

Pedagogická fakulta UJEP v Ústí nad Labem,

Katedra tělesné výchovy a sportu

**ROZVOJ A DIAGNOSTIKA
VYTRVALOSTNÍCH SCHOPNOSTÍ**

Hnízdil, J., Havel, Z., aj.

Ústí nad Labem 2012

Vědecký redaktor: Doc. RNDr. Tomáš Zdráhal, CSc.

Autoři: Mgr. Jan Hnízdil, PhD.
Doc. PhDr. Zdeněk Havel, CSc.

Mgr. Lenka Černá, PhD.
Doc. Mgr. Vladimír Horkel, CSc.
Mgr. Hana Horklová
Mgr. Jan Kresta
PaedDr. Oto Louka, CSc.
Mgr. Martin Nosek, PhD.
PaedDr. Ladislav Valter
Mgr. Jitka Vaněčková
PaedDr. Marcel Žák

Editor: Mgr. Jan Hnízdil, PhD
Doc. PhDr. Zdeněk Havel, CSc.

Recenzenti: Doc. PhDr. Josef Pavlík, CSc.
PhDr. Radek Vobr, PhD.

Grafika a návrh obálky: Ing. Zdeňka Kubištová,
Foto na obálce: © Jan Dufek
Jazyková korektura: Bc. Klára Vařílková

ISBN: 978-80-7414-476-9

Poděkování: Je naší milou povinností poděkovat recenzentům Doc. PhDr. J. Pavlíkovi, CSc. a PhDr. Radku Vobrovi, PhD. Za jejich výraznou pomoc při vzniku tohoto textu. Děkujeme za korekce, připomínky a doplňky. Poděkování rovněž patří vědeckému redaktorovi Doc. RNDr. Tomášovi Zdráhalovi, CSc. Za případné chyby a nedostatky jsou však již odpovědni sami autoři.

ROZVOJ A DIGNOSTIKA VYTRVALOSTNÍCH SCHOPNOSTI

Obsah:

I. Charakteristika, rozvoj a diagnostika vytrvalostních schopností (Hnízdil, Havel)

1	Úvod.....	5
2	Vytrvalostní schopnosti – struktura a klasifikace.....	9
2.1	Klasifikace	10
2.2	Jednotlivé zdroje a typy krytí energetických potřeb organismu.....	14
2.3	Laktát a jeho role při zajišťování energie pro organismus	20
3	Fyziologické aspekty vytrvalostních schopností	21
3.1	Srdeční frekvence	21
3.1.1	Srdeční frekvence maximální, anaerobního prahu a klidová.....	22
3.1.2	Faktory ovlivňující srdeční frekvenci (SF)	25
3.2	Maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max})	33
3.3	Anaerobní práh	37
3.4	Ekonomika pohybu.....	47
4	Vytrvalostní schopnosti dětí a mládeže, věk vrcholné výkonnosti	51
4.1	Vývoj jednotlivých složek aerobní zdatnosti v průběhu ontogeneze	52
4.2	Věk vrcholné výkonnosti ve vybraných vytrvalostních disciplínách.....	59
5	Vybrané závěry z výzkumných prací.....	60
6	Diagnostika vytrvalostních schopností	61
6.1	Výkonové testy	63
6.1.1	Testy lokální statické vytrvalosti	63
6.1.2	Testy lokální dynamické vytrvalosti.....	65
6.1.3	Testy globální vytrvalosti.....	69
6.2	Funkční (zátěžové) testy	83
6.3	Postupy stanovení hodnoty VO_{2max}	87
6.4	Dělení testů dle převažujících energetických systémů	88
7	Metody rozvoje vytrvalostních schopností	91
8	Normy.....	111
9	Seznam literatury:	120

II Rozvoj vytrvalostních schopností ve vybraných sportovních odvětvích

10	Rozvoj vytrvalostních schopností v atletice (Nosek, Valter).....	131
10.1	Rozvoj vytrvalostních schopností ve sprintu (100 a 200m) (Valter) ...	138
10.2	Charakteristika přípravy a příklady využití metod a tréninkových prostředků zaměřených na vytrvalostní schopnosti u sprinterů	140
11	Rozvoj vytrvalostních schopností v basketbalu (Žák).....	154
12	Rozvoj vytrvalostních schopností v gymnastice (Horkel, Horklová).....	167
13	Rozvoj vytrvalostních schopností v horolezectví (Louka, Černá)....	177
14	Rozvoj vytrvalostních schopností v nohejbalu (Kresta)	193
15	Rozvoj vytrvalostních schopností v plavání (Vaněčková).....	202

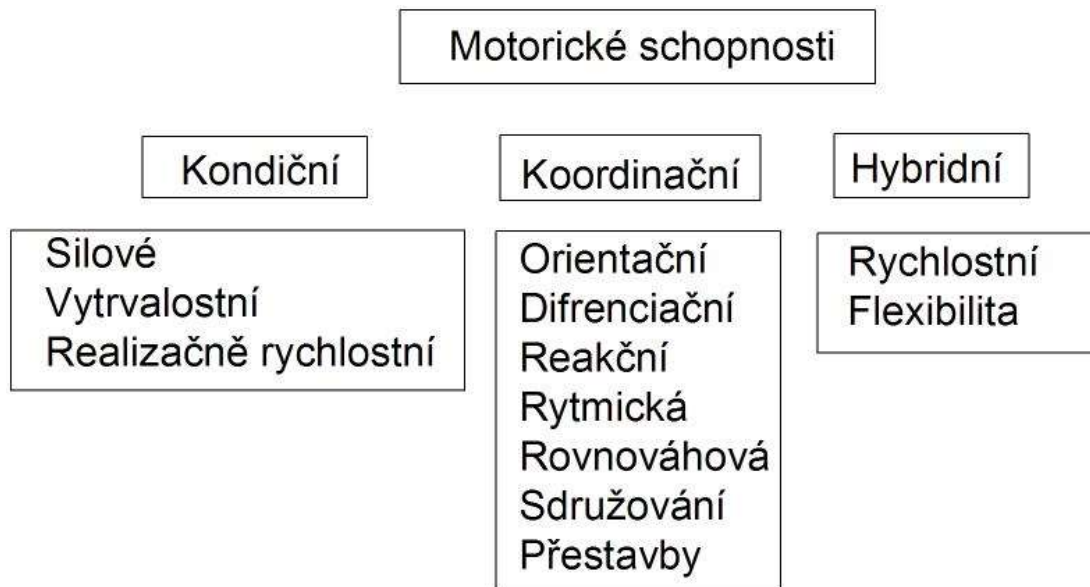
1 Úvod

Motorické schopnosti

Pokud chceme charakterizovat motorický výkon, výkonnost nebo zdatnost, musíme objasnit jejich funkci. Dostáváme se tak k pohybovým předpokladům, kde mají motorické schopnosti vedle dovedností, somatických ukazatelů aj. konstruktů základní úlohu. Motorickým schopnostem byla a je věnována značná pozornost, neboť podmiňují pohybovou činnost i v mnoha dalších oborech. Motorické schopnosti jsou základními „konstrukty“ antropomotoriky a pojednává o nich rozsáhlá literatura. Mezi přední autory u nás patří Čelikovský (1976, 1979, 1990) dále Blahuš (1976, 1983, 1996), Kovář (1979, 1982, 1988), Měkota (1983, 1988, 2000, 2005) a Dovalil (1986, 2002). „Menšími pracemi rozsahem (nikoliv významem) k tématu přispěli všichni učitelé antropomotoriky“ (Měkota, 2005).

„V současnosti je akceptováno rozdělení motorických schopností na kondiční, koordinační a kondičně-koordinační, což jsou schopnosti hybridní. Kondiční schopnosti jsou determinovány převážně faktory a procesy energetickými. Radí se sem schopnosti akční rychlosti, silové a vytrvalostní. Koordinační schopnosti jsou podmíněny funkcemi a procesy pohybové koordinace, jsou spjaty především s řízením a regulací pohybové činnosti. Patří sem schopnosti orientační, diferenciační, reakční, rovnováhové, rytmické, schopnost sdružování a schopnost přestavby.“ (Měkota, 2005). Mezi schopnosti kondičně – koordinační řadíme pohyblivostní schopnosti, u kterých se jedná spíše o systém pasivního přenosu energie. Musíme poznamenat, že celá řada autorů (Hirtz, et al., 2002, Kasa, 2001, Měkota, 2005) mezi schopnosti kondičně – koordinační řadí schopnosti rychlostní. Vzhledem k jednoznačné klasifikaci kondičních a koordinačních schopností to pokládáme za nevyvážené.

Taxonomie motorických schopností:



„Čelikovský (1990) rozumí motorickou schopností „integraci vnitřních vlastností organismu, která podmiňuje splnění určité skupiny pohybových úkolů a současně je jimi podmíněna“. „Burton a Miller (1998) uvádí: „Motorické schopnosti jsou obecné rysy (vlastnosti) či kapacity, které podkládají výkonnost v řadě pohybových dovedností“ (Měkota, 2005)

Naší publikací chceme usnadnit studentům tělesné výchovy a sportu orientaci v tak složité problematice jako jsou motorické schopnosti, jejich rozvoji a diagnostiku prostřednictvím indikátorů. Snahou autorů je zároveň přispět studentům fakulty i současným učitelům „databankou“ tělesných cvičení z vybraných sportovních disciplín pro rozvoj vytrvalostních schopností. Stále se totiž objevují chyby jak při tělesné výchově ve školách, tak i sportovním tréninku, kdy cílené tělesné cvičení působí jinak, než jsou představy studentů a trenérů. Studenti mohou využít uvedená cvičení pro rozvoj nebo stabilizaci své individuální výkonnosti.

Tato monografie se tedy věnuje vytrvalostním schopnostem, jejich rozvoji a diagnostice. Normy jsou však uvedeny pouze pro testové položky začleněné do testových baterií základní výkonnosti Unifittest (6 – 60), Eurofittest a Fitnessgram.

Úvod do vytrvalostních schopností

Vytrvalostní schopnosti můžeme hodnotit z dvou odlišných pohledů, ale zároveň z části navzájem se překrývajících hledisek. Jedním z pohledů je kritérium výkonové, které je doménou oblasti výkonnostního a vrcholového sportu. Druhým je hledisko zdravotně orientované, v rámci kterého je při optimálním dávkování, intenzitě a frekvenci možno zpětně ovlivňovat kvalitu našeho zdraví a tím i kvalitu našeho života.

Vytrvalostní schopnosti mají tak mezi ostatními motorickými schopnostmi nejzřetelněji vymezený vztah ke konceptu lidského zdraví. Jejich úroveň reflektuje funkční kapacitu a připravenost organismu optimálně reagovat na stresové faktory zevního prostředí. Aerobní zdatnost tvoří základní prvek konceptu zdravotně orientované zdatnosti.

Nízká úroveň aerobní (kardiorespirační) zdatnosti je spojována se zvýšeným rizikem výskytu kardiovaskulárních onemocnění, diabetu typu 2 a zvýšenou úmrtností. Příčinná souvislost mezi nízkou aerobní (kardiorespirační) zdatností a úmrtností je srovnatelná se vztahem mezi úmrtností a zdravotními ukazateli, jako je tělesná hmotnost, krevní tlak, hladina cholesterolu a kouření (Jurca, 2005).

Jednotlivé komponenty aerobní zdatnosti jsou dlouhodobě předmětem zkoumání v řadě vědeckých studií. Výsledky se pak odrážejí ve změnách v teoretické struktuře chápání vytrvalostních schopností. V posledních letech díky novým poznatkům na poli energetického metabolismu v průběhu zátěže byly redefinovány některé dřívější postuláty. Zkoumána je fyziologická podstata funkční odezvy organismu na zatížení a tím zprostředkovaně i možnosti stimulace těchto schopností.

Pro diagnostiku úrovně vytrvalostních schopností slouží celá řada testových nástrojů. Ty jsou v rámci nových poznatků modifikovány, zpřesňovány popř. vytvářeny nové. V rámci sekulárních trendů v populaci nastává otázka revize některých norem. Zpřesňovány jsou predikční rovnice postihující jednotlivé komponenty aerobní zdatnosti. Díky technologickému rozvoji a miniaturizaci je možné kdysi striktně laboratorní testy realizovat v terénním prostředí.

Mezi motorickými schopnostmi je právě v oblasti vytrvalostních schopností, díky jejich charakteru funkčních předpokladů organismu, patrný největší průnik společného bádání sportovní a lékařské vědy. Ať už je cílem stimulace vytrvalostních schopností výkonově či zdravotně orientované hledisko, zapotřebí stále bude kvalitní teoretický podklad, pokud možno maximálně objektivně popisující tuto latentní vlastnost lidského organismu. Z tohoto kvalitního teoretického konceptu je pak možné vycházet jak na poli diagnostiky tak následně v oblasti rozvoje vytrvalostních schopností.

2 Vytrvalostní schopnosti – struktura a klasifikace

Vytrvalostní schopnosti řadíme mezi základní kondiční schopnosti. Můžeme je definovat jako **schopnost organismu vykonávat pohybovou činnost určitou intenzitou po relativně dlouhou dobu nebo v určeném čase.**

Z celé řady dalších definic od různých autorů uvádíme tyto:

- "Vytrvalostní schopnosti umožňují provádět opakovaně pohybovou činnost submaximální, střední a mírné intenzity bez snížení její efektivity nebo působit proti určitému odporu v neměnné poloze těla a jeho částí po relativně dlouhou dobu, popř. do odmítnutí" (Čelikovský, 1990)
- „Schopnost udržet požadovaný výkon pokud možno dlouhou dobu“ (Martin, 1993)
- „Schopnost vykonávat opakovanou pohybovou činnost bez snížení efektivity relativně dlouhou dobu“ (Kasa, 2001)
- "Komplex předpokladů provádět činnost požadovanou intenzitou co nejdéle, nebo co nejvyšší intenzitou ve stanoveném čase" (Dovalil, 2002)

Pohybový obsah vnějších projevů vytrvalostní schopnosti se projevuje ve třech okruzích:

- a) opakovaně prováděná pohybová činnost po dlouhou dobu, případně až do odmítnutí. Intenzita zatížení se v průběhu trvání činnosti s přibývajícím časem zpravidla snižuje (např. pádlování při vodní turistice, turistický pochod, apod.),
- b) kontinuální nebo přerušované pohybové zatížení stálé intenzity. Doba pohybového zatížení je limitována možností udržet výchozí intenzitu (např. běh na 800 m),
- c) dlouhodobé působení proti stálému odporu při zachování výchozí polohy těla a jeho částí, případně s mírnou deformací podložky (např. sjezd na lyžích) (Havel, 1996).

Motorická vytrvalostní výkonnost je biologicky určována schopností organismu dodávat plynule pracující svalové buňce při déletrvajícím zatížení kyslík a živiny, odvádět zplodiny látkové výměny a odolávat nepříznivým změnám ve vnitřním prostředí organismu v důsledku metabolického rozpadu.

Na orgánové úrovni podmiňuje vytrvalostní výkon globální povahy především funkční kapacita kardiopulmonální soustavy, vytvářená prvky jako minutový objem srdeční, minutová plicní ventilace, difúzní kapacita plic, transportní kapacita krve, arteriovenózní diference, srdeční frekvence a další.

Na tkáňové úrovni je třeba jako hlavní limitující činitele vytrvalostního výkonu rozlišovat zejména strukturální a biochemické předpoklady. Určujícími prvky strukturální subsystémové úrovně jsou např. poměr a počet rychlých a pomalých svalových vláken, počet svalových mitochondrií, stupeň svalové kapilarizace pro potřeby krevního zásobení svalu. Biochemické předpoklady zahrnují řadu prvků funkční povahy související s energetickým metabolismem jako přeměna látek a energií, aktivita oxidativních enzymů ve svalu včetně těch, které podporují vytrvalostní aktivitu svalu jako odolnost vůči acidóze, relativní hypoxii, aj.

Z výše uvedeného jednoznačně vyplývá velice zřetelná vazba mezi vytrvalostními schopnostmi a konceptem lidského zdraví. Vytrvalostní schopnosti lze vnímat a posuzovat jak z hlediska výkonově, tak zdravotně orientované zdatnosti. Aerobní (kardiorespirační) zdatnost a svalová síla spolu s vytrvalostí (svalově-kosterní) jsou základními pilíři konceptu zdravotně orientované zdatnosti (Bunc, 1995).

