější vlivy se jí rychlost a frekvence šlapání přizpůsobily. Srdeční frekvence se stupeň od stupně zvyšovala v průměru o 15 tepů za minutu. Tím došlo k nárůstu rychlosti zhruba o 2 km/h. Průměrná frekvence šlapání se na posledním stupni zvýšila až na 100 otáček/min, koncentrace laktátu dosáhla 8,73 mmol/l. Při tomto testu byl použit integrovaný cyklocomputer s dodatečným měřením srdeční frekvence. Test lze ovšem také provádět se sportesterem s měřením rychlosti a frekvence šlapání [např. Polar X-Trainer].

### 8.3.4 Test pro inline bruslení

Speciální testy pro inline bruslení se provádějí jen na specializovaných pracovištích, které disponují širokým běžeckým pásem.

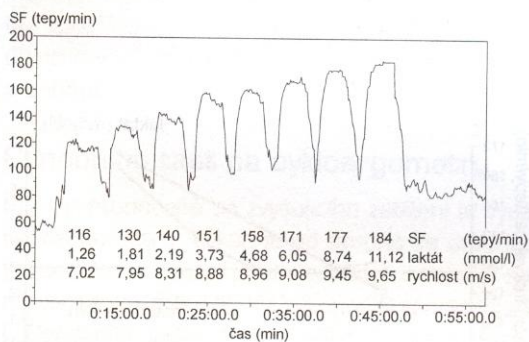
Alternativní běžecké a cyklistické stupňovité testy jen málo korelují se speciální bruslařskou výkonností. Nejlepší němečtí bruslaři (A- a B-kádr) nedosahují maximální spotřeby kyslíku ( $VO_{2max}$ ) a maximální koncentrace laktátu při stupňovitém testu na běžeckém páse nebo cykloergometru,

ale pouze při testu na inline bruslích (Hottenrott, 1999). I mezi cyklistickým a běžeckým testem se projevují rozdíly v úrovni maximálního zatížení. Inline bruslaři dosahují vyššího zatížení srdce při běžeckém testu, v cyklistickém naproti tomu vyššího zatížení metabolismu.

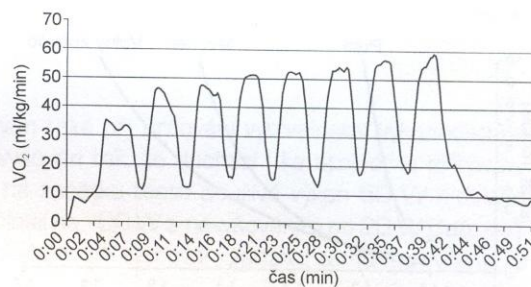
Terénní test v inline bruslení klade zvláštní nároky na organizaci. Pro jeho provedení je zapotřebí dráha s jedním okruhem minimálně o délce 200 m. Na kratších okruzích jako např. ve sportovních halách není možné maximální nasazení z důvodu enormních odstředivých sil v zatáčkách. Dalším problémem je řízení intenzity na jednotlivých stupních, které není sportovec schopen provádět sám jako při běhu (např. tabulka mezičasů) nebo v cyklistice (např. srdeční frekvence).

V současné době sice již existují zařízení měřící rychlost, která se mohou namontovat na brusle, v praxi se ovšem zatím ještě moc neosvědčila. Vysoké reliability testu lze dosáhnout pomocí akustických signálů po každých 100 m (200 m na dráze), resp. 150 m (300 m na dráze). Sportovec pak řídí rychlost bruslení podle taktovací frekvence akustických signálů.

Počáteční rychlost závisí na výkonnosti sportovce a její hodnota je od 22 do 28 km/h. Po prvním stupni se rychlost zvyšuje o 3 km/h. Nárůst rychlosti je mimo jiné omezen i rostoucím odporem vzduchu a na konci testu představuje už jen 1 km/h. Po 6–8 stupních je zpravidla dosaženo maximální rychlosti, resp. maximálního zatížení. Trať na každém stupni měří 1500 m (obr. 90, 91).



**Obr. 90** Stupňovitý test na inline bruslích – 8× 1500 m. S nárůstem rychlosti se zvyšují i hodnoty biologických veličin.



**Obr. 91** Stupňovitý test na inline bruslích – 8× 1500 m. S nárůstem rychlosti se zvyšuje spotřeba kyslíku z 35 na 60 ml/kg·min.

### 8.3.5 Plavecký test

Speciální plaveckou vytrvalostní výkonnost lze testovat pouze ve vodě. Testy na cykloergometru nebo na běžeckém pásu mají pro plavce jen malou výpovědní hodnotu, na druhou stranu ovšem určitým způsobem mapují jeho kardiopulmonální výkonnost. Provedení plaveckého testu není v praxi úplně jednoduché a je k němu zapotřebí nákladného zařízení. Zařízení umožňující řídit rychlost plavání pomocí světelné signalizace je zatím k dispozici jen ve velmi málo bazénech. Zkušenosti ukazují, že výkonnostně slabší plavci nejsou schopni bez vnějšího řízení udržovat potřebnou rychlost plavání na jednotlivých stupních. Pro zvýšení reliability testu je každopádně vhodné zařazovat stupňovitý test i do tréninku.

#### Provedení testu

První stupeň zatížení se plave na 75 % aktuálního osobního maxima v daném plaveckém stylu. V následujících stupních se rychlost plavání zvyšuje vždy o 5 % na 80, 90 a 95 %, poslední úsek se plave s maximální rychlostí. Po každém ze 6–8 stupňů následuje 60sekundová přestávka pro odběr

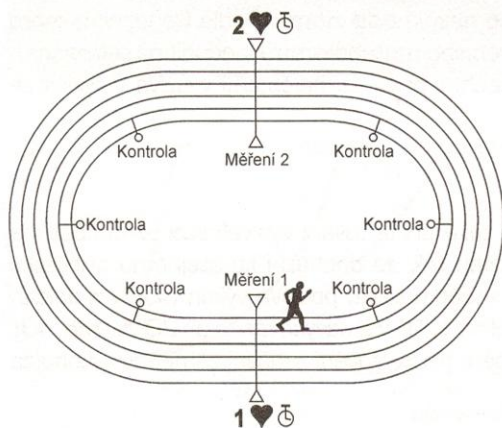
## Conconiho běžecký test

Test je možné provádět na běžeckém pásu nebo na 200 m, resp. 400 m dráze. Mezi jednotlivými 200 m úseky s narůstající rychlostí nejsou přestávky. Počáteční rychlost se volí v závislosti na výkonnosti tak, aby sportovec zvládnul minimálně 8 úseků po 200 m (= 1600 m). Běžci s osobními nejlepšími časy na 10 km mezi 32 a 38 min mohou začít s rychlostí 12 km/h (= 200 m za 60 s).