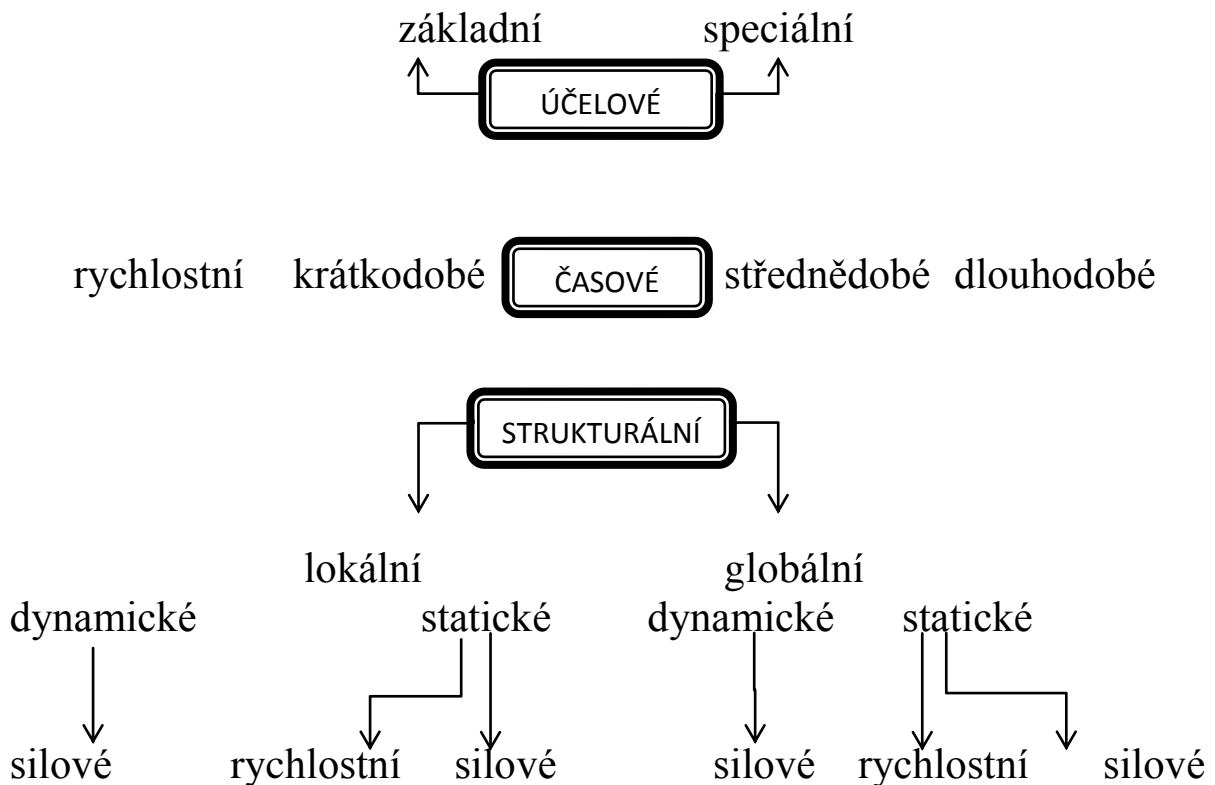
2.1 Klasifikace

Pohled na vytrvalostní schopnosti a jejich členění se mohou lišit dle oborového zaměření posuzovatelů. Vytrvalost lze studovat z hlediska antropomotoriky, biomechaniky, psychologie, fyziologie apod. V řadě oblastí je shoda a vzájemné využití oborových poznatků jednoznačné, v některých však panuje odlišný pohled. Například fyziologové označují vytrvalostní zátěži „pohybovou aktivitu, který probíhá nejméně 20-30 minut formou cyklických pohybů“ (Máček a Radvanský, 2011). Z pohledu antropomotoriky je tento typ zátěže pouze jedním subsystémem v oblasti vytrvalostních schopností.

Zejména v kapitole věnující se klasifikaci vytrvalostních schopností tak vycházíme z dosavadních poznatků antropomotoriky. Z tohoto hlediska v klasifikaci vytrvalostních schopností uplatňujeme tři základní kritéria:

- a) ÚČELOVÉ - dělení podle účelu rozvoje vytrvalosti
- b) STRUKTURÁLNÍ - počet a topografické rozdělení svalů zapojených v průběhu motorické činnosti
- c) ČASOVÉ - doba trvání pohybového úkolu

Obr. 1. Schéma členění vytrvalostních schopností dle jednotlivých kritérií.



a) Účelové kritérium

Podle tohoto hlediska rozdělujeme vytrvalost na základní a **speciální** (Měkota, 2005). **Základní** vytrvalost je spojena s konceptem základní výkonnosti a zdravotně orientované zdatnosti. Je definována jako schopnost provádět dlouhodobý výkon v aerobní energetické zóně.

Adaptace na tento typ zátěže není vázána na specifickou pohybovou aktivitu a projevuje se v kvalitativních změnách zejména v oblasti kardiorepiračního systému. Příklady základní vytrvalosti: aerobik – rekreační forma, cyklistická vyjíždka, turistická chůze. Tvoří základ pro rozvoj vytrvalosti speciální do věku 10 let.

Speciální vytrvalost je zaměřena na dosažení maximálního výkonu v určité sportovní disciplíně. Je vázána na konkrétní pohybové cvičení a adaptace se zde projevuje mimo jiné v oblasti lokálních energetických rezerv, enzymatické výbavě, kapilarizace svalů apod. „Podstatou není vykonávat danou činnost co nejdéle, ale dosáhnout na daném úseku co nejlepšího výsledku, nebo udržet vysokou úroveň činnosti v podmínkách vymezeného času“ (Čelikovský, 1990). Příklady speciální vytrvalostní schopnosti: cyklistická vytrvalost, herní vytrvalost, kanoistická vytrvalost, vytrvalost maratónce, atd.

b) Strukturální kritérium (schéma viz obr. 1)

Lokálně vytrvalostní schopnosti jsou předpoklady jedince provádět motorickou činnost zapojením menších svalových skupin, méně než 1/3 svalstva těla v průběhu svalové práce co nejdéle (Čelikovský, 1990). Zapojený malý objem svalstva neklade velké nároky na kapacitu dýchacího oběhového systému, například shyby, kliky, výdrž ve shybu.

Globálně vytrvalostní schopnosti se projevují v motorické činnosti komplexní povahy zaměstnávající převážnou část tělesné svalové hmoty, zejména velké svalové skupiny. Celkový objem vykonané práce je vzhledem k dlouhé době trvání zatížení obvykle velký, intenzita je spíše mírná až střední. Může však jít i o intenzivní činnosti krátkodobého charakteru přesahující 20 sekund. Například běh na lyžích, plavání, běh na 400 m, apod.

c) Časové kritérium

Tab 1. Rozdělení vytrvalostních schopností dle časového kritéria

Vytrvalost	Rozsah	Intenzita motorické činnosti
rychlostní	15-50 s	maximální, submaximální
krátkodobá	50s -2 až 3 min	submaximální
střednědobá	2-10 min	Střední
dlouhodobá	nad 10 min	Střední
I	10-35 min	Střední
II	35-90 min	Mírná
III	90 min-6 h	Mírná
IV	nad 6 h	Mírná

Rychlostní vytrvalost se projevuje v činnostech maximální a submaximální intenzity a v délce trvání 15–50 sekund (např. běh na 400 m). Rozhodujícím faktorem pro rozvoj této vytrvalosti je anaerobní kapacita organismu. Vedle energetických zdrojů limituje dobu činnosti i nervová únava.

Krátkodobá vytrvalost je vymezena dobou možného trvání nepřetržité činnosti od 50 sekund do 2–3 minut. Jakmile je zatížení převážně submaximální (např. běh na 800m), výkonnost závisí na úrovni rychlostní a silové vytrvalosti. Hlavním energetickým systémem je anaerobní glykolýza se štěpením glykogenu bez využití kyslíku. Kumulace kyseliny mléčné je považována za hlavní příčinu únavy.

Střednědobá vytrvalost se projevuje v činnostech s nepřetržitou dobou trvání v rozsahu 2-10 minut. Intenzita zatížení je většinou střední, objem vykonané práce je již poměrně značný (např. běh na 3 km). Maximální aerobní možnosti organismu jsou kombinovány s využitím anaerobního systému získávání energie. Vyčerpání glykogenu je hlavní příčinou únavy.

Dlouhodobá vytrvalost je schopnost provádět nepřetržitě pohybovou činnost mírné až velmi mírné intenzity po dobu delší než 10 minut. Objem vykonané práce je velký (např. maratónský běh, cyklistická etapa, apod.). Sportovní výkony, jejichž základem je dlouhodobá vytrvalost, kladou značné nároky na

- rozvoj příslušných fyziologických funkcí,
- ekonomiku techniky daných sportovních činností,
- rozvoj volných vlastností, jejichž podstatou je trvalé překonávání subjektivních i objektivních obtíží.

Převažujícím způsobem energetického krytí je přitom aerobní (oxidativní) způsob úhrady energie s využitím glykogenu a později i tuků. Příčinou únavy je vyčerpání zdrojů energie.

2.2 Jednotlivé zdroje a typy krytí energetických potřeb organismu

V průběhu aerobního režimu vytrvalostní činnosti je přísun energie zajištěn štěpením energetických zásob za přístupu kyslíku (aerobní glykolýza a lipolýza). Při anaerobním charakteru práce rozlišujeme dva režimy, laktátový (anaerobní glykolýza) a alaktátový (kreatinfosfátový) systém, přičemž dominantní krytí energetických potřeb organismu anaerobním způsobem je omezeno pouze na rychlostí vytrvalost, tedy výkony v trvání do 50 sec. Pokračuje-li výkon přes tuto hranici stále intenzivněji se zapojují aerobní procesy. U výkonů trvajících kolem 75 vteřin je již krytí oběma systémy rovnocenné, při běhu na 800m již dominuje aerobní způsob získávání energie. Viz tab. 2.

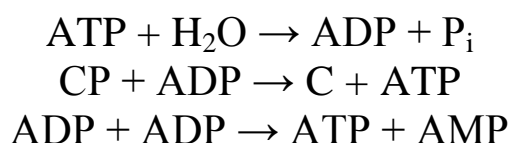
Tab 2. Odhad procentuálního podílu jednotlivých typů metabolismu na krytí energetických potřeb organismu během maximálního výkonu (Gastin, 2001)

Čas (s)	% aerobně	% anaerobně
10	6	94
15	12	88
20	18	82
30	27	73
45	37	63
60	45	55
75	51	48
90	56	44
120	63	37
180	73	27
240	79	21

V praxi je často prezentováno působení těchto systému odděleně. Současné poznatky však takovému zjednodušenému pohledu odporují. Uvedené systémy jistě existují, nejsou však od sebe izolovány, vzájemně se doplňují a probíhají většinou současně s převahou toho, který právě vyhovuje konkrétnímu typu zátěže. „Zdroje energie a způsob jejího uvolnění se přenáší na místo okamžité spotřeby“ (Máček a Radvanský, 2011)

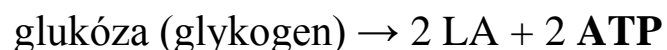
ATP (adenosintrifosfát) je bezprostředním zdrojem energie pro svalovou kontrakci. Malá rezerva ATP je uložena přímo ve svalu a kryje okamžitou potřebu energie, při vysoce intenzivní činnosti vystačí pouze po dobu cca 2 sekund. Dále je nutné ATP syntetizovat. Jeho vznik je v organismu zajištěn jedním ze tří následujících systémů:

1. ATP-CP systém uvolnění energie (anaerobně laktátový):



Tento systém je aktivován ve velice krátkém čase po zahájení zatěžování organismu (do 1 sekundy) s maximem již ve 2. sekundě zatížení. Udržení maximální intenzity je možné jen po velmi krátkou dobu, omezená je i celková energetická kapacita systému - celkem cca 6 kcal (Spriet, 1995). Během prvních deseti sekund dochází k jeho 75 – 80% poklesu podílu na energetickém příspěvku organismu. K minimální resyntéze ATP z CP dochází však ještě po 20 sekundách maximální zátěže (Stejskal, 2006). Regenerace tohoto systému je velmi rychlá, úplná za cca 3 minuty s poločasem do cca 30 sekund. Proces probíhá bez přístupu kyslíku a bez vzniku laktátu. Ve vytrvalostně determinovaných činnostech nehraje tento systém prakticky žádnou roli (Kuhn, 2004).

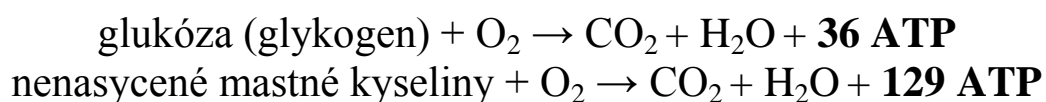
2. Glykolitický způsob uvolnění energie (Anaerobně – laktátový systém, anaerobní glykolýza, neoxidativní fosforylace):

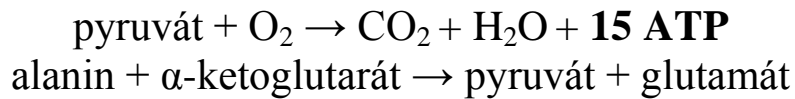


Tento systém vzniku energie ve formě ATP má o něco delší reakční čas. Stále se však jedná o velmi rychlý systém. Vrchol anaerobní glykolýzy je dosažen přibližně ve 20 sekundách, dle jiných autorů (Placheta, 1999) ve 40-50 s. intenzivního zatížení. Po několik dalších sekund je udržována rychlost glykolýzy na stejné úrovni, potom začíná klesat a ztrácet své dominantní postavení. Při vyšších intenzitách (více jak 60 – 70% maxima) však tento způsob přeměny energie přetrvává společně již s rozvinutou oxidační fosforylací (Placheta, 1999). Délka úplné regenerace je do 1 hod, s poločasem kolem 15 minuty. Energetická výtěžnost systému je relativně nízká, jedna molekula glukózy je potřeba na tvorbu 2 molekul ATP.

Bezprostřední množství energie produkované tímto systémem je omezené (Máček a Radvanský, 2011). Tento proces produkce energie je doprovázen vznikem laktátu.

3. Aerobní laktátový systém (Krebsův cyklus, oxidativní „aerobní“ „pomalá“ fosforylace)





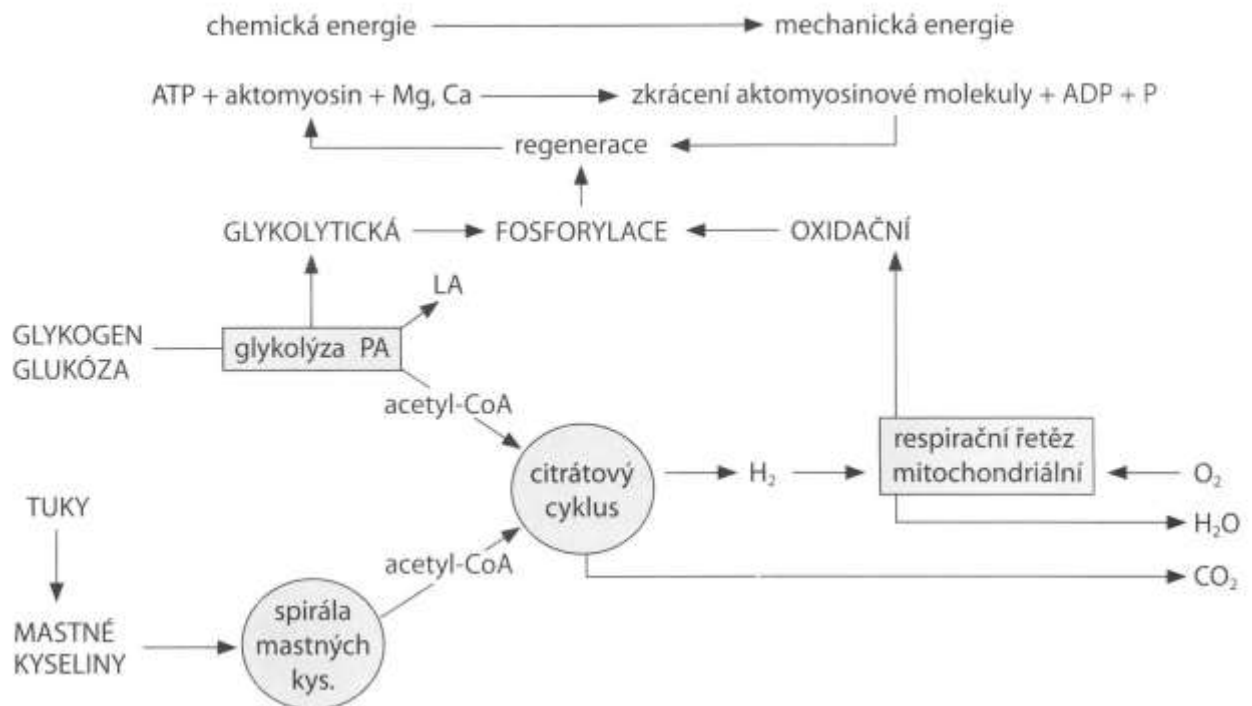
System se vyznačuje pomalejší aktivací, maximální intenzita je dosažena po cca 2-3 min, udržení maxima je možné po několik minut, celková kapacita přesahuje hodiny. Úplná regenerace trvá 1-2 dny s poločasem 5-6 hodin. Pomalejší nástup a střední intenzita činnosti je vykompenzována relativně vysokou výtěžností (jedna molekula glukózy je potřeba na tvorbu 36 molekul ATP). Základním předpokladem je zabezpečený přístup kyslíku, což je limitováno nemaximálním charakterem pohybové činnosti. Tento systém je velice ekonomický a při dlouhodobých zatíženích se stává hlavním metabolickým systémem. Jako dominantní systém krytí energetických potřeb organismu je využíván již od 75-90 sekundy maximálního výkonu – viz tab. 2. Je využíván při střednědobé a dlouhodobé vytrvalosti. V těchto pohybových schopnostech se dominantním způsobem uplatňuje aerobní systém a energie se získává oxidativním způsobem. Díky využití depotních zdrojů může probíhat na stejné úrovni i dlouhou dobu (Placheta, 1999).

„Podle posledních názorů se však aerobní výdej energie projeví i při kratších, energeticky náročných výkonech tím, že vysoká enzymatická aktivita LDH umožní oxidovat laktát a tak ho využít jako rychle dostupný energetický zdroj“ (Máček a Radvanský, 2011). Maximální ziskovost energie ze zásob lipidů se udává v intenzitách mezi 50 - 70% VO₂max. Při intenzitách mimo toto pásmo je množství využívaných lipidů menší (Powers and Howley, 2007).

Nejlepším ukazatelem kapacity tohoto systému je hodnota maximálního příjmu kyslíku (Novotný a Novotná, 2008).

Souhrnný systém přeměny chemické energie v pohybovou a energetické zdroje viz obr. 2.

Obr. 2. Druhy energetických zdrojů, regenerace makroergních fosfátů a přeměna chemické energie v pohybovou. Převzato (Máček a Radvanský, 2011)



Podíl jednotlivých systémů na krytí energetických potřeb organismu v průběhu zátěže

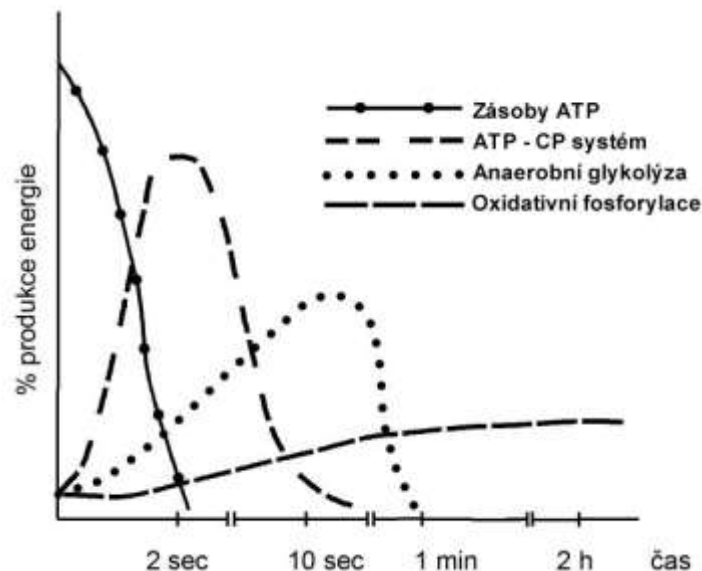
Jednotlivé metabolické systémy se v průběhu trvání zatížení postupně vyvíjejí a plynule přecházejí jeden do druhého. Všechny tři energetické systémy přispívají již od počátku výkonu, ale různou měrou. Ta závisí na individuálních charakteristikách sportovce, délce zatížení a jeho intenzitě.

„Starší energetické koncepce vycházely z názoru, že aerobní fosforylace reaguje příliš pomalu na požadavky intenzivní zátěže, a proto nehraje určující roli při krátkodobých výkonech. V práci Gastina (Gastin, 2001) jsou shrnuty výsledky více než 30 studií, které uvádějí podíl aerobního energetického systému během jednorázové práce maximální intenzity. Na základě těchto výsledků vytvořil tabulku aerobního podílu na celkovém energetickém výdeji při maximální práci (tab. 2). Z této tabulky vyplývá, že k vyrovnání energetického zisku z aerobního a anaerobního systému dochází při maximální práci

již asi za 75 sekund. Např. relativní energetický podíl aerobního metabolismu činí při běhu na 800 m 55-65 % z celkového energetického výdeje. To znamená, že při běhu na 800 m nedominuje anaerobní glykolýza, jak je často uváděno v řadě odborných materiálů, ale aerobní fosforylace.“ (Stejskal, 2006)

Následující obrázek ukazuje, jak energetické systémy přispívají k výrobě ATP při výkonu, který má od počátku charakter 100% úsilí.

Obr. 3. Podíl jednotlivých energetických systémů na krytí potřeb organismu v průběhu zátěže s maximálním úsilím. Podle Gastina (Gastin, 2001)



Při zátěži konstantní intenzity je dominantní oxidativní fosforylace. Při krátkodobých a střednědobých výkonech jsou spalovány primárně cukry, při déletrvající zátěži vzrůstá podíl oxidace tuků. Při tomto charakteru zátěže má velký význam glukoneogeneze, která kryje až 50% tvorby glukózy z laktátu a glycerolu (Placheta, 1999).

Poznatky o jednotlivých typech vytrvalosti lze v souvislosti s délkou zatížení a typem energetického krytí shrnout následovně: Čím kratší je doba trvání zatížení, tím vyšší může být intenzita pohybové činnosti a tím vyšší je podíl anaerobních procesů na celkovém energetickém krytí. Čím delší je zatížení, tím nižší může být intenzita pohybové činnosti a tím vyšší je podíl aerobních procesů na celkovém energetickém krytí (Kuhn, 2004).

2.3 Laktát a jeho role při zajišťování energie pro organismus

Výsledným produktem anaerobní glykolýzy je vedle ATP také laktát (sůl kyseliny mléčné). Tento není pouhým odpadním produktem metabolismu, za který byl do 80 let minulého století považován. Vedle faktu, že je vysoce energeticky bohatým substrátem pro vznik další energie v procesu oxidativní fosforylace, je také „jakýmsi transportérem chemické energie z jednoho místa (např. ze zatížených rychlých svalových vláken) na jiné místo (např. srdce a pomalá svalová vlákna)“. (Stejskal, 2006)

Laktát je produkován jednak v klidu, tak i při mírné zátěži (50% VO_{2max}), přičemž po ustálení hladiny krevního laktátu se producenty této látky stávají neaktivní svaly a ostatní tkáně. Při zvýšení intenzity pohybové činnosti se úměrně zvyšuje i produkce laktátu. Do určité úrovně intenzity zatížení je po 10-15 minutách nastolen dynamický stav rovnováhy mezi tvorbou a utilizací laktátu. Maximální laktátový setrvalý stav je označení maximální intenzity pohybové činnosti, při které je ještě tuto rovnováhu možné udržovat (Billat, 2003). Při dalším zvýšení intenzity pohybu nad tuto mez není již možné setrvalý stav udržet a vznikající laktát se začíná v organismu kumulovat.

Výkon, při kterém je dosažen maximální laktátový setrvalý stav, je nejvyšší intenzita zatížení, při které je oxidativní fosforylace schopná pokrýt energetické potřeby organismu. Hodnota tohoto výkonu může posloužit jako parametr pro určení optimální intenzity tréninkových zatížení i jako diagnostický nástroj výkonnosti. Obsahově odpovídá obecně užívanému pojmu anaerobní práh.

Při intenzitě zatížení nad touto úrovní, kdy relativní nedostatek kyslíku pro aerobní způsob získávání energie zvyšuje koncentraci laktátu se:

1. zvyšuje podíl anaerobního způsobu získávání energie
2. do činnosti se zapojuje více anaerobních vláken.

Mechanismus tohoto procesu je pravděpodobně založen na skutečnosti, že vodíkové ionty se nestačí za této intenzity přesunout do energetických center buněk a jsou využity pro přeměnu pyruvátu na laktát. Zároveň se zvyšuje enzymatická aktivita podporující přeměnu pyruvátu na laktát a to zejména v rychlých svalových vláknech (Novotný a Novotná, 2008).

„Laktát je tedy *anaerobní metabolit* v podmínkách nedostatku kyslíku, stejně tak, jako *aerobní metabolit* v podmínkách adekvátního zásobení kyslíkem a utilizace glukózy nebo glykogenu jako energetického substrátu“. (Stejskal, 2006)

3 Fyziologické aspekty vytrvalostních schopností

V této části se zabýváme vybranými fyziologickými ukazateli, které jsou v rámci diagnostiky sledovány a hodnoceny. Ať už jako odezva organismu na zatížení, nebo jako parametry, které mají vypovídací hodnotu při hodnocení úrovně vytrvalostních schopností. Mezi tyto, diagnostice přístupné parametry řadíme srdeční frekvenci, maximální spotřebu (příjem) kyslíku, hodnotu anaerobního prahu a ekonomiku pohybu.

3.1 Srdeční frekvence

Srdeční frekvence (SF) je v současnosti jedním z nejsnadněji monitorovatelných biologických parametrů při procesu posuzování odpovědi organismu na zatížení. Zejména technologický vývoj v oblasti měřičů srdeční frekvence umožnil měřit a zaznamenávat SF přesně, dostupně a bez výraznějších omezení. SF lze monitorovat v různých klimatických podmínkách, ve vodním prostředí, v naprosté většině pohybových činností, relativně pohodlně a bez ovlivnění samotného výkonu. Díky on-line přenosu u posledních modelů kardiometrů může mít sportovec na těle umístěn fyzicky pouze vysílač, přijímač je umístěn mimo tělo sportovce.

Společně s tímto technologickým pokrokem a poznatky na poli fyziologie zátěže (např. s dnes revidovanými poznatky o anaerobním prahu) došlo k masivnímu využívání SF jako diagnostického prostředku a zároveň údaj, pomocí kterého lze určit prahy (Conconi, 1982) a pásma optimálního tréninkového zatížení. V současné době je však stále více kladen důraz na limity, které s sebou nekritické využívání SF přináší.

SF je například velmi citlivá na faktory, které s metabolickými změnami nesouvisí. Výsledky současných výzkumů poukazují na nutnost využití i jiných parametrů pro kontrolu intenzity tréninkové zátěže. Stejskal (2006), vyvozuje že „sportovní trénink, který má mít z hlediska aerobní kapacity maximální efektivitu, nemůže být řízen

srdeční frekvencí odpovídající maximálnímu setrvalému stavu laktátu, ale spíše intenzitou zatížení, která tomuto stavu odpovídá. Jinak řečeno, pokud bude sportovec po delší dobu podávat hraniční výkon, při kterém ještě nebude převažovat tvorba laktátu nad jeho utilizací, bude maximálně trénovat svou aerobní kapacitu a jeho srdeční frekvence bude stoupat. V tomto případě je řízení tréninku pomocí srdeční frekvence obtížné, neboť předpokládá nejen její určení při maximální setrvalé laktacidémii, ale také reakci oběhu na déletrvající práci této intenzity“

V kapitole 3.1.2 sumarizujeme vnitřní a vnější faktory, které ovlivňují hodnotu srdeční frekvence.

3.1.1 Srdeční frekvence maximální, anaerobního prahu a klidová

Maximální srdeční frekvence (SF_{max}) je interpretována jako strop pro možnosti zvyšování centrální kardiovaskulární funkce. Je parametrem, který nemůže být překročen zvyšující se intenzitou pohybové činnosti nebo tréninkovou adaptací (Robergs and Landwehr, 2002).

SF_{max} je zřejmě determinována geneticky, je vázána na pohlaví a věk. Nebyla prokázána vazba na tréninkový status. Rozšířená predikční rovnice ve tvaru $220 - \text{věk}$ však nemá zcela jasný původ (Robergs and Landwehr, 2002). Je připisována Foxovi, (Fox et al., 1971) a není výsledkem specifického výzkumu (Tanaka et al., 2001). V tabulce 3 jsou uvedeny některé další predikce:

Tab. 3. Přehled vybraných rovnic pro predikci SF_{max}.

Modifikováno dle (Robergs and Landwehr, 2002). Populaci tvořili „zdraví muži“.

Autor [citace]	n	prům. věk (rozpětí)	Predikční rovnice V = věk	Příkl. V=30
(Bruce et al., 1974)	2091	44+8	210-0.662 V	190
(Froelicher and Myers, 2000)	2535	43 (11-79)	217-0.845 V	192
(Froelicher and Myers, 2000)	2583	42 (10-60)	197-0.556 V	180
(Froelicher and Myers, 2000)	1317	38.8 (28-54)	207-0.64 V	189
(Graettinger et al., 1995)	114	(19-73)	199-0.63 V	180
(Hossack and Bruce, 1982)	98	(20-73)	227-1.067 V	195
(Froelicher and Myers, 2000)	244	45 (20 – 72)	200 -0.72 V	178
(Froelicher and Myers, 2000)	92	30(6 – 76)	212 -0.775 V	189
(Whaley et al., 1992)	1256	42.1 (14-77)	214-0.8 V	190

Nižší hodnoty SF_{max} detekované na běhátku oproti bicyklovému ergometru dobře dokumentují tyto predikční rovnice (Placheta, 1999) cit (Löllgen, 1997).

$$\begin{aligned}
 SF_{\max} &= 186 - 0,36 \times \text{věk} \text{ (bicyklový ergometr vsedě, muži)} \\
 &= 220 - 0,65 \times \text{věk} \text{ (bicyklový ergometr vsedě, ženy)} \\
 &= 203 - 0,54 \times \text{věk} \text{ (běhátko, muži)} \\
 &= 226 - 0,88 \times \text{věk} \text{ (běhátko, muži)}
 \end{aligned}$$

Pro dětskou populaci stanovil orientační rovnice Heller (1996).

$$SF_{\max} \text{ pro chlapce} = 207 - \text{věk}$$

$$SF_{\max} \text{ pro dívky} = 210 - \text{věk}$$

SF_{max} má význam pro orientační odvození intenzit zátěžových pásem. Ve formě procentuálního podílu z hodnoty SF_{max}, nebo % maximální srdeční rezervy dle Karvonena (Karvonena, 1957).

Například pásmo 87 – 92% SF_{max} podle Bunce a Hellera (1992) odpovídá ventilačnímu prahu i odklonu průběhu srdeční frekvence od linearity v závislosti na stoupajícím zatížení – viz Conconiho princip.

Ve spojení s klidovou hodnotou SF je využívána v predikčních rovnicích pro odhad $VO_{2\max}$.

Predikční rovnice pro stanovení SF_{\max} jsou zatíženy velkou chybovostí, doporučuje se využívat populačně specifické odhady (Robergs and Landwehr, 2002).

Pro přesnější stanovení SF_{\max} je nutné využít její přímé stanovení v rámci zátěžového testu in vita maxima, přičemž i zde nalezneme limity výpovědní hodnoty vázané například na úroveň motivace probanda.

Srdeční frekvence na úrovni ANP.

Je využívána ve sportovní i klinické praxi. Při práci s nemocnými je horním limitem „bezpečné“ zátěže, využití má pro diagnostiku stupně závažnosti řady vnitřních onemocnění (Kváčal, 1998), v rámci tréninku je výchozím údajem pro nastavení hranic intenzit zátěžových pásem. Stejně jako SF_{\max} i její hodnoty věkem klesají (Janssen, 1989). Klidová SF (SF_{klid}) je využívána v klinické praxi jako prediktor onemocnění související s kardiovaskulárním systémem. Jednou z vědeckých otázek, která je v této souvislosti v rámci výzkumů řešena, je stanovení limitu (prahu), který vymezí hranici bezpečného pásma z hlediska rizika onemocnění. Jako hranici mezi bradykardií a tachykardií u klidových hodnot SF je navrhována hodnota 85 tepů za min (Palatini, 1999). Jiní autoři vymezují hranici tachykardie hodnotami nad $100 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$, bradykardii pod $60 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$ (Jančík et al., 2006).

Z pohledu sportu, pohybového zatížení a konceptu vytrvalostních schopností je prokázán vztah mezi nízkými hodnotami SF_{klid} a vytrvalostní výkonností. U vrcholových sportovců byly detekovány hodnoty $30 - 35 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$ jako projev vagotonie, tedy zvýšeného působku parasympatické části autonomního nervového systému.

Velikost účinku vytrvalostního tréninku na SF_{\max} je stále diskutována (Wilmore et al., 1996).

Faktory ovlivňující hodnotu SF_{klid} (Fox, 1996)

1. velikost srdečních komor
2. nastavení autonomních řídicích systémů
3. hematokrit (přenosová kapacita krve pro kyslík) a okamžitá spotřeba kyslíku

4. aktuální psychický stav.

Zvýšené hodnoty SF_{klid} oproti dlouhodobému normálu mohou být vyhodnoceny jako nástup onemocnění nebo přetrénování.

V rámci diagnostiky lze využít tyto hodnoty, publikovány byly normy ve vztahu k výkonnosti a hodnotám VO_{2max} jejich validita je však diskutabilní.

Pro sportovní a tréninkovou praxi je významnější parametr dynamika návratu hodnot SF ke „klidovým hodnotám“. Toto hodnocení vychází z poznatku, že rychlost poklesu SF, jak po submaximálním tak maximálním zatížení, je pozitivně ovlivněna mírou trénovanosti, resp. kvalitou vytrvalostního tréninku (Wilmore and Costil, 1994).

Je doporučována možnost využít poločas poklesu SF (stanovená jako hodnota $SF_{max} - SF_{klid}$) pro intraindividuální hodnocení odlišných nároků různých typů tréninkových cvičení, aktuálního stavu organismu, změn trénovanosti, nebo odhad míry únavy po kumulativním zatížení. Další autoři (Bell et al., 1997) (Bunc, 1989), však hypotetizují, že fyziologické adaptace zvyšující zotavovací schopnosti v důsledku tréninku nemusí být nutně spojeny se zvýšenými ukazateli aerobní zdatnosti (Psotta et al., 2000).

Kinetika srdeční frekvence v zotavení je principem hodnocení testů typu step test (viz dále) a funkčních zkoušek (ortoklinostatická apod.).