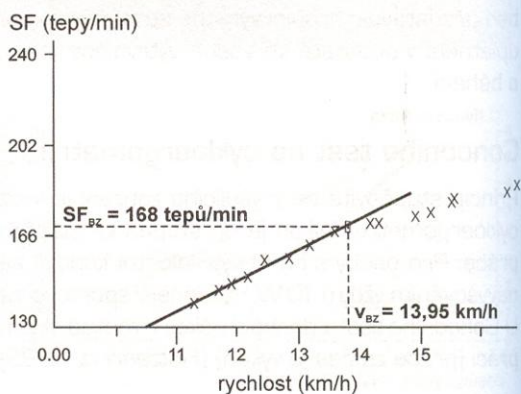
Lépe trénovaní sportovci volí vyšší, méně trénovaní nižší počáteční rychlost. Rychlost běhu se nezávisle na počátečním tempu zvyšuje každých 200 m o 0,5 km/h. Po každém úseku se pomocí sportesteru měří srdeční frekvence a čas. Test končí, pokud sportovec není schopen udržet předem stanovenou rychlost běhu, resp. při jeho maximálním vyčerpání.

Pro plynulé zvyšování rychlosti během testu se v praxi osvědčily dvě varianty:

1. Na okruhu jsou každých 10 nebo 20 m na dráze rozmístěny značky (kužely). V rytmu zvyšující se rychlosti se potom každých 10 nebo 20 m vysílá akustický signál (*metoda podle Probst*).
2. Na dráze jsou značky po 50 m a rychlost běhu se řídí podle tabulky (*tab. 44*) (*metoda podle Hattenrotta*).



**Obr. 95** Příklad organizace Conconiho testu na dráze. Vždy po 200 m se pomocí sportesteru vyhodnocuje čas a srdeční frekvence. Další značky, např. každých 50 m, slouží ke kontrole běžeckého tempa.



**Obr. 96** Grafické vyhodnocení Conconiho testu pomocí softwaru Polar Electro u rekreačního sportovce. Znáznomen je vztah srdeční frekvence a rychlosti běhu s bodem zlomu při srdeční frekvenci 168 tepů za minutu a rychlosti 13,95 km/h.

**Vyhodnocení testu** je možné buď pomocí vhodného softwaru (např. Polar-Precision), nebo manuálně (*tab. 44*). Při manuálním vyhodnocování se z paměti sportesteru odečítají mezičasy a hodnoty srdeční frekvence na konci každého 200 m úseku. Data se z protokolu následně vyhodnocují i graficky, přičemž se jednotlivé body (v lineární oblasti) propojí jednou přímkou. Bod zlomu nebo také „Conconiho práh“ se nachází v horní oblasti, kde již hodnoty srdeční frekvence dále nemají lineární průběh (*obr. 96*).

Tab. 44 Tabulka pro Conconiho běžecký test

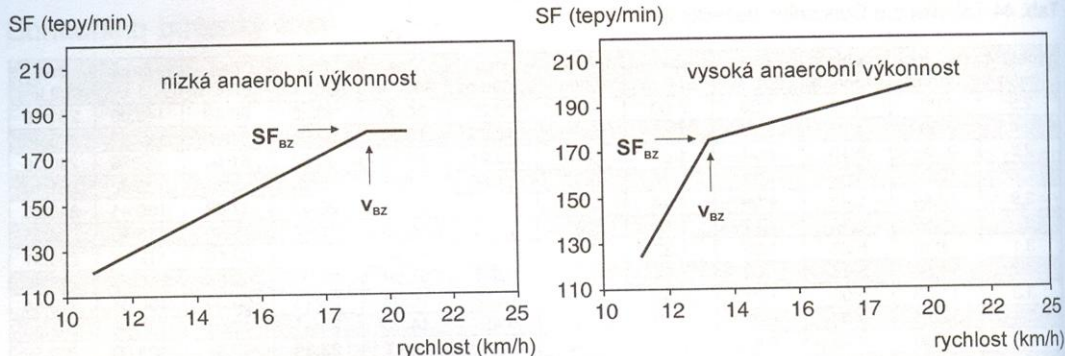
rychlost (m/s)	rychlost (km/h)	rychlost (min/km)	čas 200 m	čas 300 m	čas 1000 m	čas 2000 m	čas 3000 m	čas 5000 m	čas 10000 m	čas 21,1 km	čas 42,2 km
2,5	9,00	6:40	1:20	2:00	6:40	13:20	20:00	33:20	66:40	140:00	281:18
2,6	9,36	4:25	1:17	1:55	6:25	12:49	19:14	32:03	64:06	134:37	270:29
2,7	9,72	6:10	1:14	1:51	6:10	12:21	18:31	30:52	61:44	129:38	280:28
2,8	10,08	5:57	1:11	1:47	5:57	11:54	17:51	29:46	59:31	125:00	251:10
2,9	10,44	5:45	1:09	1:43	5:45	11:30	17:14	28:44	57:28	120:41	242:30
3	10,80	5:33	1:07	1:40	5:33	11:07	16:40	27:47	55:33	116:40	234:25
3,1	11,16	5:23	1:05	1:37	5:23	10:45	16:08	26:53	53:46	112:54	226:51
3,2	11,52	5:13	1:02	1:34	5:13	10:25	15:38	26:02	52:05	109:23	219:46
3,3	11,88	5:03	1:01	1:31	5:03	10:06	15:09	25:15	50:30	106:04	213:06
3,4	12,24	4:54	0:59	1:28	4:54	9:48	14:42	24:31	49:01	102:56	206:50
3,5	12,60	4:46	0:57	1:26	4:46	9:31	14:17	23:39	47:37	100:00	200:56
3,6	12,96	4:38	0:56	1:23	4:38	9:16	13:53	23:09	46:18	97:13	195:21
3,7	13,32	4:30	0:54	1:21	4:30	9:01	13:31	22:31	45:03	94:36	190:04
3,8	13,68	4:23	0:53	1:19	4:23	8:46	13:09	21:56	43:52	92:06	185:04
3,9	14,04	4:16	0:51	1:17	4:16	8:33	12:49	21:22	42:44	89:45	180:19
4	14,40	4:10	0:50	1:15	4:10	8:20	12:30	20:50	41:40	87:30	175:49
4,1	14,76	4:04	0:49	1:13	4:04	8:08	12:12	20:20	40:39	85:22	171:31
4,2	15,12	3:58	0:48	1:11	3:58	7:56	11:54	19:50	39:41	83:20	167:26
4,3	15,48	3:53	0:47	1:10	3:53	7:45	11:38	19:23	38:46	81:24	163:33
4,4	15,84	3:47	0:45	1:08	3:47	7:35	11:22	18:56	37:53	79:33	159:50
4,5	16,20	3:42	0:44	1:07	3:42	7:24	11:07	18:31	37:02	77:47	156:17
4,6	16,56	3:37	0:43	1:05	3:37	7:15	10:52	18:07	36:16	76:05	152:53
4,7	16,92	3:33	0:43	1:04	3:33	7:06	10:38	17:44	35:28	74:28	149:38
4,8	17,28	3:28	0:42	1:02	3:28	6:57	10:25	17:22	34:43	72:55	146:31
4,9	17,64	3:24	0:41	1:01	3:24	6:48	10:12	17:00	34:01	71:26	143:31
5	18,00	3:20	0:40	1:00	3:20	6:40	10:00	16:40	33:20	70:00	140:39
5,1	18,36	3:16	0:39	0:59	3:16	6:32	9:48	16:20	32:41	68:38	137:54
5,2	18,72	3:12	0:38	0:58	3:12	6:25	9:37	16:02	32:03	67:18	135:14
5,3	19,08	3:09	0:38	0:57	3:09	6:17	9:26	15:43	31:27	66:02	132:41
5,4	19,44	3:05	0:37	0:56	3:05	6:10	9:16	15:26	30:52	64:49	130:14
5,5	19,80	3:02	0:36	0:55	3:02	6:04	9:05	15:09	30:18	63:38	127:52
5,6	20,16	2:59	0:36	0:54	2:59	5:57	8:56	14:53	29:46	62:30	125:35
5,7	20,52	2:55	0:35	0:53	2:55	5:51	8:46	14:37	29:14	61:24	123:23
5,8	20,88	2:52	0:34	0:52	2:52	5:45	8:37	14:22	28:44	60:21	121:15
5,9	21,24	2:49	0:34	0:51	2:49	5:39	8:28	14:07	28:15	59:19	119:12
6	21,60	2:47	0:33	0:50	2:47	5:33	8:20	13:53	27:47	58:20	117:13
6,1	21,96	2:44	0:33	0:49	2:44	5:28	8:12	13:40	27:19	57:23	115:17
6,2	22,32	2:41	0:32	0:48	2:41	5:23	8:04	13:26	26:53	56:27	113:26
6,3	22,68	2:39	0:32	0:48	2:39	5:17	7:56	13:14	26:27	55:33	111:38
6,4	23,04	2:36	0:31	0:47	2:36	5:13	7:49	13:01	26:02	54:41	109:53
6,5	23,40	2:34	0:31	0:46	2:34	5:08	7:42	12:49	25:38	53:51	108:12
6,6	23,76	2:32	0:30	0:45	2:32	5:03	7:35	12:38	25:15	53:02	106:33
6,7	24,12	2:29	0:30	0:45	2:29	4:59	7:28	12:26	24:53	52:14	104:58
6,8	24,48	2:27	0:29	0:44	2:27	4:54	7:21	12:15	24:31	51:28	103:25
6,9	24,84	2:25	0:29	0:43	2:25	4:50	7:15	12:05	24:09	50:43	101:55
7	25,20	2:23	0:29	0:43	2:23	4:46	7:09	11:54	23:49	50:00	100:28