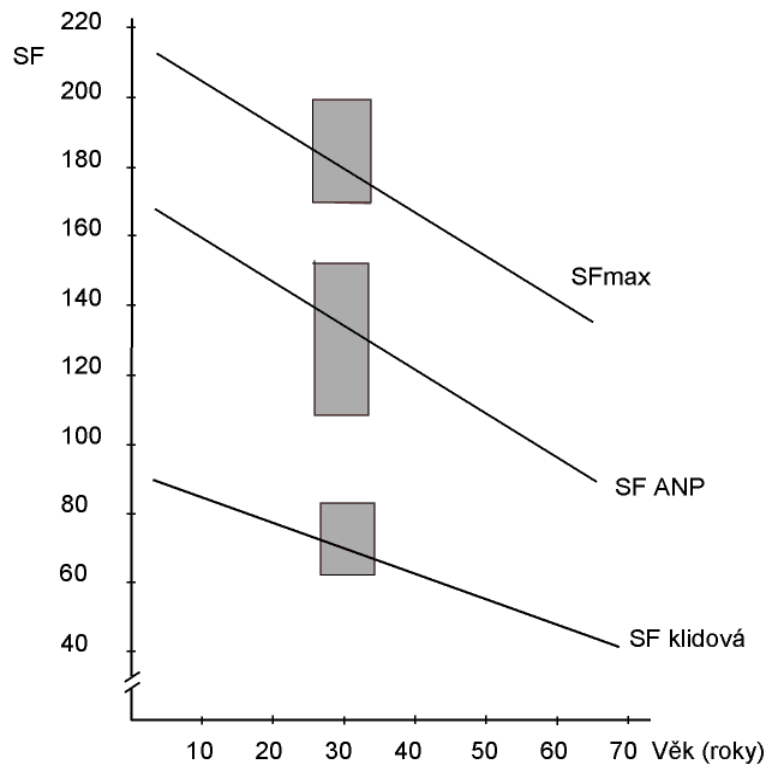
3.1.2 Faktory ovlivňující srdeční frekvenci (SF)

3.1.2.1 Vnitřní, fyziologické faktory

Věk

Z celé řady predikčních rovnic maximální srdeční frekvence, přičemž za nejpřesnější pro obecnou populaci považují autoři metaanalytické studie (Robergs and Landwehr, 2002) tvar $SF_{max} = 205,8 - 0,655 \cdot \text{věk}$ (Inbar et al., 1994) je zřejmé, že se zvyšujícím se věkem klesá hodnota maximální SF. Pokles s věkem zaznamenáváme i u hodnot klidové SF a hodnot anaerobního prahu (Janssen, 1989) (viz obr. 4).

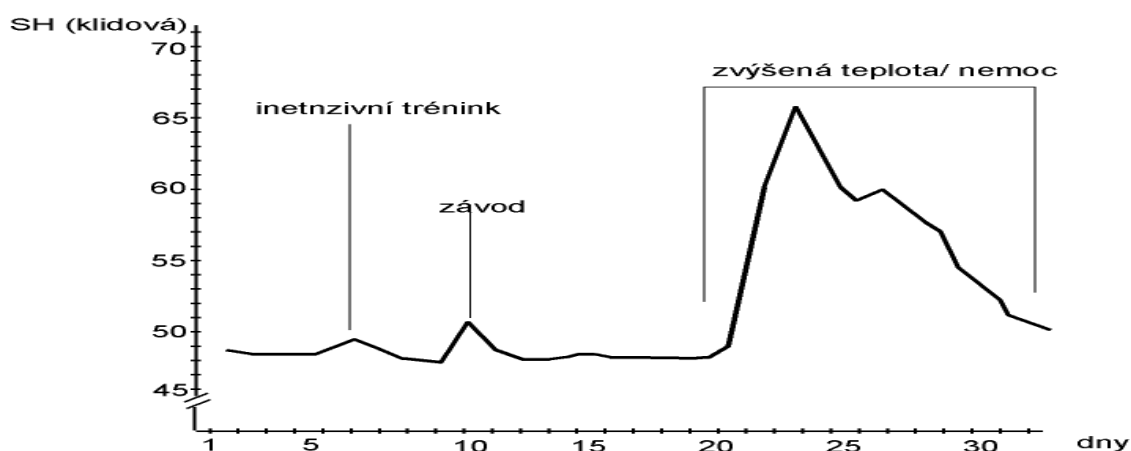
Obr. 4 Závislost hodnot SF na věku. Upraveno podle (Janssen, 1989).



Stav kondice, nemoci a přetrénování

Klidová SF se vlivem přetrénování nebo nemoci zvyšuje. SF na úrovni ANP se snižuje, tj. tato hodnota je dosahována dříve, za nižších intenzit činnosti, při nižší SF. Maximální hodnota SF vykazuje pod vlivem onemocnění poněkud nižší hodnoty u velmi dobře trénovaných osob. Stejný vliv na hodnoty SF lze pozorovat i při nedostatečném zotavení mezi dvěma tréninkovými jednotkami (Janssen, 1989).

Obr. 5. Změny hodnot klidové (ranní) SF. Upraveno podle (Janssen, 1989)



Psychoemoční zatížení

S vlivem tohoto faktoru se setkáváme především při funkčním vyšetřování. Situace které jsou navozeny zejména při prvním kontaktu s relativně neznámým prostředím laboratoře, laboratorní technikou, personálem, měřicími přístroji, pohybem na běhátku či bicyklovém ergometru, obavami z „neznámé“ situace, obavami o výsledek hodnocení, toto vše představuje psychoemoční zatížení s tzv. „přidatným“ vzestupem SF bez metabolického opodstatnění až o 20%. U funkčních vyšetření, kde je dynamika SF jediným a rozhodujícím znakem odpovědi organismu na pohybové zatížení, je nutno vzít tuto skutečnost v úvahu (Stromme, 1978). Čím více stresující situace působí na testovaného, tím vyšší nárůst hodnot SF lze očekávat. Hodnoty naměřené ve stavu tělesné inaktivity, ale pod vlivem výrazného stressového faktoru mohou dosahovat až úrovně anaerobního prahu (Hnízdil, 2003).

Kardiovaskulární drift

V první fázi stupňovaného zatížení, při přechodu od lehké po mírnou zátěž, dochází k postupnému snížení tepového objemu a zvýšení SF. Tento fenomén nestability v úvodních fázích zatížení je znám jako kardiovaskulární drift (Coyle, 1998; Eklund, 1967). Doložena byla

15%ní hodnota kardiovaskulárního driftu v 5 - 60 minutové zátěži s nejvyšším nárůstem v prvních 30 minutách (Achten, 2003).

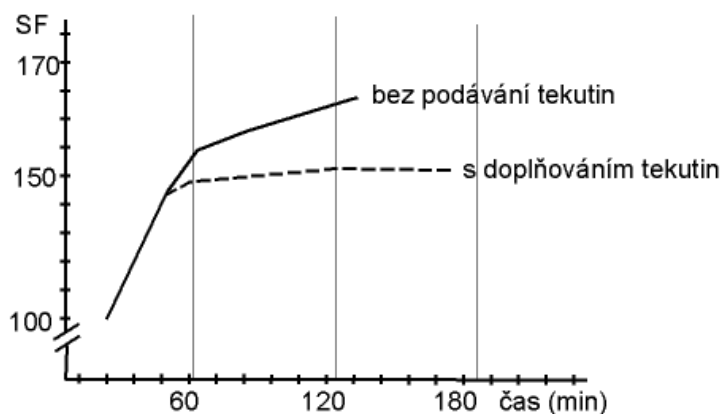
Hydratace

Při výkonu ve vysoké teplotě prostředí nastává nadměrné pocení doprovázené ztrátou vody (1 - 1,5 litru za hodinu). Větší ztráty naměříme ve vlhkém prostředí. Přesáhnou-li ztráty vody 6 % hmotnosti, přistupuje k projevům dehydratace (žízeň, snížená tvorba moči, slabost) i pokles tělesné i duševní výkonnosti a může nastat i bezvědomí (Seligr, 1980).

Důležitým faktorem výkonu v podmínkách zvyšujících nebezpečí dehydratace je doplňování tekutin. Na obr. 6. je znázorněna křivka SF při zátěži 70 % VO_{2max} a venkovní teplotě 20 °C. Test byl prováděn do odmítnutí. Při nepodávání tekutin došlo ke stavu vyčerpání o 30 minut dříve a za vyšších hodnot SF než při dodržování pitného režimu.

Při podávání tekutin během výkonu (250 ml každých 15 min.) se hodnoty SF pohybovaly na nižší úrovni a odolnost vůči zátěži významně vzrostla (Janssen, 1989).

Obr. 6. Vliv pitného režimu na hodnoty SF, upraveno dle (Janssen, 1989)



Pokud je organismus při cvičení dehydratován bez zvýšení teploty tělesného jádra, SF může být zvýšena až o 7,5 %. Toto zvýšení pozitivně koreluje s úrovní dehydratace. Čím vyšší je tato hodnota,

tím se stává měření SF kardiachometry méně spolehlivé (Achten, 2003).

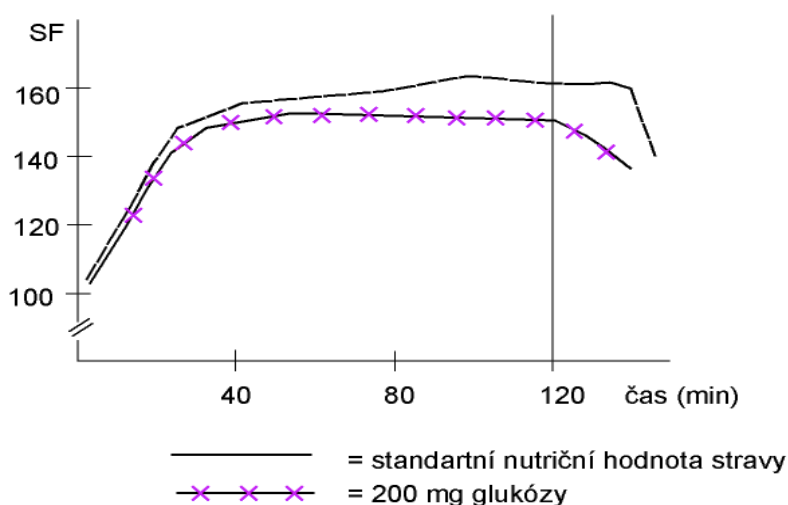
Každodenní variabilita srdeční frekvence

Ve výzkumech, kdy je jedním ze sledovaných parametrů i hodnota SF, je třeba zohlednit i fenomén srdeční variability, která je manifestována jak v průběhu jednoho dne, tak mezi jednotlivými dny. I přes kontrolované laboratorní podmínky nalezneme variace SF v rozmezí 2-4 tepy za minutu, pokud probíhají testování stejných probandů v rozmezí několika dnů (Achten, 2003).

Výživa

Kvalitní strava během dlouhodobého vytrvalostního výkonu může přispět k jeho zlepšení. Toto zlepšení je vyjádřeno poklesem křivky SF na stejné hladině intenzity zatížení. Na obr. 7 je znázorněn průběh testu na bicyklovém ergometru, kdy ve skupině testovaných osob bylo podáváno 200 mg glukózy a stejné skupině po časovém odstupu, kdy byl test opakován, standardní strava. Test probíhal na úrovni 70 % VO_{2max} . Výsledky jsou patrné z obr. 9. Rozdíl úrovně ve výsledcích obou testů činil 7 % (Janssen, 1989).

Obr. 7. Vliv kvality stravy na hodnoty SF při zátěži (Janssen, 1989)



Léky

Řada léků působí na hodnoty SF. Například beta-blokátory, které se v lékařství používají proti vysokému krevnímu tlaku a angíně pectoris. Snižují hodnoty klidové a maximální SF a zároveň výkon celého organismu asi o 10 %. Tyto látky jsou zařazeny na listině dopingových prostředků (Janssen, 1989).

Na snížení SF a její rychlejší normalizaci má vliv i vitamín C. Amfetamin ze skupiny psychomotorických farmak působí na periferii obdobně jako katecholaminy. Zvyšuje krevní tlak a SF. Obdobně působí i látky skupiny sympatomimetických aminů. Nejznámější látkou je efedrin, dále sem patří deriváty xantinu jako jsou: kofein, teofilin a teobromin (Fox, 1996).

Poloha těla

Při testování na cykloergometru může poloha těla, zejména zaujetí tzv. aerodynamické pozice ovlivnit manifestované hodnoty SF. Byly detekovány hodnoty SF v průměru o 5 tepů za minutu vyšší při aerodynamické pozici oproti vzpřímené pozici v sedle. Toto zvýšení je přisuzováno vyššímu zapojení svalů pletence ramenního a méně účinnému úhlu v oblasti kyčlí (Gnehm, 1997).

Nižší hodnoty maximální srdeční frekvence v testech in vita maxima dosažených na bicyklovém ergometru oproti vyšetření na běhátku jsou taktéž připisovány většímu zapojení pracujících svalů. Radvanský (2005) s tímto vysvětlením polemizuje. Uvádí, že zapojení svalů je u plavání vyšší než u běhu, přesto je srdeční frekvence nižší než na ergometru (Radvanský, 2005). U plavání však může sehrát svou roli pozice těla a pasivní adaptace na vodní prostředí doprovázená snížením SF.

3.1.2.2 Vnější faktory (vliv prostředí)

Kromě vnitřních, fyziologických faktorů se na ovlivňování hodnot srdeční frekvence podílejí i faktory vnější, faktory prostředí. Tyto je zapotřebí brát v úvahu u všech terénních testů, zejména při opakovaných měřeních či zkouškách. Jejich výsledky opřené o hodnoty SF jsou pak převáděny do tréninkové praxe.

Mezi vnější faktory ovlivňující hodnoty srdeční frekvence řadíme:

- teplota a vlhkost vzduchu
- nadmořská výška

Teplota a vlhkost vzduchu

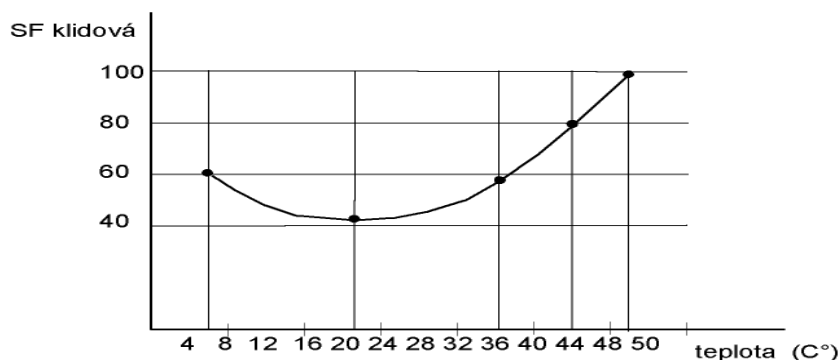
Všechny výkony jsou ovlivňovány teplotou okolí a vlhkostí vzduchu. Každý fyzický výkon závisí na složitých chemických reakcích probíhajících ve svalích, v nervovém systému apod. Tyto chemické reakce jsou velmi citlivé na změnu teploty. Každá změna teploty vnitřního prostředí má své důsledky. Přes působení termoregulačního systému organismu může dojít ke změnám teploty vnitřního prostředí v důsledku činnosti svalů a vnější vysoké nebo nízké teploty. SF je jedním z činitelů podílejících se na termoregulačních procesech. Její nejnižší hodnoty (při daném zatížení) jsou spojeny s teplotou kolem 20 °C. Při shodných podmínkách, při různé teplotě jádra lišící se o 1 °C, je rozdíl SF 10 - 15 tepů za minutu. Nižší teploty (než cca 12 °C) působí pokles SF a naopak vyšší teploty a vlhkost (nad 25 °C) působí na zvýšení SF při stejných intenzitách jako při ideální teplotě pro vytrvalecký výkon, což je 15-22°C. (Janssen, 1989)

Teplo

Teplota tělesného jádra je jeden z faktorů ovlivňující hodnoty SF. Vliv externí tělesné teploty dokumentuje graf na obrázku 8.

Adaptace organismu na práci v teple vede k aklimatizaci na teplo. Projevuje se zvýšenou efektivitou termoregulačních mechanismů. Při stejné intenzitě zatížení má jedinec nižší SF. Adaptace na vyšší teplotu zevního prostředí vzniká po 8 - 10 dnech expozice (je-li doplňována vypocená tekutina). Po opuštění teplého prostředí se adaptace po 2 - 3 týdnech vytrácí (Havlíčková, 1999).

Obr. 8. Vliv externí teploty na klidovou hodnotu SF (Janssen, 1989)

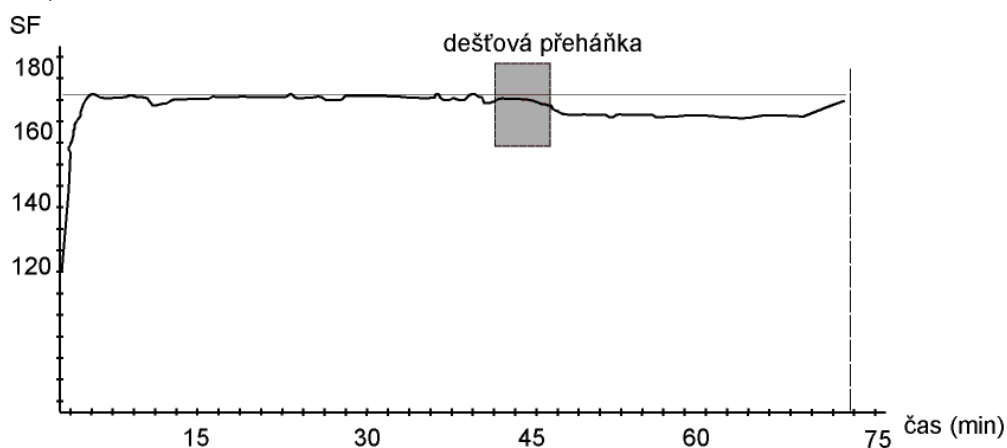


Chlad

Během výkonu v chladnějším prostředí jsou hodnoty SF podobné, anebo mírně nižší než při výkonu v termoneutrálním prostředí. Přesto je hodnota VO_2 vyšší a SF nižší, a může tedy skutečné hodnoty podhodnocovat (Achten, 2003).

Křivka na obr. 9. ukazuje záznam hodnot SF 32letého závodníka na trati půlmaratónu. Hodnota ANP = 172 tepů za minutu. První polovina výkonu probíhala na optimální úrovni – těsně pod úrovní ANP. Po 40. minutě se spustila dešťová přeháňka, jejímž následkem bylo snížení teploty vzduchu a příslušné snížení hodnot SF.

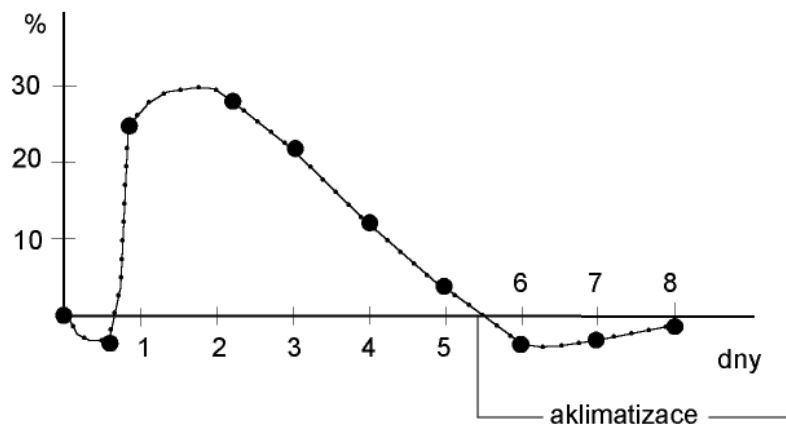
Obr. 9. Záznam křivky hodnot SF na trati polovičního maratónu (viz text).



Nadmořská výška

Vliv nadmořské výšky na hodnoty klidové SF a úlohu aklimatizace na proces návratu zvýšené SF k původním hodnotám ukazuje graf na obr. 10. Délka aklimatizace závisí na nadmořské výšce, ve 2 000 m.n.m. vzrůstá hodnota klidové SF o 10 %, ve výškách okolo 4 500 m.n.m. o 50 % původní hodnoty (Janssen, 1989).

Obr. 10. Vliv absolutní hodnoty nadmořské výšky na hodnoty SF (Janssen, 1989)



3.2 Maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max})

Termín, koncept a tím i paradigma „maximální spotřeby kyslíku“, také „maximální aerobní kapacity poprvé“ uvádí Hill et al. (Hill, 1924), (Hill, 1923) a Herbst (Herbst, 1928) ve 30. letech minulého století.

Vymezují je následujícími postuláty

- 1 existuje horní limit příjmu kyslíku
- 2 existují individuální diference v hodnotě VO_{2max}
- 3 vysoká hodnota VO_{2max} je nezbytným předpokladem úspěchu na středních a dlouhých běžeckých tratích.
- 4 VO_{2max} je limitováno schopností kardiorespiračního systému transportovat kyslík ke svalům (Bassett, 2000)

Hodnotu VO_{2max} lze definovat jako maximální množství z přijatého kyslíku, který je organismus schopen využít pro svalovou práci v režimu aerobní produkce využitelné energie. Hodnota VO_{2max} do značné míry koreluje s histologickou skladbou kosterního svalu, hlavně s množstvím červených svalových vláken (Máček a Radvanský, 2011)

Vyjadřuje se absolutně v litrech za minutu nebo relativně přepočítané na hmotnost testovaného v ml/min na kg. Jeho hodnota je determinována genetickými dispozicemi, možný nárůst v rámci vytrvalostního tréninku se udává okolo 15-20% (Heller, 1997). V praxi je tato hodnota nejčastěji využívána k hodnocení úrovně

vytrvalostních schopností i kardiorespirační zdatnosti. Využívána je též jako predikátor výkonnosti přičemž názor fyziologů je k tomuto odmítavý.

Limitující faktory úrovně VO_{2max} vymezuje Basset (2000)

- difúzní kapacita pulmonálního systému
- maximální srdeční výkon
- transportní kapacita krve pro kyslík
- charakteristiky kosterního svalstva (periferní difúzní gradient, aktivita mitochondriálních enzymů, hustota kapilár)

Přičemž míra podílu jednotlivých systémů na hodnoty VO_{2max} , popřípadě zvýšení těchto hodnot vlivem tréninku je i v současnosti diskutována. Za dominantní je však považována schopnost kardipulmonálního systému transportovat kyslík (Bassett, 2000).

Hodnotu VO_{2max} lze však striktně vzato chápat pouze jako maximální potenciál organismu pro aerobní způsob získávání energie. Jako samotný a jediný predikátor výkonu ve vytrvalostní disciplíně není vhodný (Noakes, 2004). Toto dokládají také studie založené na srovnání výkonnosti atletů s obdobnou hodnotou VO_{2max} . Výsledky těchto studií ukazují na odlišnou výkonnost při shodném, či srovnatelném VO_{2max} (Costill, 1973), (Hagberg, 1983). Obdobné výsledky přináší srovnání výkonu atletů juniorského věku s dospělými. Mladší atleti s obdobnou hodnotou VO_{2max} nedosahovali výkonů atletů starších (Murase, 1981).

Jako další predikanty vytrvalostního výkonu je zapotřebí vzít do úvahy i hodnotu tzv. „anaerobního prahu“ i individuální ekonomiku pohybové činnosti (Bassett, 2000).

Hodnotu VO_{2max} kromě tréninkového statutu ovlivňují následující faktory:

- věk
- pohlaví
- pohybové návyky
- dědičnost
- kardiovaskulární klinický stav (Fletcher, 2001).

Věk - maximální hodnoty jsou detekovány ve věkovém rozmezí 15-30 let. Poté progresivně klesají s rostoucím věkem. V 60ti letech je průměrná hodnota VO_{2max} přibližně rovná dvěma třetinám hodnoty ve věku 20ti let. Pokles činí průměrně 8-10% za každé desetiletí v rámci ontogeneze a to jak u fyzicky aktivních, tak inaktivních jedinců (Cohn, 1987).

Pohlaví - nižší hodnoty VO_{2max} u žen jsou přičítány menšímu objemu svalové hmoty, nižší hladině hemoglobinu a krevního objemu a menšímu tepovému objemu ve srovnání s muži (Fletcher, 2001).

Dědičnost – dědičnost ovlivňuje hodnotu VO_{2max} (Bouchard, 1999), další možný nárůst je možný v rámci procesu stimulace komplexu vytrvalostních schopností v rozsahu 15-20%.

Fyzická aktivita - má důležitý vliv na úroveň VO_{2max} . Po 3 týdnech na lůžku byl prokázán 25% pokles VO_{2max} u zdravých mužů. Pro středně aktivní mladé muže odpovídá hodnotě VO_{2max} 12 METů¹, zatímco u osob absolvující aerobní trénink ve formě distančního běhu může VO_{2max} odpovídat hodnotě 18 - 24 METů (60 až 85 ml $kg^{-1} min^{-1}$) (Fletcher, 2001).

Kardiovaskulární klinický stav – v případě klinického nálezu v kardiovaskulárním systému, tento ovlivňuje hodnotu VO_{2max} . Míra tohoto ovlivnění závisí na stupni diagnostikované poruchy. VO_{2max} je rovna součinu maximálního srdečního výkonu a maximální arteriovenózní difference kyslíku. Vzhledem k tomu, srdeční výdej se rovná součinu systolického objemu a srdeční frekvence, a protože systolický objem pouze zvýší na určitou úroveň, VO_{2max} přímo souvisí se srdeční frekvencí. Maximální arteriovenózní kyslíková difference v průběhu cvičení má fyziologickou hranici 15% až 17% objemu, a proto, je-li maximálního úsilí dosaženo, může být VO_{2max} použito k odhadu maximálního srdeční výdeje (Fletcher, 2001).

¹ MET- hodnota vyjadřující klidovou spotřebu kyslíku (cca 3,5 ml O₂/min na 1 kg tělesné hmotnosti). Jednotlivé druhy zátěže se pak dají vyjadřovat v násobcích METů.

Tab. 4. Průměrné hodnoty VO_{2max} ($ml\ kg^{-1}\ min^{-1}$) u mužů a žen v různých věkových skupinách. Upraveno dle (Fletcher, 2001).

Věk (r)	Muži	Ženy
20–29	43±7.2	36±6.9
30–39	42±7.0	34±6.2
40–49	40±7.2	32±6.2
50–59	36±7.1	29±5.4
60–69	33±7.3	27±4.7
70–79	29±7.3	27±5.8

Nejvyšších hodnot VO_{2max} na kilogram hmotnosti obecně dosahují běžci, respektive běžkyně na lyžích. Následují orientační běžci, cyklisté, triatleté, běžci. Hodnoty a zejména jejich srovnání je zatíženo určitými limity výpovědní hodnoty vycházející z odlišných zátěžových protokolů jednotlivých specializovaných pracovišť.

Tab. 5. Nejvyšší zaznamenané hodnoty VO_{2max} ($ml \cdot min \cdot kg^{-1}$) – muži

Zdroj: http://www.topendsports.com/testing/records/VO2_max.htm

hodnota	jméno	sport
96.0	Espen Harald Bjerke	běh na lyžích
96.0	Bjørn Dæhlie	běh na lyžích
92.5	Greg LeMond	cyklistika
91.0	Gunde Svan	běh na lyžích
88.0	Miguel Indurain	Cyklistika
85.0	Lukáš Bauer	běh na lyžích
85.0	John Ngugi	běh vítěz OH na 5000m
84.0	Lance Armstrong	Cyklistika
82.0	Kip Keino	běh, vítěz OH na 1500m

Tab. 6. Nejvyšší zaznamenané hodnoty VO_{2max} ($ml \cdot min \cdot kg^{-1}$) – ženy

Zdroj: http://www.topendsports.com/testing/records/VO2_max.htm

hodnota	jméno	Sport
78.6	Joan Bendit	běh, vítězka OH v maratónu
76.6	Bente Skari	běh na lyžích
74	Charlotte Kalla	běh na lyžích
72	Marit Bjoergen	běh na lyžích
72	Toini Rönnlund	běh na lyžích
71.2	Ingrid Kristiansen	běh, maratón
67.2	Rosa Mota	běh, maratón

Nejpřesnější postupy stanovení hodnot VO_{2max} jsou založeny na přímém měření s využitím spiroergometrie za využití obecného funkčního vyšetření (Máček a Radvanský, 2011) Nepřímé metody s nižší vypovídací hodnotou využívají predikčních rovnic na základě výsledků výkonových testů, nebo dalších fyziologických parametrů (např. hodnot SF, laktát apod.). Tato problematika je podrobně rozpracována v části práce věnované diagnostice vytrvalostních schopností.

3.3 Anaerobní práh

Princip a pojetí anaerobního prahu vznikly ve spojení s klasickou teorií kyslíkového deficitu a kyslíkového dluhu v šedesátých letech při snaze o nalezení bezpečné hranice zátěže bez nadměrné složky anaerobního metabolismu (Wasserman, 1964). Bylo založeno na skutečnosti, že při dlouhotrvající zvyšující se zátěži v určité chvíli dochází v pracujících svalech k nedostatku kyslíku a to je příčinou jednak zvyšující se produkce laktátu, jednak změn v plicní ventilaci a výměně plynů.

Na základě studia kinetiky křivky laktátu při odpovědi organismu na zatížení definovali v roce 1973 Wassermann a McIlroy termín anaerobní práh jako hodnotu spotřeby kyslíku nebo hodnotu intenzity

pohybové činnosti, při níž koncentrace laktátu v krvi začíná z klidové hodnoty skokově narůstat a zároveň je tento jev doprovázen výraznými změnami v respirační výměně plynů (Wasserman, 1973). Tato definice je založena na předpokladu, že výkon nad určitou hladinou intenzity iniciuje zapojení svalových vláken v anaerobním režimu se současnou produkcí laktátu.

Starší koncepce vycházely z premisy, že hladina laktátu při přechodu z dominantně aerobního do dominantně anaerobního hrazení energie je asi 4,0 mmol/l. Současné poznatky ukazují, že koncentrace laktátu v kapilární krvi má při maximálním setrvalém laktátovém stavu (MLSS) velkou variabilitu (2 – 8 mmol/l) a nemá žádný vztah ke zdatnosti nebo sportovní výkonnosti (Stejskal, 2006).

Z hlediska energetického krytí pohybové činnosti jsou zatížení na této úrovni hrazena z 90 % aerobně a z 10 % anaerobně. Časová definice anaerobní prahu říká, že jedinec je schopen pracovat s touto intenzitou alespoň 20 min, vynikající sportovci až 45 min. Z hlediska rozvoje pohybových schopností, ale i rozvoje tzv. aerobní zdatnosti, pak tato intenzita znamená neoptimálnější intenzitu zatížení. Optimálnost je zde třeba chápat jako minimalizaci času nutného pro rozvoj tréninku vytrvalosti.

„Zatímco praktické aplikace využívající konceptu anaerobního prahu se úspěšně rozšiřovaly, doposud nebylo podáno uspokojivé teoretické vysvětlení tohoto jevu. To je do jisté míry paradoxní situace, kdy v praxi existuje mnoho možností využití, ať už v oblasti sportovního tréninku, kdy je anaerobní práh jedním ze základních vodítek pro stanovování zátěžových pásem či hodnocení trénovanosti, v oblasti diagnostiky tělesné zdatnosti, nebo v oblasti medicínské pro diagnostiku stupně závažnosti řady vnitřních onemocnění a ordinaci vhodné pohybové aktivity a to vše bez existence věrohodného a všeobecně přijímaného teoretického vysvětlení tohoto fenoménu“ (Kváčal, 1998). Disproporce v teoretické oblasti dobře dokládá i terminologický nesoulad spojený s označením anaerobního prahu.

V současnosti se na vzestup laktátu v krvi hledí jako na nouzovou redistribuci krve, která vede k nedostatečnému prokrvení jater. Při zátěži se tvoří kyselina mléčná, která je pufrována převážně systémem plazmatického bikarbonátu. Zátěž vyšší intenzity je spojena s vyšší produkcí laktátu. Na určité úrovni stupňovitě zvyšované zátěže vzniká nepoměr mezi produkcí a utilizací laktátu, což vede k nelineárnímu

vzestupu koncentrace krevního laktátu. Zatížení na této úrovni je pak nazýváno anaerobní práh. Bod, na kterém začíná stoupat hladina laktátu v krvi, nemůže podat informaci o vzniku anaerobního metabolismu, protože laktát se tvoří, i když je k dispozici dostatečné množství kyslíku. Začátek nelineárního vzestupu koncentrace krevního laktátu je dán nepoměrem mezi jeho tvorbou a odbouráváním, což je způsobeno změnou krevní redistribuce při těžké zátěži. Vasokonstrikce splanchinické oblasti vede ke snížení perfúze jater, ve kterých je laktát částečně metabolizován. Dochází ke vzniku obráceného koncentračního gradientu pro laktát (laktát směrem do krve). Stejný proces probíhá i v intenzivně pracujícím svalu. Z vyšší hladiny laktátu nelze tedy usuzovat na start anaerobního metabolismu, ale pouze na to, že zátěž je intenzivnější. (Paukrtová, 1999)

Nový pohled na anaerobní práh přinesl i název **stresový práh**. Ztrácí přívlastek anaerobní, protože:

- zlom křivky respiračních ukazatelů v intenzitě zátěže odpovídající anaerobnímu prahu mají i lidé, kteří nemohou vytvářet krevní laktát pro deficit enzymů anaerobní glykolýzy (Hagberg, 1980);
- laktát je metabolizován pracujícími svaly, tudíž by měl při nízké intenzitě zátěže, po počátečním vzestupu, spíše klesat, což se ve skutečnosti neděje;
- redistribuce krve v neprospěch jater vede k obrácenému koncentračnímu gradientu pro laktát - na nižší zátěži je laktát produkován nepracujícími svaly a konzumován myokardem, pracujícími svaly i játry (Paukrtová, 1999).

V současném pojetí je nutné na hodnotu anaerobního prahu hledět ne jako na konkrétní bod, ale jako spíše na pásmo, v němž se anaerobní práh, lépe snad anaerobní přechod, nachází.

„Je pozdě na to, navrhnout změnu názvu anaerobního prahu. Použití termínu je všeobecné rozšířeno, nejen ve vědecké a klinické literatuře, ale také mezi trenéry, sportovci a fyzicky aktivními osobami“ (Svedhal, 2003). Nicméně, různé metody jak dekovat „kritickou“ hodnotu intenzity pohybové činnosti, pro kterou se ne zcela šťastně vžil název anaerobní práh, přinášejí odlišné výsledky. Proto je třeba

zohlednit, že tyto metody poskytují pouze odhad, nebo aproximaci anaerobního prahu a k tomuto necht' je přihlíženo (Svedhal, 2003)

Metody stanovení anaerobního prahu

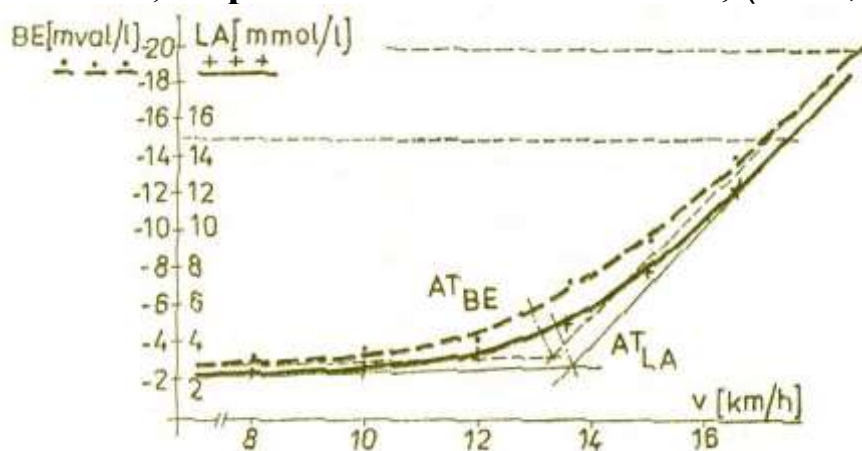
Pro určení anaerobního prahu se využívají dva základní metodické postupy, invazivní a neinvazivní.

a) Invazivní metody detekce anaerobního prahu

Invazivní, neboli metabolické určení anaerobního, respektive laktátového prahu (LT), je založeno na exponenciálním vzrůstu laktátu (nebo poklesu přebytku báží) spolu s rostoucí acidózou (Placheta, 1988). Mnoho autorů podporuje Maderovu (Mader, 1976) koncepci laktátového prahu vymezeného kritickou hodnotou 4 mmol.l^{-1} . Tato hodnota ne vždy koresponduje s individuálními podmínkami látkové výměny. Ačkoliv průměrná hodnota LT je asociována s hodnotou 4 mmol.l^{-1} , může individuálně kolísat v rozmezí $2,2 - 6,7 \text{ mmol.l}^{-1}$ (Billat, 1994).