## Hodnocení vytrvalostní výkonnosti

Hlavním kritériem pro posouzení aerobní vytrvalostní výkonnosti je dosažená rychlost v bodě zlomu křivky srdeční frekvence. Čím je rychlost vyšší, tím lépe je rozvinuta základní vytrvalost (viz obr. 96). Celková délka absolvované trati při testu vypovídá o vytrvalostní výkonnosti.

Z průběhu křivky srdeční frekvence při Conconiho testu lze dodatečně posoudit i anaerobní vytrvalost. Nízká anaerobní úroveň je typická jen velmi nepatrným nárůstem srdeční frekvence a rychlosti běhu po dosažení „Conconiho prahu“. Pokud je naopak sportovec schopen absolvovat za bodem zlomu ještě více úseků a srdeční frekvence i rychlost se stále ještě zvyšují, disponuje vysokou

## Výkonnostní a fitness testy

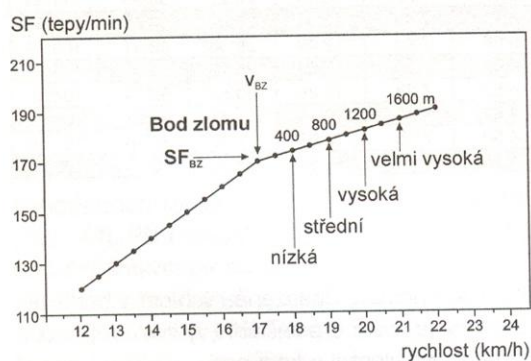


**Obr. 97** Nízká a vysoká anaerobní výkonnosti při Conconiho testu. Nepatrné a ploché stoupání křivky srdeční frekvence za bodem zlomu svědčí o nízké anaerobní výkonnosti (vlevo), relativně dlouhý a prudký nárůst křivky oproti tomu o vysoké anaerobní výkonnosti (vpravo).

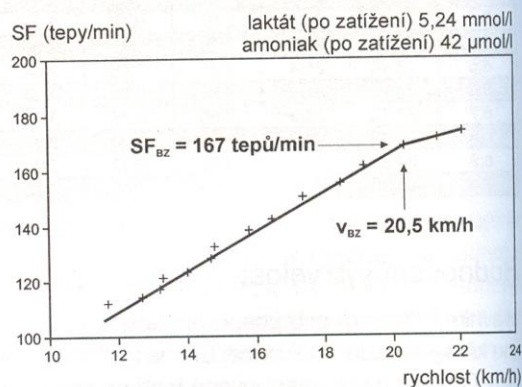
anaerobní výkonností. Tuto skutečnost dokládá průběh srdeční frekvence na *obrázku 98*. Na praktickou otázku, jak dlouho může sportovec při dané rychlosti běžet, nelze podle Conconiho testu odpovědět, proto nelze hodnotit ani stabilitu vytrvalostní výkonnosti, což je podstatnou nevýhodou tohoto testu.

### Příklady

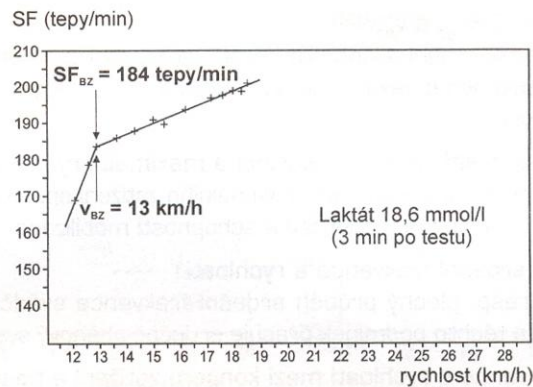
Na *obrázku 99* je průběh srdeční frekvence vytrvalce, který absolvoval Conconiho test tři měsíce před úspěchem na tokijském maratonu 1988, kde dosáhl nejlepšího německého výkonu 2:10:02 h. Důležitými znaky jsou nízká maximální dosažená srdeční frekvence, plochý tvar křivky, vysoká rychlost na Conconiho prahu (20,5 km/h) stejně jako nepatrné zvýšení srdeční frekvence a rychlosti za bodem zlomu. Přesto, že běžec posledních 200 m zaběhl za 32,4 s [22,2 km/h], dosáhla koncentrace laktátu po běhu jen 5,2 mmol/l a maximální koncentrace amoniaku jen 41  $\mu$ mol/l.