Individuální charakteristiky a odlišnosti zohledňuje stanovení ANP pomocí hodnocení průběhu závislosti laktátu na stoupajícím zatížení. Jedním z možných způsobů posouzení této závislosti je grafické stanovení (obr. 11). Obdobným způsobem je možné hodnotit i změny úbytku báží (Bunc, 1984).

Obr. 11. Princip grafického stanovení ANP (AT) hodnocením závislosti laktátu, resp. BE^2 na zatížení. Převzato, (Bunc, 1984).



² Úbytek báží v krvi (base excess) je odrazem jejich spotřeby na kompenzaci zátěžové metabolické acidózy (v důsledku kumulace laktátu) a těsně koreluje s koncentracemi laktátu v krvi; je vyjádřen záporným číslem přebytku báží [mmol/l] (Novotný, 2003)

Podmínkou využití metody lineární regrese s průsečíkem dvou přímek je protokol s minimálně čtyřmi stupni zátěže. Míra přesnosti stoupá s počtem stupňů zátěže a tím i počtem souřadnicových bodů (Placheta, 1999).

Publikovány byly i metody vhodné pro stanovení laktátového prahu u pacientů s limity ve výkonnosti (ischemická choroba srdeční aj.), kde je v rámci zátěžového protokolu nutné absolvovat pouze tři stupně (Coyle, 1986).

Přestože je koncept ANP a jeho stanovení invazivními metodami široce rozšířen, v odborné literatuře nalezneme i výzkumné koncepty poukazující na limity výpovědní hodnoty těchto postupů stanovení ANP. Předmětem diskuse jsou zejména následující okruhy (Yeh, 1983):

- problematika subjektivního posuzování průběhu závislosti „laktátové křivky“ na zatížení;
- metodika odběru krevních vzorků. Odběry z arteriální, venózní, smíšené venózní a kapilární krve bez přihlednutí k možným diferencím hladiny laktátu (vzhledem ke zdroji vzorku je diskutabilní);
- byl prokázán značný rozdíl mezi množstvím laktátu v periferní krvi a pracujících svalech (Jacobs, 1982; Placheta, 1999; Tesch, 1981);
- hladina laktátu v krvi souvisí s množstvím sacharidů v těle, zejména při opakovaném vyšetření je třeba zhodnotit nutriční chování probandů;
- teoreticky správné je testovat každý stupeň zátěže izolovaně (s 1-2denními přestávkami), jedině tak lze dosáhnout rovnovážného stavu a zjistit hladinu laktátu odpovídající dané zátěži (Máček, 1988);
- v praxi následují jednotlivé stupně zatížení za sebou s několikaminutovými přestávkami. Protože časový průnik laktátu do periferie trvá několik minut, není jasné, při jaké úrovni zátěže nastává kumulace laktátu. Často je omezován i počet odběrů laktátu, takže křivka proložená těmito body příliš neodpovídá skutečnosti (Máček, 1988).

b) Neinvazivní metody detekce anaerobního prahu

V rámci těchto metod hodnotíme změny některých respiračních parametrů nebo srdeční frekvence v závislosti na stoupajícím zatížení, popřípadě hodnotíme změny jejich vzájemných vztahů (Bunc, 1984). Vycházíme-li ze změn ve ventilačně-respiračních parametrech, hovoříme o ventilačním prahu. Jeho detekce je založena na originální koncepci (Wasserman, 1973). Při zvyšující se intenzitě pohybové činnosti se zvyšuje dodávka CO_2 , což vede k hyperventilaci a ke změnám při výměně plynů. Klasické neinvazivní stanovení považuje za ANP bod, kde současně dochází k nelineárnímu zvýšení ventilace a výdeje CO_2 , snížení využití kyslíku, aniž dojde ke snížení % CO_2 a ke zvýšení respiračního kvocientu (Bunc, 1984).

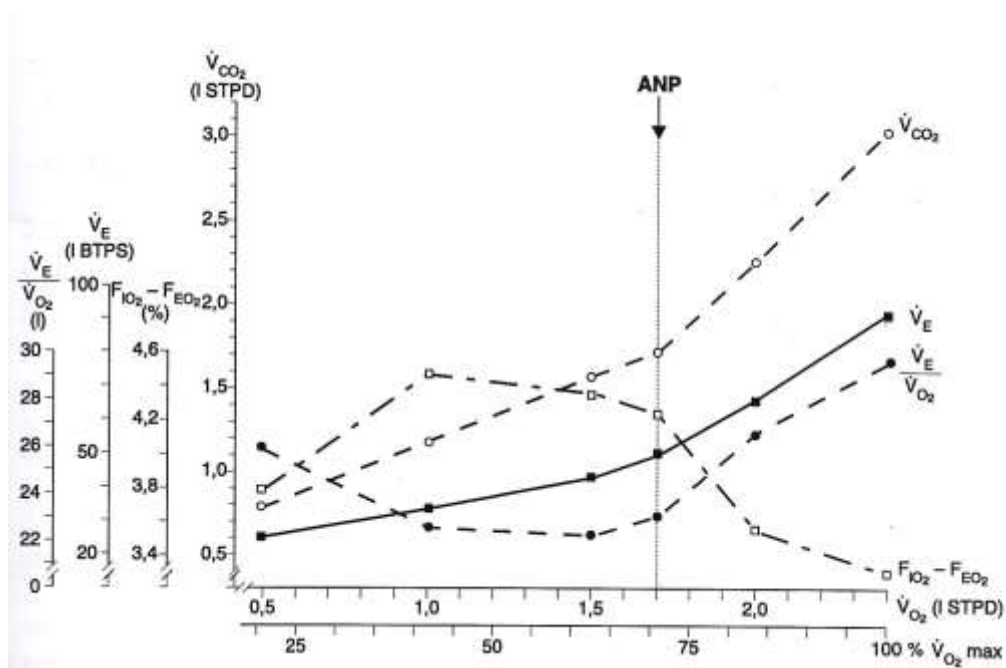
Dvou nebo tříložkových lineárních matematických modelů lze využít k detekci ANP ze závislosti progresivně se zvyšující zátěže a následujících parametrů:

- minutová ventilace (V_E);
- minutový objem CO_2 (V_{CO_2});
- expirovaný objem CO_2 ;
- poměr V_{CO_2} a V_{O_2} ;
- srdeční frekvence.

Podobně lze použít dvousložkový lineární model pro popis závislosti V_E na V_{O_2} , nebo V_E na V_{CO_2} (Bunc, 1984).

Výše uvedené vztahy jsou znázorněny na obr 12.

Obr. 12. „V závislosti na vzrůstu \dot{V}_{O_2} stoupají hodnoty \dot{V}_E a \dot{V}_{CO_2} zpočátku téměř lineárně. Přibližně na úrovni 60-70% $\dot{V}_{O_{2max}}$ dochází k určitému zlomu a oba parametry vzrůstají rychleji než \dot{V}_{O_2} současně dochází po přechodném vzestupu i ke zřetelnému poklesu utilizace kyslíku ($F_{IO_2} - F_{EO_2}$) a k náhlému vzestupu ventilačního ekvivalentu ($\dot{V}_E / \dot{V}_{O_2}$). Oblast zlomu v průběhu křivek odpovídá tzv. ventilačnímu „anaerobnímu“ prahu“ (převzato, Placheta, 1999).



Na ventilační odpovědi organismu není závislá tzv. metoda **V-slope**, která vychází ze vztahu alveolárního \dot{V}_{CO_2} a alveolární \dot{V}_{O_2} . Metodou dech po dechu je zjištěn poměr \dot{V}_{O_2} a \dot{V}_{CO_2} při střední úrovni zátěže. Produkce CO_2 je vyhodnocena oproti spotřebě O_2 a pomocí počítačové analýzy určíme nejnižší a nejvyšší hodnoty lineární složky vztahu $\dot{V}_{CO_2} - \dot{V}_{O_2}$. Matematický model určí regresní přímku počáteční a konečné části křivky a najde bod jejich zkřížení. Tento bod odpovídá ANP a definuje spotřebu O_2 , nad kterou je CO_2 tvořen pufrováním kyseliny mléčné (Wasserman, 1987).

c) Vztah mezi invazivním a neinvazivní určením anaerobního prahu

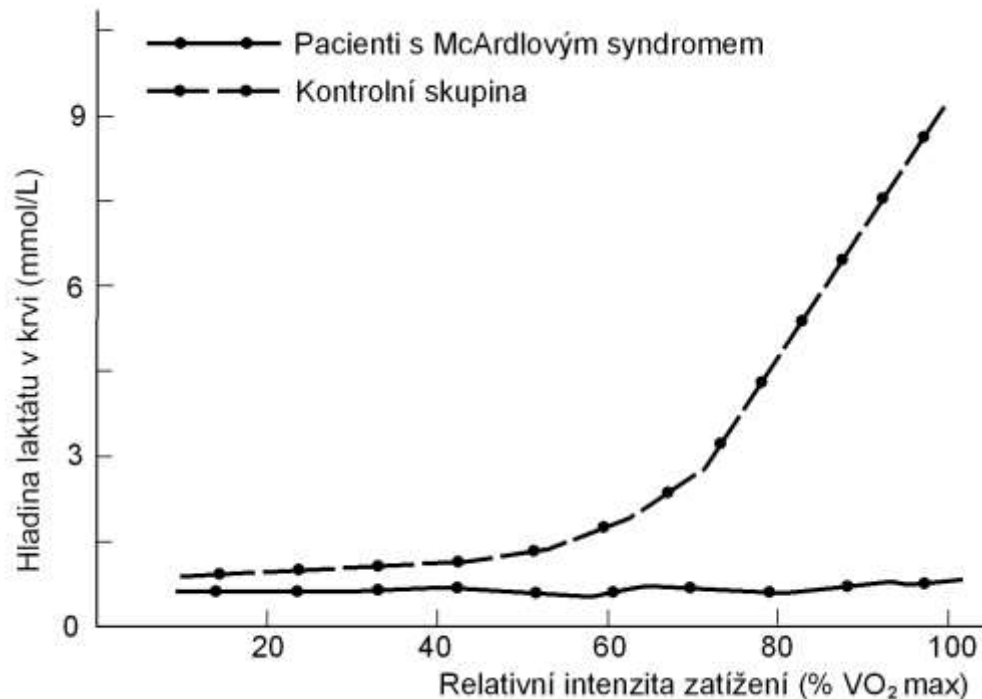
Přestože výzkumníci v současné době používají ke stanovení ANP obou metod, tedy jak laktátového, tak ventilačního prahu, vztah mezi nimi je stále kontroverzní (Loat, 1993).

Přínosná je práce Hagbergova z roku 1980, ve které tento autor popírá původní klasickou hypotézu o vztahu mezi zvýšenou produkcí laktátu a současnými, tímto zvýšením způsobenými, změnami ve ventilačně-respiračních parametrech.

Ve studii na pacientech s McArdlovým syndromem (enzymatickým defektem svalové fosforylázy), kde tito pacienti nemohou katabolizovat svalový glykogen, a proto u nich nedochází k produkci laktátu, prokázal, že zlom ve ventilační odpovědi na zátěž existuje v nezměněné formě i u nich (viz obr. 13) a že tedy to, co běžně nazýváme ventilační práh, vůbec nezávisí na množství laktátu vzniklého ve svalech a poklesu pH krve. Toto zjištění potvrdilo, že původně prokazovaný korelační vztah mezi ventilačním prahem a laktátovým prahem je náhodný a tyto dva fenomény nejsou příčinně podmíněné (Hagberg, 1980).

Podobně poznatky prezentovali další autoři ve smyslu diskutabilní, případně nulové ekvivalence stanovení ANP metodami invazivními (LT) a neinvazivními (VT) (Grimaud, 1983; McLellan, 1981; Poole, 1985).

Obr. 13. Průběh vzestupu hladiny krevního laktátu u pacientů s McArdlovým syndromem a kontrolní skupinou v průběhu kontinuálního progresivního zatížení (upraveno podle Collinga, 1997)



Komparativní studii metod sloužících k detekci anaerobního prahu vypracoval Bunc et al. (1984). Srovnal invazivní a neinvazivní metody stanovení ANP vycházející ze sledování kinetiky laktátu, ventilačně-respiračních ukazatelů a také z hodnocení kinetiky srdeční frekvence. Dospěl k závěru, že všechny postupy stanovení ANP kromě metody popisující závislost ventilačních objemů a VCO₂ na stoupajícím zatížení nevykazují rozdílné výsledky hodnot ANP, pokud je splněna podmínka aerobního zatěžování. Výsledky všech hodnot stanovení ANP se nacházely v intervalu mezi krajními hodnotami, jež poskytla metoda stanovení ANP ze závislosti V_E na zatížení (nejnižší hodnoty) a metoda závislosti VCO₂ na stoupajícím zatížení (nejvyšší hodnoty).

Výzkumy publikované v této souvislosti s otázkou ekvivalentnosti invazivního a neinvazivního stanovení anaerobního prahu vykazují známky značné šíře názorů a hypotéz vztahující se k této problematice. Nejen ekvivalentnost, ale i samotný koncept

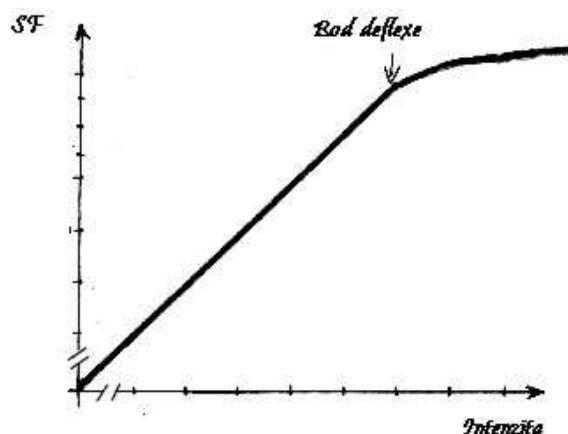
anaerobního prahu, metodika jeho stanovení, interpretace získaných dat i fyziologický podklad tohoto fenoménu je stále předmětem diskuse.

Neinvazivní testy pro stanovení ANP

Conconiho test

Na základě testování vrcholových cyklistů přinesli vědci charakteristický popis křivky závislosti srdeční frekvence na intenzitě stupňovaného zatížení ve tvaru S, kdy je lineární závislost charakteristická pouze pro submaximální hodnoty a při nižším a zejména při vyšším zatížení vykazuje odklon od linearity. Horní bod odklonu od linearity vztahu srdeční frekvence a intenzity činnosti je podle Conconiho totožný s hodnotou ANP (Conconi, 1982) (obr. 14)

Obr. 14. Conconiho princip (viz text)



Stanovení ANP dle výkonu v terénním testu

- Testované osobě je předepsáno absolvovat hodinový, popř. 10km běh maximální intenzitou se zaznamenáváním hodnot SF. Průměrná hodnota pak má korespondovat s hodnotou ANP. Test je určen pro trénované sportovce (Mackenzie, 1997).
- Doporučujeme zatížení v trvání 8-12 min, absolvované maximální intenzitou. V praxi to znamená např. běh na vzdálenosti 2 000-3 000 m. Intenzita zatížení na úrovni anaerobního prahu pak odpovídá 90 % průměrné intenzity – rychlosti pohybu v tomto testu. (Bunc, 1993)

Odhad úrovně ANP z maximální srdeční frekvence

Hodnoty odklonu srdeční frekvence od linearity se pohybují v rozmezí mezi 87 a 92 % maximální srdeční frekvence a odpovídají ventilačnímu prahu (Bunc, 1992). Toto pásmo je nezávislé na zdatnosti, pohlaví a věku. Platí pouze to, že vyšší hodnoty platí pro děti a mládež a dolní hodnoty pro dospělé jedince.

Při praktickém použití se nedopustíme velké chyby, použijeme-li pro stanovení SF na úrovni anaerobního prahu hodnoty 90 % maximální SF. Problémem se potom stává pouze stanovení SF max. K tomuto účelu, doporučujeme zatížení v době trvání okolo 4 min, absolvované s maximální intenzitou pohybu" (Bunc, 1993).

3.4 Ekonomika pohybu

Vyjadřuje vztah mezi spotřebou kyslíku a intenzitou pohybu. Je typicky definována jako energetická poptávka organismu při dané submaximální intenzitě pohybové činnosti. Je měřena pomocí stanovení spotřeby kyslíku v setrvalém stavu (steady-state) a koeficientem respirační výměny. Nejčastěji je vyjádřena v ml O₂ na kg tělesné hmotnosti za jednotku času (min) při zvolené míře intenzity pohybové aktivity (rychlost v kmh⁻¹, respektive výkon ve W). Většina výzkumů se zabývá ekonomikou běžeckého pohybu. Stanovuje se v rámci laboratorního vyšetření s využitím běhátko, přestože běžecký pohyb na běhátku není zcela přesnou analogií běžeckého pohybu v terénu (Saunders, 2004) .

Analogicky lze stanovit ekonomiku pohybu na různých ergometrech (cyklistický, rumpálový apod.)

Většina autorů pokládá ekonomiku pohybu za vrozenou vlastnost, kterou lze mírně zdokonalit, ale ne podstatným způsobem změnit (Máček a Radvanský, 2011) Faktory ovlivňující běžeckou ekonomiku však nejsou čistě biomechanické (Kyrolainen, 2001). Lze je rozdělit dle Gragubera a Cacka (2008) a Saunderse (2004) do těchto skupin:

- Fyziologické faktory
- Somatické faktory
- Biomechanické faktory
- Tréninkové metody
- Endogenní faktory

Ekonomika pohybu roste s **věkem**, mladší jedinci díky tomu vykazují menší anaerobní rezervu, která je limituje v aerobních testech oproti starším jedincům při stejné hodnotě VO_{2max} (Malina, 2004).

Překvapivý fakt v rámci studie vlivu **pohlaví** na úroveň ekonomiky pohybu publikoval Glace, et al. Uvádí, že běžecká ekonomika je důležitým faktorem výkonu u elitních atletů, ne však u atletek. Porovnávali běžeckou ekonomiku u elitních a výkonnostních atletů a atletek. Elitní atleti využívali o 6% méně kyslíku oproti výkonnostně slabším atletům. Obdobný rozdíl nebyl nalezen mezi elitními a výkonnostními atletkami (Glace, 2002).

Somatické parametry:

Model ideální somatické stavby pro optimální vytrvalecký výkon je předmětem řady studií. Ideálem jsou nízké hodnoty BMI, gracilita, která pasivně zvyšuje relativní hodnoty VO_{2max} . Důležitá je zejména štíhlost a délka dolních končetin. Vzdálenost segmentu dolních končetin od kyčelního kloubu (osa pohybu) je přímo úměrná míře vlivu hmotnosti těchto segmentů na spotřebu kyslíku a ekonomiku pohybu. Štíhlost dolních končetin, zejména lýtek je podle mnoha studií pravděpodobně jedním z hlavních vysvětlujících převahu východoafrických běžců na vytrvalostních tratích (Grasgruber, 2008).

Biomechanické faktory

Kromě mechanických faktorů, kam patří např. reakce podložky, můžeme do této oblasti začlenit problematiku běžecké techniky. Její jednotlivé aspekty se podílejí na úrovni běžecké ekonomiky. Patří sem délka kroku, frekvence a jejich vzájemný poměr, charakteristiky došlapu na podložku, apod.

Stabilita délky kroku je výsledkem dlouhodobého tréninku. Obecně platí pozitivní vztah mezi kvalitou běžecké techniky a úrovní ekonomiky pohybu (Grasgruber, 2008).

Tab. 7. Biomechanické a somatické faktory ve vztahu k lepší ekonomice běhu (Andreson, 1996)

Faktor	Optimum pro lepší ekonomiku běhu
Výška	Průměrná, nebo mírně podprůměrná (muži) a mírně nadprůměrná (ženy)
Somatotyp	Převažující ektomorfní nebo mezomorfní komponenta
Tělesný tuk	Nízké %
Morfologie dolní končetiny	Distribuce tělesné hmoty blíže ke kyčelnímu kloubu
Pánevní	Úzká
Délka chodidla	Podprůměrná
Délka kroku	Přirozená, odpovídající potřebě běžce, aplikovaná po dlouhou tréninkovou dobu
Kinematika	Nízká vertikální oscilace těžiště těla
	Více ostrý úhel v kolenním kloubu
	Menší rozsah pohybu ale větší úhlová rychlost plantární flexe při odrazu
	Pohyb paží bez nadměrného rozsahu
Kinetika	Nízké hodnoty reakce podložky
Elastická energie	Efektivní využití akumulované elastické energie
Běžecský podklad	Střední poddajnost
Běžecská obuv	Lehká ale velmi dobře tlumená

Flexibilita

Touto problematikou se zabývá řada studií, není však zcela zřejmé, jaká je optimální míra flexibility pro maximální míru ekonomičnosti pohybu. Ukazuje se však, že z řady často protichůdných výsledků

šetření, vyplývá fakt, že nižší úroveň flexibility (např. vzhledem k doporučeným zdravotním cílovým zónám) má pozitivní vztah k ekonomice běžeckého pohybu.

Nadměrná flexibilita (diagnostikovaná testem „sit-and-reach“) může negativně ovlivnit běžeckou ekonomiku (Jones, 2002) (Trehearn, 2009). Pozitivní vztah mezi ekonomikou a nízkou flexibilitou boční rotace stehén v kyčlích byla prokázána u výkonnostních distančních běžců (Craib, 1996).

Závěr, že strečink nemá vliv na běžeckou ekonomiku, je výsledkem přehledové studie zahrnující výsledky celkem 24 studií (Shrier, 2004). Grasgruber (2008) uvádí závěr že „nejekonomičtější vytrvalci se vyznačují vyšší tuhostí a silou svalstva lýtek, ale větší poddajností ve stehenním svalu“ (Arampatzis, 2006).

Endogenní faktory

Vedle klimatických podmínek a nadmořské výšky výrazně ovlivňuje ekonomiku pohybu i odpor vzduchu. Množství energie, které musí atlet v terénních podmínkách vynaložit na překonání odporu vzduchu stoupá s rychlostí běhu. Výsledky studií zkoumající tento faktor se liší. Podle nich běžci na střední tratě musí vynaložit 8% (Pugh, 1970) respektive 4% (Davies, 1980) z celkového výdeje energie na překonání odporu vzduchu. U maratónců klesá tento podíl na 2% (Davies, 1980). Tento fakt je v rámci zátěžového testování na běhátkovém ergometru kompenzován jeho sklonem. Podle studie Jonese a Dousta je vhodný 1% sklon běhátko jako kompenzace chybějícího odporu vzduchu oproti terénním podmínkám (Jones, 1996).

Mezi endogenní faktory patří i hmotnost použité obuvi i typ oblečení. Tyto faktory také mohou negativně ovlivnit mechanickou efektivitu běhu (Grasgruber, 2008).

4 Vytrvalostní schopnosti dětí a mládeže, věk vrcholné výkonnosti

Jednou ze základních životních aktivit nutnou pro příznivý vývoj dětského organismu je dostatek pohybové aktivity (dále PA). PA má vedle bezprostředního působení hlubší význam. Pro většinu dětí je kvalita a kvantita spontánního pohybu a účast na soutěživých sportovních aktivitách podkladem pro budoucí dobrý zdravotní stav i výkonnost v dospělosti, který spočívá v optimálním vývoji pohybového systému, zvýšení kardiopulmonální výkonnosti a vyšší inzulínové senzitivitě. V prvních letech života podle několika pozorování je doba bdění vyplněna ze 70 – 80 % aktivním pohybem a není třeba dítěti do jeho aktivit příliš zasahovat, ale pouze usměrňovat. Při registraci SF u dětí v mateřské škole se ukázalo, že při spontánní aktivitě dosahovala až 180 tepů za minutu, po příchodu učitelky a řízené TV intenzita klesla na 100 – 120 tepů (Máček a Radvanský, 2011).

Ve vyšším věku, asi od 10 let, množství PA postupně klesá a klesá i celkový výdej energie, zvláště ke konci puberty. Podle doporučení pediatrů i pedagogů potřebuje dítě ve školním věku ke svému harmonickému vývoji alespoň hodinu denně. V současnosti se ve vztahu k PA vytvářejí tři skupiny. První s velkým rozsahem PA zaměřené na intenzivní trénink v některém sportu. Formuje se od 5. – 7. roku a tvoří jí asi 10 % populace. Druhá, podstatně větší, s kolísajícím podílem sedavého způsobu života a třetí, která je z různých důvodů mimo vliv PA (Máček a Radvanský, 2011)

Stanovení míry adaptace na zátěž u dětí je ve srovnání s dospělými obtížná, protože na její ukazatele působí současně dva faktory s obdobným působením, a sice růst a vývoj na jedné straně a na druhé vliv tréninku a pohybové aktivity (Máček a Radvanský, 2011).

Co se týká fyziologické odpovědi na zatížení, není rozdíl mezi dospělými a dětmi. V rámci studie s prepubertálními chlapci, kteří se neúčastnili pravidelného sportovního tréninku, ale v rámci spontánní pohybové aktivity se dostatečně pohybovali v přírodním prostředí, bylo však prokázáno, že neexistují podstatné kvalitativní rozdíly mezi

reakcí dětí a dospělých na zatížení vytrvalostního typu. Dětský organismus je schopen fyziologickým způsobem zvládnout vytrvalostní zatížení a má dostatek možností, jak ekonomicky produkovat potřebnou energii. Reaguje a chová se přibližně tak, jako trénovaný dospělý (Máček a Radvanský, 2011; Máček et al., 1976).

4.1 Vývoj jednotlivých složek aerobní zdatnosti v průběhu ontogeneze

1) Maximální spotřeba kyslíku

U netrénovaných jedinců se maximální spotřeba kyslíku zvyšuje po celou dobu školní docházky (Máček, 1988). V relativních ukazatelích, maximální spotřeba kyslíku přepočtená na kg hmotnosti těla, se zvyšuje u chlapců do 16, u dívek do 13 let. U dívek v období adolescence následuje období stagnace hodnot. V průměru jsou hodnoty VO_{2max} u chlapců po celou dobu ontogenetického vývoje vyšší než u dívek. Ve věku 10 -12 let dosahují hodnoty dívek 85-90% průměrných hodnot chlapců. Po změnách doprovázející stádium puberty klesá tato hodnoty k 70% (Armstrong, 2002; Malina, 2004). Absolutní hodnoty VO_{2max} jsou v pozitivním vztahu k množství aktivní tělesné hmoty a výšce postavy (Suchomel, 2009).

Relativní hodnoty VO_{2max} jsou poměrně stabilní pro chlapce v prepubescentním a pubescentním období ontogeneze. U dívek to platí pro věkové rozpětí 5-10 let, poté nastává pokles způsobený narůstáním pohlavně specifického množství tělesného tuku (Welsman and Armstrong, 1996) (Suchomel, 2009). U pravidelně trénujících chlapců relativní hodnoty VO_{2max} stoupají, u pravidelně trénujících dívek tato hodnota neklesá, ale stagnuje (Armstrong, 2002). U dynamické vytrvalosti již od 4 let lze pozorovat rozdíl ve prospěch chlapců.

V rámci diagnostiky je vhodnější u dětské populace hovořit o údaji VO_{2peak} , neboť zřejmě vlivem motivace velké procento dětí (30- 50 %) (Welsman a Armstrong, 1996) v zátěžových testech nevykazuje plató nutné k potvrzení detekce hodnoty VO_{2max} .

Hodnoty VO_{2max} na kg hmotnosti jsou u menších dětí vyšší než u dospělých. Tento fakt znamená, že menší dítě vydává při pohybu více energie na kg hmotnosti než větší děti nebo dospělý. Je to způsobeno

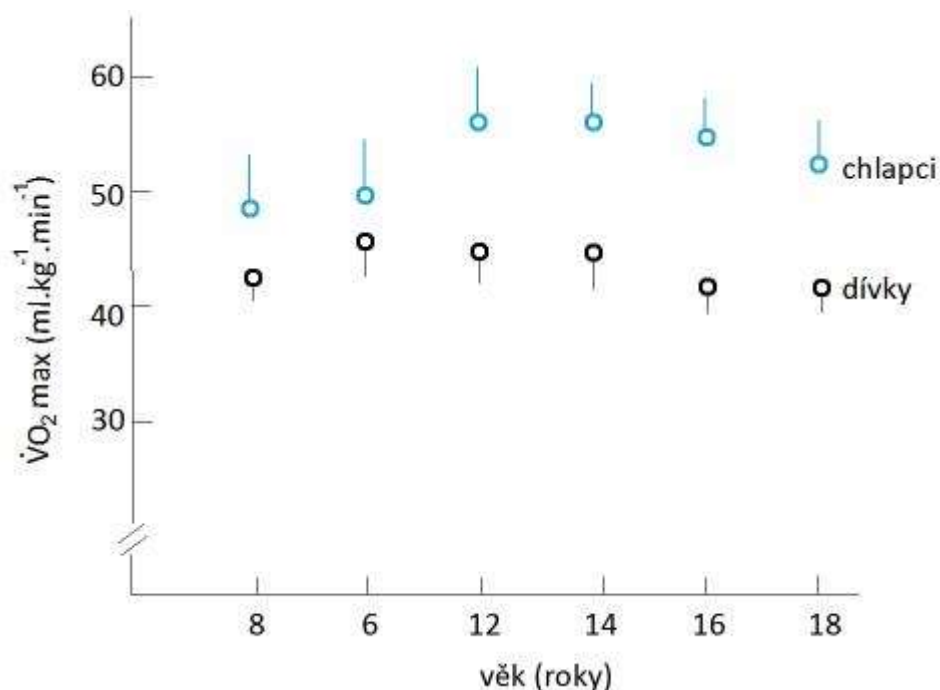
jednak vyšším metabolismem, v rámci kterého je zahrnuta i růstová složka, která se podílí asi 10 %. Dalšími faktory jako nezralé řízení motoriky, kratší končetiny a jiné neznámé faktory způsobují nižší pracovní účinnost oproti dospělým. Hlavním rozdílem oproti dospělým je menší závislost aerobní výkonnosti na rozsahu pohybové aktivity (Máček a Radvanský, 2011).

Celkově je vytrvalostní výkonnost dětí funkčně omezována nižší ekonomikou dýchacího a oběhového systému (vyšší tepová dechová frekvence při relativně stejném zatížení) a dřívějším přechodem na anaerobní uvolňování energie (na nižší absolutní úrovni výkonu). Tyto nedostatky jsou kompenzovány relativně vysokou hodnotou maximální spotřeby kyslíku, rychlejší aktivitou aerobního metabolismu na začátku zatížení a dlouhodobou akcelerací morfologických a funkčních změn. Dalšími faktory jako nezralé řízení motoriky, kratší končetiny a jiné neznámé faktory způsobují nižší pracovní účinnost oproti dospělým. Hlavním rozdílem oproti dospělým je menší závislost aerobní výkonnosti na rozsahu pohybové aktivity (Máček a Radvanský, 2011).

Máček (2011), na základě jeho pokusů tvrdí „ že u mladších dětí před pubertou stoupá spotřeba kyslíku rychleji než u starších po pubertě a dospělých.“

Znamená to, že u mladších dětí dodává transportní systém na začátku zátěže do pracujících svalů potřebný kyslík rychleji. Je to pravděpodobně způsobeno tím, že cirkulační poměry u dětí jsou jiné, krev proudí v relativně širších cévách rychleji, cesta z centra na periferii je kratší. Důsledkem toho je i menší vzestup L_a , protože rychlejší dodávka kyslíku činí glykolytický způsob uvolnění energie méně naléhavý. V důsledku rychlejšího vzestupu využití kyslíku mají děti též nižší kyslíkový deficit při stejné zátěži ve srovnání s dospělými (Máček a Radvanský, 2011)

Obr. 15. Maximální aerobní výkon českých chlapců a dívek během růstu vztažený na kg hmotnosti. Převzato (Máček a Radvanský, 2011) cit. (Máček, 1988))



2) Anaerobní práh

Není mnoho prací, které jsou primárně zaměřeny na detekci anaerobního prahu primárně u dětské populace. Zajímavá zjištění prezentuje studie Borenhamu (Suchomel, 2009). Uvádí, „že zlepšení ve vytrvalostním běhu je pravděpodobně více ovlivněno změnami na úrovni anaerobního prahu a ekonomiku pohybu než zvýšením hodnoty VO_{2max} “.

3) Hladina laktátu

Máček (2011), uvádí závažné rozdíly v chování hladiny La u dětí, která po iniciálním vzestupu v prvních 10 minutách začíná klesat až k výchozím hodnotám. Znamená to, že se La v průběhu zátěže metabolizuje, což dokumentuje dostatečnou dávku kyslíku v průběhu zátěže. Současně je to i důkazem, že nelze z hodnoty pozátěžového kyslíku neboli dluhu odhadovat množství vydané energie anaerobně. Tento jev je u dospělých podstatně méně výrazný.

Dále uvádí, „že se též ukázalo, že v průběhu trvajících zátěží se postupně zvyšuje hrazení energie z tukových zásob, stejně jako u trénovaných dospělých. Dále byl též zaznamenán vzestup rektální teploty na 38°C a, na rozdíl od dospělých, mírný vzestup plazmatického objemu“ (Máček a Radvanský, 2011)

4) Ekonomika pohybové činnosti

Tato složka aerobní zdatnosti stoupá s narůstajícím věkem. Starší jedinci vykazují vyšší aerobní rezervu oproti mladším při vykonávání shodných pohybových aktivit. Toto je způsobeno vyšší úrovní pohybové ekonomiky. Tento rozdíl v aerobní rezervě je pravděpodobně příčinnou lepších výkonů v aerobních testech starších jedinců oproti mladším, byť se shodnou úrovní relativních hodnoty VO_{2max} (Malina, 2004).