**Obr. 98** Hodnocení anaerobní výkonnosti podle Conconiho testu. S vyšší anaerobní výkonností se prodlužuje trať nad bodem zlomu (podle Hottenrotta, 1993).



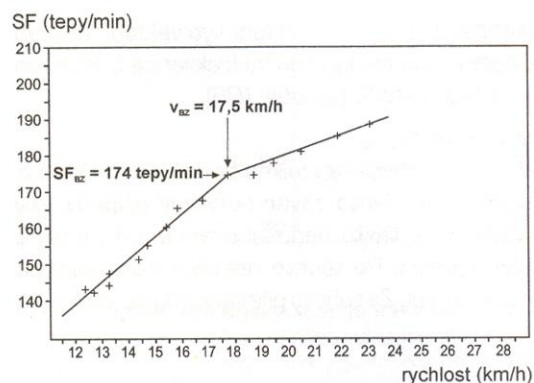
**Obr. 99** Křivka srdeční frekvence 30letého maratonce s nejlepším osobním časem 2:10:02 h



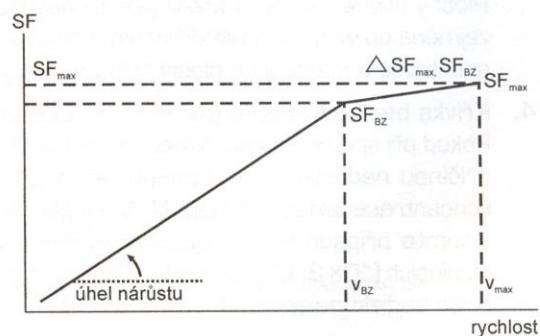
**Obr. 100** Srdeční frekvence 18letého středotračaře s osobním rekordem na 3000 m 9:31 min. Prahová rychlost je 13,0 km/h při srdeční frekvenci 184 tepů za minutu. Závěr: ještě dostatečná vytrvalostní výkonnost. Protože sportovec po bodu zlomu uběhl ještě 2000 m, lze u něj potvrdit velmi dobrou anaerobní výkonnost (hodnota laktátu při ukončení testu je vysoká – 18,6 mmol/l). Pro další zlepšení závodního výkonu je potřeba více rozvinout základní aerobní vytrvalost.

Jiný průběh srdeční frekvence při Conconiho testu byl zaznamenán u špičkového německého středotračaře (obr. 101). Sportovec dosáhl bodu zlomu lineárně rostoucí srdeční frekvence po 2000 m běhu. Srdeční frekvence přitom představovala 174 tepů za minutu a rychlost běhu 17,5 km/h. Po dosažení bodu zlomu byl běžec schopen uběhnout ještě dalších 1000 m a přitom stupňovat rychlost běhu. Jeho srdeční frekvence dosáhla maxima 188 tepů za minutu. Posledních 200 m zaběhl za 31,7 s, což odpovídá rychlosti 22,7 km/h, hladina laktátu po skončení běhu dosáhla 16,4 mmol/l.

Porovnání průběhů srdeční frekvence a hodnot laktátu obou sportovců dokládá rozdílný metabolismus při podaném výkonu. Průběh srdeční frekvence středotračaře je příkladem velmi vysoké anaerobní výkonnosti, křivka u maratonce oproti tomu dokládá vysoce rozvinutou aerobní vytrvalost. Pro podrobné posouzení vytrvalostních schopností při Conconiho testu lze u křivky srdeční frekvence a rychlosti využít následujících charakteristických znaků:



**Obr. 101** Křivka srdeční frekvence 22letého středotračaře s osobním rekordem na 1 km 2:22 min



**Obr. 102** Kritéria pro posuzování křivky srdeční frekvence a rychlosti při Conconiho testu vytrvalostní výkonnosti (podle Hottenrotta, 1993).

- ◆ **Bod zlomu s veličinami  $SF_{BZ}$  a  $v_{BZ}$**   
Bod zlomu vyznačuje anaerobní „Conconiho práh“, který se liší od anaerobního „laktátového prahu“. Čím více leží bod zlomu na grafu srdeční frekvence a rychlosti vpravo, tím lze očekávat vyšší aerobní výkonnost.
- ◆ **Konec zatížení s maximální srdeční frekvencí a maximální rychlostí běhu**  
Maximální srdeční frekvence je kritériem maximálního zatížení sportovce. Maximální rychlost charakterizuje úroveň rychlostní vytrvalosti a schopnosti mobilizace.
- ◆ **Úhel nárůstu křivky srdeční frekvence a rychlosti**  
Malý úhel nárůstu, resp. plochý průběh srdeční frekvence svědčí o dobře trénovaném „sportovním“ srdci. Za těchto podmínek pracuje srdečně-oběhový systém ekonomicky.
- ◆ **Nárůst srdeční frekvence a rychlosti mezi koncem zatížení a bodem zlomu (delta  $SF_{max}$   $SF_{BZ}$ )**  
Větší nárůst obou hodnot svědčí o dobře rozvinuté anaerobní výkonnosti.

### Hodnocení rozvoje výkonnosti

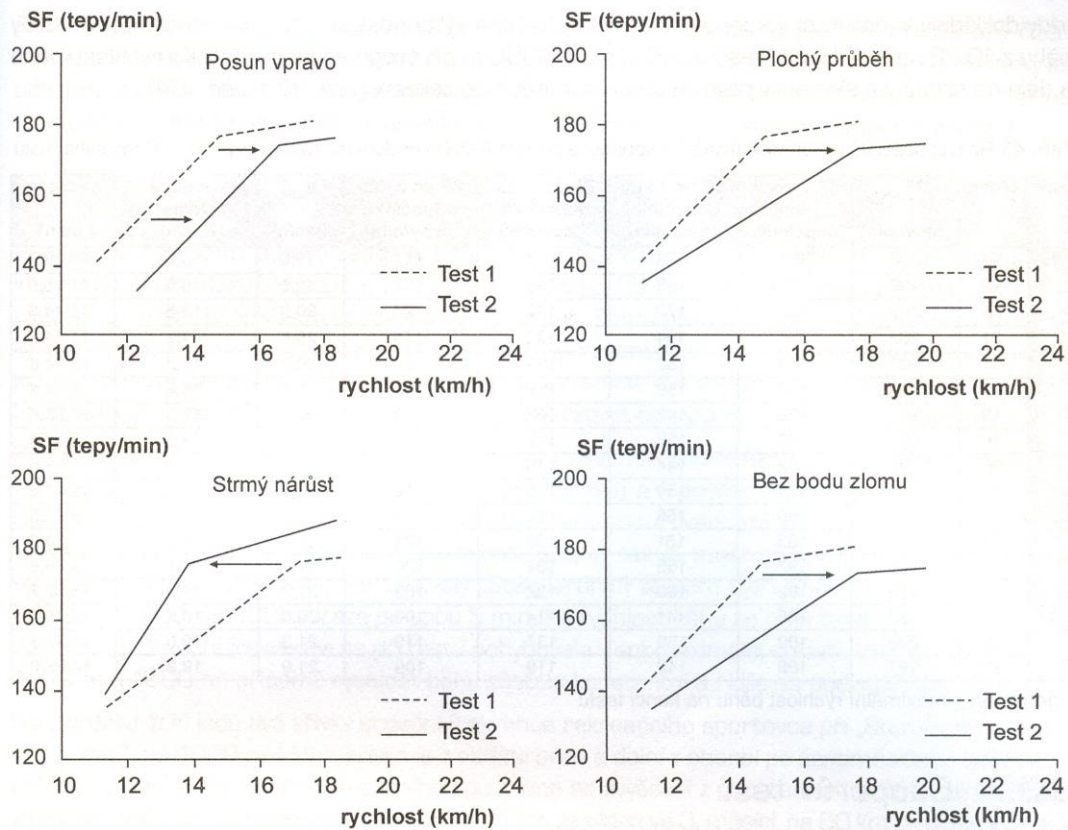
Při opakovaně prováděném Conconiho testu po 4 až 6 týdnech může dojít k následujícím změnám křivky srdeční frekvence a rychlosti:

1. **Posun křivky srdeční frekvence a rychlosti vpravo**  
Posun křivky vpravo znamená vždy zvýšení vytrvalostní výkonnosti. Jde o důkaz, že došlo k pozitivním adaptačním změnám funkčních systémů organismu. Při stejném výkonu srdce tepe pomaleji, což znamená, že pracuje ekonomičtěji. Oproti tomu lze posun křivky vlevo zdůvodnit zhoršenou vytrvalostní kondicí [viz obr. 103], ale také přírůstkem motorického výkonu (rychlosti) na krátkých tratích.
2. **Prudký nárůst křivky srdeční frekvence se stejným bodem zlomu**  
Ke změnám strmosti křivky srdeční frekvence může dojít při změně převážně aerobního základního tréninku na trénink zaměřený na intenzivní anaerobní zatížení. V praxi tento stav nastává, když sportovci ukončí přípravné období a začínají intenzivně trénovat na hlavní závody. S ohledem na bod zlomu srdeční frekvence mohou sportovci ještě zvyšovat rychlost běhu, přičemž využívají především anaerobní metabolismus. Jejich svalstvo je motoricky výkonnější [viz obr. 103].
3. **Plochý průběh srdeční frekvence**  
Plochý průběh srdeční frekvence signalizuje tendenci zlepšení základní vytrvalosti. To platí zejména po výrazném vytrvalostním tréninku. Obecně jsou křivky srdeční frekvence u starších sportovců a maratonců plošší než u mládeže a středotřaťů [viz obr. 103].
4. **Křivka bez bodu zlomu (nelze určit „Conconiho práh“)**  
Pokud při správně odstupňovaném zatížení [tab. 44] na křivce nevznikne bod zlomu, může být příčinou nedostatečně rozvinutá anaerobní výkonnost. Tento závěr potvrzují případy, kdy koncentrace laktátu po nejvyšším zatížení při Conconiho testu nedosahovala ani 4 mmol/l. V tomto případě by měl následovat intenzivnější trénink. Po těchto několika intervalových trénincích (10 × 300 m) je vhodné Conconiho test zopakovat. Za tohoto předpokladu lze očekávat, že se bod zlomu znovu objeví [viz obr. 103].

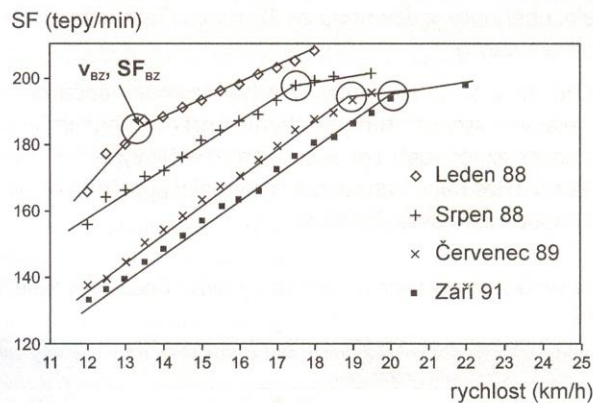
#### Příklad

Příklad reprezentovaný *tabulkou 45* mapuje výkonnostní rozvoj mladého běžce během čtyřletého období. Zatímco v obou prvních letech docházelo k plynulému rozvoji jeho výkonnosti, v následujících letech byl zaznamenán nárůst jen při testech v závodním období. Výsledky testů mimo toto období





Obr. 103 Změny křivky srdeční frekvence a rychlosti vlivem vytrvalostního tréninku



Obr. 104 Křivky srdeční frekvence a rychlosti (Conconiho test) mladého sportovce během 4letého vytrvalostního tréninku. Od 1. do 4. roku se křivka stále zploštuje a posouvá vpravo, což dokazuje zlepšování běžecké vytrvalosti.

## Výkonnostní a fitness testy

vždy dokládaly konstantní výkonnostní úroveň. Zvýšená výkonnost se projevila prodloužením doby běhu z 10:22 na 14:08 min, resp. z 2600 m na 4000 m při progresivně narůstající rychlosti běhu a dále na srdeční frekvenci v prvních třech minutách po zatížení (tab. 45 a obr. 104).

**Tab. 45** Rozvoj běžecké výkonnosti mladého sportovce během 4letého období na základě výsledků Conconiho testů

rok	týden	SF <sub>max</sub> (tepy/min)	SF v bodě zlomu (tepy/min)	SF po 1 min odpočinku (tepy/min)	SF po 2 min odpočinku (tepy/min)	SF po 3 min odpočinku (tepy/min)	v <sub>max</sub> (km/h)	v v bodě zlomu (km/h)	čas (min)
1.	04	208	196	173	144	127	19,0	15,6	10:20,2
	10	202	192	165	135	132	19,5	15,8	11:15,5
	25	203	195	170	138	120	20,0	16,6	11:44,8
	31	202	192	154	132	118	19,5	17,7	11:44,5
	44	203	197	152	129	118	20,2	18,2	13:04,6
2.	01	199	193	159	129	112	19,5	18,3	13:04,2
	13	200	195	142	123	108	19,3	17,9	12:26,6
	16	204	198	155	127	113	20,2	18,6	13:01,8
	28	196	192	144	115	101	20,1	18,4	13:03,5
	31	195	190	150	125	112	20,4	18,3	13:02,6
	32	199	190	156	132	119	21,3	18,2	13:37,5
3.	03	198	193	151	122	123	20,7	18,7	12:24,7
	30	203	192	155	134	120	21,4	19,1	13:36,8
	43	201	192	160	132	105	21,2	19,0	13:37,7
4.	01	192	185	141	114	100	20,6	18,5	12:25,0
	23	202	192	159	137	119	21,2	19,0	13:37,3
	33	197	186	142	118	105	21,9	19,3	14:08,0

legenda: v<sub>max</sub> maximální rychlost běhu na konci testu

### 8.3.7 Cooperův test

Určování vytrvalostní výkonnosti dětí, mládeže, dospělých i seniorů pomocí Cooperova testu (Cooper, 1984) má již mnohaletou tradici. Cooperův test používají i vrcholoví sportovci nevytrvalostních sportovních odvětví (zejména sportovních her a bojových sportů). Výkonnost se posuzuje podle maximální uběhnuté vzdálenosti za 12 minut. Test vyžaduje maximální úsilí a směřuje jej provádět jen zcela zdravé osoby.

Výsledek testu do značné míry závisí na motivaci a na optimální počáteční rychlosti. Nejlepšího výsledku je dosaženo s relativně stejným tempem běhu a při maximálním úsilí po celou dobu testu. Tato podmínka vyžaduje určité zkušenosti. I přes toto omezení je výpovědní hodnota testu poměrně vysoká, z uběhnuté vzdálenosti lze např. odhadnout maximální spotřebu kyslíku (tab. 46). Fotbalista by měl za 12 minut uběhnout minimálně 3500 m.

**Tab. 46** Maximální spotřeba kyslíku odhadovaná na základě výsledku Cooperova testu (uběhnutá vzdálenost za 12 minut – muži)

uběhnutá vzdálenost za 12 minut (m)	odhadovaná maximální spotřeba kyslíku (ml/kg·min)	hodnocení aerobní výkonnosti
2500–2700	30–40	průměrná
2705–2900	41–54	dobrá
2905–3000	46–50	dobrá
3005–3100	51–55	dobrá
3105–3300	56–60	velmi dobrá
3305–3400	61–65	velmi dobrá
3405–3600	66–70	vynikající
3605–3900	71–75	vynikající

Protože test vypovídá o absolutním výkonu a ne jeho příčinách, lze jej jen těžko využít pro řízení běžeckého tréninku. Vyšší výpovědní hodnotu má měření laktátu na konci testu. Z jeho hodnoty lze odhadnout anaerobní podíl běžeckého výkonu. Měření srdeční frekvence informuje o výkonu srdečně-oběhového systému při tomto relativně krátkém aerobně-anaerobním maximálním zatížení.

### 8.3.8 Vytrvalostní test submaximální srdeční frekvence

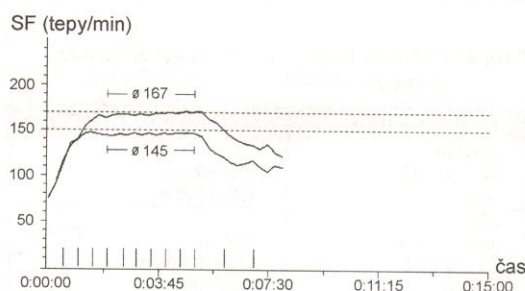
Podstatným znakem tohoto testu je absolvování standardizovaného zatížení se submaximální intenzitou. V průměru se jedná o intenzitu odpovídající 85 % maximální srdeční frekvence. Délka zatížení by měla představovat minimálně 5 minut. Submaximální standardizované zatížení při vyšetření umožňuje velmi dobře porovnávat výsledky měření, a to i z dlouhodobého hlediska. Výsledky jsou vhodné zejména pro posouzení procesů ekonomizace, které nastávají po delším vytrvalostním tréninku. Účinnost tréninkových jednotek lze kvantifikovat pomocí naměřených biologických veličin.

Při vytrvalostních testech se měří hlavně srdeční frekvence, laktát, močovina a kreatinkináza. Tyto veličiny umožňují vyslovovat závěry k účinnosti tréninku a k používaným tréninkovým metodám. Submaximální standardní zatížení jsou vhodná i pro posuzování individuálního průběhu rozvoje aerobní, resp. aerobně-anaerobní vytrvalosti, stejně tak je možné hodnotit dosažený stupeň adaptace. Dlouhodobé studie se zabývaly „Standardním testem vytrvalosti“ (Hottenrott, 1993). Test se prováděl na 400m dráze po dobu 5 minut a rychlost běhu se orientovala podle individuální výkonnosti. Srdeční frekvence se při testu pohybovala v submaximální oblasti. Vytrvalci uběhli mezi 1000 m a 1600 m, přičemž rychlost běhu zůstala konstantní a řídila se podle tabulky mezičasů.

Na obrázku 104 jsou dvě křivky srdeční frekvence rekreačního sportovce při „Standardním testu vytrvalosti“ na 1000 m. Horní křivka je z období před a dolní z období po šestiměsíčním běžeckém tréninku. Tréninkový objem rekreačního sportovce se zvyšoval z počátečních průměrných 25 km za týden na 40 km za týden ve 2. měsíci, na 55 km za týden ve 3. měsíci, na 60 km za týden v 5. měsíci a na 70 km za týden v 6. měsíci. Ve 4. měsíci představoval týdenní průměr jen 35 km. Z průběhu srdeční frekvence je jasné, že se její hodnoty v obou testech po 2. minutě zatížení stabilizovaly a že vytrvalostní trénink vyvolal očekávanou adaptaci funkčních systémů. Zvýšená vytrvalostní výkonnost sportovce se projevila poklesem submaximální srdeční frekvence a zlepšeným průběhem srdeční frekvence v zotavení. Srdeční frekvence při zatížení je při stejné rychlosti v průměru o 22 tepů za minutu nižší. Při druhém testu klesla srdeční frekvence v zotavení po třech minutách z původních 148 tepů za minutu na 103 tehy za minutu.

„Standardní test vytrvalosti“ je vhodný pro krátkodobé (denní) řízení tréninku ve fitness. Z průběhu submaximální srdeční frekvence při zatížení lze posuzovat aktivitu sympatického vegetativního nervového systému a z jejího chování při zotavení činnost systému parasympatického.

Zvýšení submaximální srdeční frekvence a její prudký pokles v zotavení jsou prvními příznaky zbytkové únavy, také se ovšem může jednat o začínající onemocnění. V tomto případě je zapotřebí zařadit regenerační trénink nebo tréninkovou přestávku.



**Obr. 104** Změny průběhu srdeční frekvence při pětiminutovém běhu na 1 km se submaximální intenzitou před a po šestiměsíčním vytrvalostním tréninku 42letého rekreačního sportovce. Test je vhodný pro posouzení výkonnosti začátečníků, zejména funkce jejich srdečně-oběhového systému.

## 8.3.9 Test maximální srdeční frekvence

K určení maximální srdeční frekvence je zapotřebí nejvyšší možné zatížení srdečně-oběhového systému. K tomu jsou vhodné laboratorní nebo terénní stupňovité testy nebo samostatné testy zaměřené jen na stanovení maximální srdeční frekvence. Tyto testy se mohou provádět jen po intenzivním a důkladném, minimálně 20minutovém rozcvičení a zahřátí. Poté sportovec absolvuje jízdu na kole, běh nebo plavání s maximální rychlostí po dobu minimálně 3 minuty. Při tomto zatížení sportovec zpravidla dosáhne úroveň maximální srdeční frekvence, její hodnota pak závisí na stavu trénovanosti, věku, schopnosti regenerovat a na dalších faktorech. Důležité je si uvědomit, že s přibývajícím věkem hodnota maximální srdeční frekvence klesá ( $SF_{max} = 220 - \text{věk}$ ), přesto většinou dosahují vysoce trénovaní sportovci i ve vyšším věku výrazně nadprůměrné maximální srdeční frekvence (viz také str. 99, 110).

Předpokladem pro testování maximální srdeční frekvence je dobrý zdravotní stav. Ze strany lékaře nesmějí existovat žádné námítky proti maximálnímu zatížení. Starší sportovci a začátečníci by neměli test maximální srdeční frekvence provádět sami, ale pouze v přítomnosti další osoby.

## 8.4 Kontrolní závody a testy

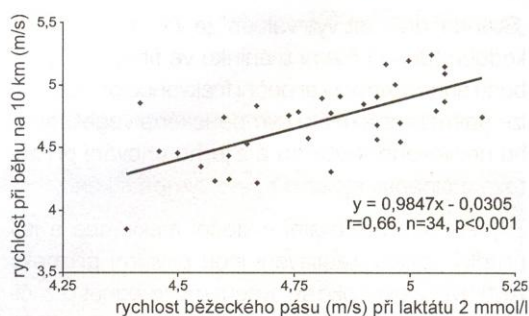
### 8.4.1 Obecné rozdělení

Vedle analýzy závodů (viz kap. 6) se pro hodnocení výkonnosti osvědčily kontrolní testy nebo kontrolní závody. Jedná se o tréninkové testování výkonu na závodní trati, u vytrvalostních vícebojů pouze v jedné disciplíně (tab. 47).

Kontrolní závody absolvované při tréninku jsou důležitým nástrojem testování výkonnosti. V porovnání s laboratorními testy se v tomto případě komplexně testuje závodní výkonnost, při laboratorních vyšetřeních se pouze kontrolují funkční základy, o které se opírá schopnost podávat výkon. Na druhou stranu z úrovně komplexního závodního výkonu nelze určit, na jakých metabolických základech je postaven. To se týká podílu aerobního a aerobně-anaerobního metabolismu. I při stejném závodním výkonu se může vnitřní zatížení sportovce velmi lišit.

**Tab. 47** Kontrolní testy a závody ve vytrvalostních sportech

sportovní odvětví	kontrolní testy a závody
<b>plavání</b> dlouhé tratě triathlon	400–800 m 400–1500 m
<b>běh</b> střední tratě dlouhé tratě triathlon	1000 m 5000–10000 m 5000–10000 m
<b>cyklistika</b> silniční horská (MTB) triathlon	40 km 10–20 km 20–40 km
<b>triathlon</b> krátký (1,5/40/10 km) dlouhý (3,8/180/42,2 km)	0,8/20/5 km 1,5/40/10 km (krátký triathlon)
<b>běh na lyžích</b>	5–15 km
<b>rychlouslení</b>	3–5 km



**Obr. 105** Vztah rychlosti na úrovni laktátu 2 mmol/l určené při stupňovitém testu na běžeckém pásu a výkonu v běhu na 10 km v krátkém triatlonu

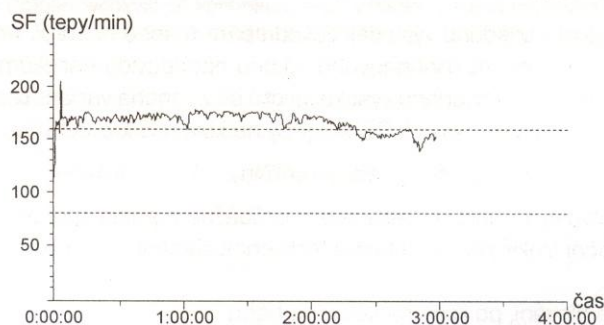
Dobrý výkon se může např. v přípravném období opírat o nadprůměrné anaerobní základy, ovšem s touto nevýhodou, že později nelze očekávat stabilní výkonnost. Cílem hodnocení závodního výkonu je určit, které funkční systémy výsledek závodů limitují a kterým by se poté měla v tréninku věnovat větší pozornost. Na základě validních testů lze velmi dobře předpovídat závodní výkon (obr. 105).

Výpovědní hodnota laboratorního testování ovlivňuje předpověď možného závodního výkonu. Praktické hodnocení závodního výkonu je možné prostřednictvím měření srdeční frekvence a laktátu. Z těchto hodnot, naměřených během a po skončení závodu, lze potom usuzovat na zatížení orgánů a funkčních systémů a stejně tak i na průběh samotného závodu. Během závodu představuje spolehlivou kontrolu měření srdeční frekvence sportesterem. Protokol průběhu srdeční frekvence při závodu je pro trenéry a sportovce cenným zdrojem informací.

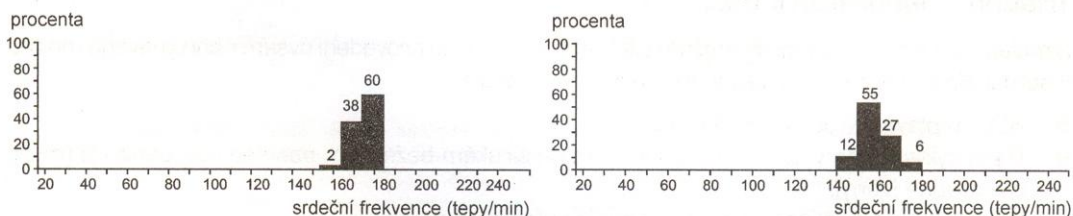
## 8.4.2 Vybrané příklady

### Maraton

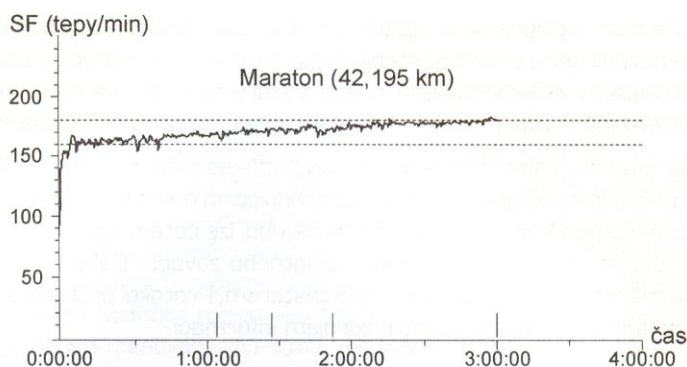
Obrázek 107 představuje příklad protokolu srdeční frekvence 22letého běžce při maratonu. V posledním úseku trati je zřetelný pokles srdeční frekvence. Během prvních dvou hodin zvolil běžec příliš vysoké tempo, takže průměrná srdeční frekvence v tomto úseku představovala 178 tepů za minutu. Pokles rychlosti běhu vedl ke snížení srdeční frekvence v následujících 59 minutách o 22 tepů za minutu na průměrných 157 tepů za minutu. Z pohledu procentuálního rozložení srdeční frekvence je v rozmezí 170–180 tepů za minutu v prvních dvou hodinách běhu uběhnuto 60 % a ve zbývajících 59 minutách jen 6 % celkového času (obr. 107b).



**Obr. 107a** Časový průběh srdeční frekvence 22letého běžce při maratonu. Pokles srdeční frekvence po dvou hodinách běhu je dán výrazným snížením rychlosti běhu.



**Obr. 107b** Procentuální rozdělení srdeční frekvence během prvních dvou hodin (levý graf) a při posledních 59 minutách maratonu (pravý graf)



**Obr. 108** Časový průběh srdeční frekvence při maratonském běhu u 29leté běžkyně. Po pomalém začátku se rychlost běhu plynule zvyšovala a tím vzrůstala i srdeční frekvence.

Na *obrázku 108* je uveden další příklad časového průběhu srdeční frekvence při maratonu, tentokrát jde o 29letou běžkyni. Srdeční frekvence v jejím případě vzrůstá plynule s přibližně 160 tepy za minutu na prvním až do 185 tepů za minutu na posledním kilometru. Průběh její srdeční frekvence potvrzuje, že z důvodu nedostatečných zkušeností běžela zbytečně opatrně. Při rovnoměrnějším tempu na celé trati mohla dosáhnout mnohem lepšího času.

### Triatlon – terénní test

Pro posouzení výkonnosti v triatlonu výsledek závodu sám o sobě nestačí. Ani příležitostné testování některých dílčích komponent triatlonového výkonu neodpovídá nárokům komplexního hodnocení. Nároky na testování jsou v triatlonu vysoké, proto se z mnoha variant testů pro krátký triatlon prosadil kontrolní test – 800 m plavání, 20 km jízdy na kole a 5 km běhu.

Při provádění testu v terénu se měří následující veličiny:

- plavání a běh: rychlost a srdeční frekvence – průběžně pomocí sporttesteru;
- jízda na kole: srdeční frekvence, rychlost a frekvence šlapání – průběžně (např. X-Trainer Polar Electro);
- měření laktátu po plavání, po jízdě na kole i po běhu.

Dále by měla být pomocí videozáznamu provedena průběžná analýza pohybové frekvence (příp. jen v předem vybraných momentech), určena dráha jednoho pohybového cyklu a jeho technika. Nevýhodné jsou proměnlivé vnější podmínky při testování v terénu, které ztěžují objektivní hodnocení výkonu.

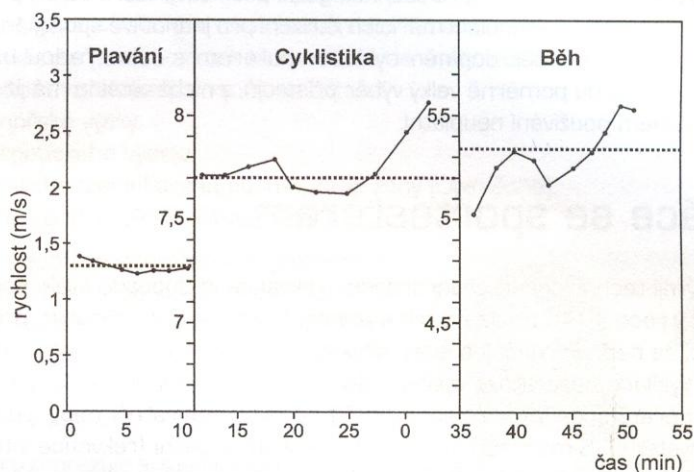
### Triatlon – laboratorní test

Simulace kontrolního závodu je možná i v laboratoři, pro jeho provedení ovšem není vybaveno mnoho institucí. Speciální test, vyvinutý v IAT Lipsko, se skládá z:

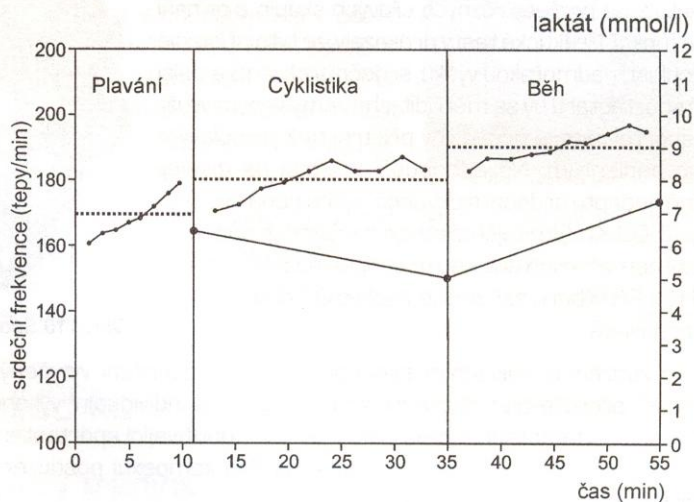
- 800 m plavání v 50metrovém bazénu;
- 9 km cyklistiky na vlastním závodním kole na širokém běžeckém pásu se stoupáním 3 (muži) a 2 stupně (ženy);
- 5 km běhu na širokém běžeckém pásu s nulovým sklonem.

Vedle biochemických veličin a srdeční frekvence je možné při jízdě na kole a při běhu měřit i spotřebu kyslíku.

Příklad průběhu rychlosti při kontrolním závodě ukazuje *obrázek 109a*. U plavání se počáteční zvýšená rychlost 1,3 m/s po zhruba 150 m snižuje na průměrnou rychlost 1,1 m/s. Jízda na kole vykazuje relativně stabilní průběh rychlosti, jen v jejím závěru proběhl spurt. Průměrná rychlost 6,9 m/s se při 3-stupňovém stoupání krátkodobě zvýšila na 7,4 m/s. Při běhu docházelo k velkým rychlostním výkyvům – vlivem zbytkové únavy po cyklistice byl zahájen velmi opatrně, po krátkodobém poklesu rychlosti na třetím kilometru se na zbývajících dvou kilometrech rychlost běhu postupně zvyšovala. Podle vztahu srdeční frekvence a laktátu lze posoudit vyvinuté biologické úsilí (*obr. 109b*).



**Obr. 109a** Průběh rychlosti při kontrolním testu v triatlonu – 800 m plavání, 10 km jízda na kole (3stupňové stoupání) a 5 km běh.



**Obr. 109b** Průběh srdeční frekvence a koncentrace laktátu při simulovaném kontrolním závodě v triatlonu. Srdeční frekvence se při plavání pohybovala přibližně o 10 tepů za minutu nížeji než při jízdě na kole. Nejvyšší srdeční frekvence byla dosažena při běhu. Úhrada energetických požadavků organismu při běhu probíhala čím dál více v anaerobním režimu. Na konci testu sportovci dosahovali koncentrace laktátu mezi 5 až 8 mmol/l.