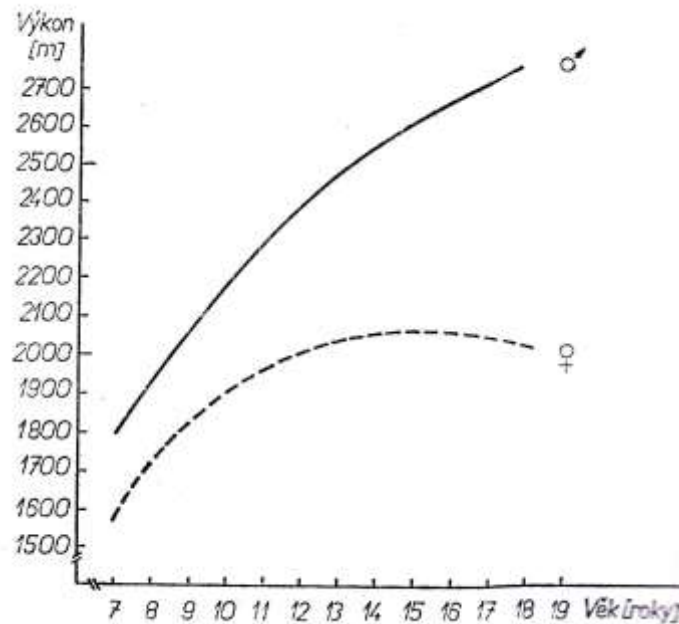
Celkově je vytrvalostní výkonnost dětí funkčně omezována nižší ekonomikou dýchacího a oběhového systému (vyšší srdeční a dechová frekvence při relativně stejném zatížení) a dřívějším přechodem na anaerobní uvolňování energie (na nižší absolutní úrovni výkonu). Tyto nedostatky jsou kompenzovány relativně vysokou hodnotou maximální spotřeby kyslíku, rychlejší aktivitou aerobního metabolismu na začátku zatížení a dlouhodobou akcelerací morfologických a funkčních změn (Havel, 1996).

V průběhu ontogeneze zaznamenáváme ve vytrvalostní výkonnosti první výraznější přírůstky vytrvalosti jak u chlapců, tak u dívek v období mladšího školního věku. Do zhruba dvanáctého roku života jsou rozdíly v přírůstcích výkonnosti u obou pohlaví nevýrazné. Po třináctém roce života u chlapců pokračuje přirozená tendence nárůstu výkonnosti do období adolescence. U dívek naopak dochází ke stagnaci nebo i k poklesu výkonnosti (obr 15). Tento stav má obdobné příčiny jako výše uvedená stagnace hodnot VO_{2max} . Tedy postpubescentní změny funkční proporcionality a jednak výraznými změnami ve způsobu životního stylu po ukončení školní docházky (úbytek dostatečné pohybové stimulace) (Čelikovský, 1990).

Lze konstatovat, že relativně větší aerobní výkonnost dětí preferuje výkony a zátěže střední intenzity a omezuje krátké, provázené maximálním energetickým výdejem. Využívání tuků chrání a šetří zásoby sacharidů, které jsou v tomto věku relativně nízké. Lze proto

tvrdit, že u zdravého dítěte nehrozí při vytrvalostních výkonech negativní ovlivnění srdeční výkonnosti.

Obr. 16. Přibližná křivka výkonnosti čs. mládeže v testu běh po dobu 12 min. Převzato (Čelikovský, 1990)



Senzitivní období pro dynamickou vytrvalostní schopnost je ve 14-15 letech, u chlapců pak dále v 16 a 17 letech. Pro statickou vytrvalostní schopnost svalů pletence ramenního je optimální rozvoj v 11-13 letech a mezi 15. a 17. rokem. Pro stehenní a lýtkové svaly je to věk 11-13 let, pro svaly břišní 9-11 let. „Ze všech literárních poznatků vyplývá, že se závěrečným rozvíjením globální vytrvalosti (aerobní) je možné začít v 7 letech. Důraz pak klást na rozvoj v období pubertální akcelerace a to jak u chlapců, tak i dívek. Záměrný rozvoj anaerobní vytrvalosti má být založen na aerobním základu a měl by být zahájen v 16-17 letech“ (Havel, 1996).

Pro rozvoj jednotlivých typů vytrvalostních schopností byl publikován hypotetický model senzitivních období. Viz. tab. 8.

Tab. 8. Senzitivní období pro rozvoj vytrvalostních schopností.
Upraveno dle (Belej, 2001)

	Věk (roky)										
Vytrvalost	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
globální	X					X	X	X	X	X	
silová					X	X	X				
staticko – silová						X	X	X	X		
rychlostní								X	X	X	

Tab. 9. Senzitivní období pro rozvoj globální vytrvalostních schopností. (Zapletalová, 2002).

Pohlaví	Senzitivní období (roky)	Zdroj
Chlapci/Dívky	vývojově neutrální	(Winter, 1984)
Chlapci	7-8	(Šemetka, 1982)
Dívky	7-9	(Šemetka, 1982)
Chlapci/Dívky	7-11	(Zapletalová, 2002)
Chlapci	7-9, 14-16	(Moravec, 1990)
Dívky	7-11	(Moravec, 1990)

Není-li vytrvalostní výkonnost nadále stimulována systematickým tréninkem, dochází po 25. roce života i mužů přirozenému úbytku výkonnosti. Na druhou stranu, při dostatečné a systematické zátěžové stimulaci vytrvalostních schopností nemusí v rozmezí 20 až 50 let k podstatnému poklesu úrovně vytrvalostních schopností dojít (Čelikovský, 1990).

Geografická variabilita výkonů populace ve věku 7-18 let byla popsána v rámci metaanalytické studie (Tomkinson, 2007). Hrubá skóre z 1 185 656 výsledků vytrvalostního člunkového běhu na 20 m v rámci baterie Eurofittest byla převedena na z- skóre. V případě nedostupných zdrojových dat byla použita metoda Monte Carlo. Celkově nejvyšších výkonů bylo dosaženo probandy ze severní a

střední Evropy. Výsledky práce potvrzují vztah výkonnosti a socio-kulturních faktorů, stejně jako postavení pohybových aktivit a sportu v národnostním povědomí (Tomkinson, 2007). V tabulce 10 je uveden vážený průměr z-skóru pro test Vytrvalostní člunkový běh na 20 metrů. Čtenáře upozorňujeme, čím vyšší z-skóre, tím lepší výsledná hodnota vytrvalostního člunkového běhu na 20m.

Tab. 10. Vážený průměr z-skóre, standardní chyba z- skóre a velikost výběru pro Vytrvalostní člunkový běh na 20m.
(Tomkinson, 2007)

	Chlapci			dívký		
	z	SE	n	Z	SE	n
Belgie	+0,11	0,01	9 375	-0,02	0,01	9229
Česká republika	+0,43	0,06	224	+0,73	0,08	215
Estonsko	+0,91	0,02	2461	+1,05	0,02	2774
Finsko	+0,53	0,05	511	+0,73	0,04	598
Francie	+0,46	0,02	3535	+0,39	0,02	3385
Island	+0,65	0,02	3960	+0,94	0,02	3681
Itálie	-0,15	0,02	2322	-0,48	0,02	3217
Litva	+0,69	0,02	764	+0,58	0,02	837
Maďarsko	-0,01	0,02	428	+0,38	0,02	885
Německo	+0,17	0,05	497	+0,15	0,04	480
Nizozemsko	-0,09	0,02	1021	-0,18	0,03	853
Polsko	-0,17	0,01	37249	-0,13	0,01	36496
Řecko	-0,42	0,01	3070	-0,51	0,01	2997
Slovensko	+0,16	0,02	2445	+0,10	0,02	1858
Španělsko	+0,02	0,01	7090	-0,05	0,01	7012
Švýcarsko	-0,26	0,02	1588	-0,40	0,02	1589
Turecko	-0,20	0,10	72			
V.Británie (Sev. Irsko)	+0,20	0,02	2274	-0,08	0,02	2365

4.2 Věk vrcholné výkonnosti ve vybraných vytrvalostních disciplínách

Následující údaje jsou výsledkem statistického zpracování výsledků ME, MS a OH v rozpětí let 1970 – 2007, které publikoval ve své práci Vobr (2009).

Tab. 11. Věk vrcholné výkonnosti atletů mužů ve vybraných běžeckých disciplínách (Vobr, 2009)

	400 m	800 m	1500 m	3 km	5 km	10 km	Maraton
N	214	213	213	123	90	90	90
min (roky)	18,3	18,9	20,4	19,8	18,5	19,5	22,4
max (roky)	33,0	35,4	35,1	34,4	36,2	37,5	40,2
průměr (roky)	24,4	24,6	25,4	26,2	26,1	26,3	29,4
SD (roky)	2,8	3,0	2,9	2,9	3,9	3,9	4,0

Tab. 12. Věk vrcholné výkonnosti atletek žen ve vybraných běžeckých disciplínách (Vobr, 2009)

	400 m	800 m	1500 m	3 km	5 km	10 km	Maraton
N	213	211	210	126	39	63	72
min (roky)	17,3	19,0	18,4	18,7	18,2	15,4	21,8
max (roky)	37,0	37,0	44,7	38,6	36,4	32,8	38,5
průměr (roky)	25,8	24,5	27,3	27,0	25,7	26,3	29,5
SD (roky)	3,3	3,9	4,7	4,2	4,0	3,9	3,8

5 Vybrané závěry z výzkumných prací

Z opakovaných šetření vyplynulo, že výkony v motorických testech krátkodobé (lokální) vytrvalostní schopnosti (leh sed, shyby, výdrž ve shybu) se u dětí a mládeže severočeských měst za posledních 20 let téměř nezměnily. Nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly (Havel, 1987; Havel, 1999; Havel, 2002). Ke shodným výsledkům došel Kopecký (2004), když zjistil, že úroveň motorické výkonnosti současných chlapců ve srovnání s výkony před 15 lety je v zásadě srovnatelné ve vytrvalostně silových schopnostech horních končetin (Kopecký 2004). Podobně tomu bylo při hodnocení výkonnosti dětí a mládeže v Ústeckém kraji. Průměrné hodnoty v těchto testech odpovídaly středním hodnotám platných norem a nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly (Havel, 1999 a 2002). Výjimku ze všech testů činí test pro globální vytrvalost, Vytrvalostní člunkový běh na 20 m, u kterého vzhledem k normám byly zjištěny podprůměrné hodnoty, přes snahu děti maximálně motivovat (soutěž škol). (Havel, 1999 a 2002.) Opakovaná měření a podobná zjištění v dalších regionech ČR vyvolávají nutnost revize norem obsažených v testové baterii Unifittest 6-60 (Hnízdil 2011).

Ve vytrvalostních testech (12min. běh, leh-sed, výdrž ve shybu) dosáhli nejvyšších hodnot zpravidla nejmenší děti. Nejvyšší chlapci teprve ve 13 a 14 letech se blížili svými hodnotami výkonům ostatních chlapců. Měli však od 11 do 14 let pravidelný růst výkonnosti. Nejvyšší dívky byly svými výkony daleko pod průměrem (Havel, 1987).

Z šetření Havla a Hnízdila (2009) vyplynulo, že vybrané soubory českých dětí v testu Fitnessgramu hrudní předklon v lehu pokrčmo vysoce převyšují horní hranici cílové zóny. Dolní hranici převyšovaly i naměřené minimální hodnoty (Havel, Hnízdil, 2009).

Havel (2002), zjistil, že výkonnost studentů studujících tělesnou výchovu na PF v Ústí n. L. v testech progresivní člunkový běh na 20 m, leh – sed opakovaně podobu 2 minut, výdrž ve shybu na hrazdě, držení podhmatem pro ženy, je podle norem Unifittestu nadprůměrná.

Bukač, (2010) upozorňuje: „že veškeré herní i kondiční zatěžování nesmí zahrnovat účinky vedoucí k motorické pomalosti a k nevyspělé technice. Dále uvádí, že déle trvající kondiční trénink má velmi malou účinnost na kvalitu rychlostně a dynamicky profilované herní činnosti. Naopak intervalový anaerobní trénink silového a rychlostního charakteru generuje i aerobní kapacitu. Vytrvalost ve sportovních hrách je proto nutno definovat jako kondiční kvalitu, umožňující každé utkání dokončovat v režimu lokomočně rychlostní a dynamické kvalitě. Pro zvýšení kardiovaskulární a respirační zdatnosti nemusí trénovat aerobně, protože anaerobní trénink obsahuje vedle anaerobních cest, poskytujících energii svalům, velmi vysoký podíl aerobního metabolismu“ (Bukač, 2010).

Hnízdil (2011) ověřil možnost stanovit v rámci detekce srdeční frekvence v průběhu testu Vytrvalostí člunkový běh na 20 metrů i parametry anaerobního prahu a SF_{max} .

6 Diagnostika vytrvalostních schopností

V této části chceme systematizovat dostupné testové nástroje. Současná literatura uvádí celou řadu testů a množství variant původních testových protokolů.

Podle našeho názoru je nutné zaměřit následnou výzkumnou práci ne na tvorbu nových motorických testů, ale k přesnější standardizaci a postižení míry reliability a variability stávajících testů a testových systémů. V rámci sekulárních trendů je nutné věnovat se otázkám zpřesnění norem.

Na úroveň vytrvalostních schopností usuzujeme z výsledků standardizovaných motorických testů a funkčních zkoušek. Tyto diagnostické nástroje lze systematizovat dle různých kritérií:

- prostředí testování (kde testujeme)
- účel testování (co testujeme)
- pohybový obsah testování (jak testujeme)
- co hodnotíme (výkon nebo reakci organismu na zatížení)

Podle místa testování rozdělujeme testy na *terénní* a *laboratorní*.

V praxi je využíváno především terénní testování, které je u výkonnostních sportovců zpřesňováno a doplňováno laboratorními měřeními, která ve formě funkčních testů pokrývají oblast vytrvalosti (Měkota, 2005).

Testy a funkční zkoušky terénní jsou proveditelné v přirozeném prostředí. V převážné míře mají charakter výkonových testů. Prostřednictvím dosaženého výkonu a jeho srovnáním s normativními údaji diagnostikujeme úroveň vytrvalostních schopností. Výhodami tohoto typu měření a testování je jeho větší dostupnost oproti laboratorním vyšetřením. Lze jej realizovat u velkých skupin probandů a výsledky jsou přímo využitelné v tréninkovém procesu. Nevýhody vyplývají z charakteru prostředí, v němž se testování odehrává, tedy v ovlivnění reliability testování, např. klimatickými faktory.

Testy a funkční zkoušky laboratorní jsou vázány na prostředí specializovaných pracovišť. V laboratorních podmínkách prostřednictvím zátěžových testů měříme charakter, velikost a typ funkčních změn v organismu, které jsou stimulovány vytrvalostním zatížením. Mezi výhody laboratorních vyšetření patří standardní podmínky vyšetření, které jsou jednou z nezbytných podmínek pro vysokou reliability testování, dále pak možnost snadnější detekce a snímání biologických markerů a určení fyzikálního výkonu. Mezi nevýhody pak patří vyšší cena, omezená kapacita a zčásti obtížnější využitelnost, zvláště neodpovídá-li charakter pohybové činnosti testování pohybovému obsahu sportovní - pohybové aktivitě testované osoby. Příkladem je testování běžců nebo plavců na cykloergometru. Některé testy můžeme využít jak v laboratorních, tak terénních podmínkách.

V rámci diagnostiky vytrvalostních schopností lze motorické testy dělit na testy *výkonové* a *zátěžové*. Skóre výkonových testů vyjadřuje výsledek samotné pohybové činnosti, která byla obsahem testu. Skóre zátěžových testů je vyjádřením velikosti odezvy organismu na zatížení, které bylo obsahem testu. Sem řadíme i funkční zkoušky. Jednodušší varianty těchto testů jsou přístupné ve sportovní i pedagogické praxi (Měkota, 1983). Náročnější a komplexní funkční

zátěžové vyšetření vyžadují specifické vybavení i odbornou obsluhu v rámci laboratoří funkční zátěžové diagnostiky.

Některé testové protokoly mohou být využity současně jako zátěžový i výkonový test. Určující je, jaké parametry v rámci testování sledujeme a hodnotíme.

6.1 Výkonové testy

Možným kritériem dělení vytrvalostních testů je jejich *účel*. Tedy jaká složka vytrvalostní schopnosti je testována. Vycházíme ze struktury uvedené v přechodí části práce a dle účelu rozdělujeme testy:

- lokální statické vytrvalosti
- lokální dynamické vytrvalosti
- globální vytrvalosti

6.1.1 Testy lokální statické vytrvalosti

Některá tělesná cvičení, stejně tak, jako řada pracovních činností, jsou charakterizována převahou statické práce. Typickým příkladem jsou výdrže, kdy rychlost pohybu je nulová, svalstvo pracuje v režimu izometrické kontrakce a fyziologické mechanismy, které jsou příčinou vzniku únavy, mají jiný princip než u práce dynamické. (Měkota, 1983).

Výdrž ve shybu:

Test je zařazen pro dívky od 15 let a ženy do 30let v Unifittestu (6-60) a pro obě pohlaví ve věku od 5 do 25 let ve Fitnessgramu.

Charakteristika - zjišťuje vytrvalostní staticko-silovou schopnost paží a pletence ramenního.

Pomůcky - dosažná hrazda, stopky, židle.

Provedení - TO provádí maximální výdrž ve shybu nadhmatem, brada nad žerdí, do základní pozice je možné TO vysadit, nebo začínat ze židle. Test končí, klesne-li brada pod úroveň žerdě. Měříme s přesností na 1 s.

Hodnocení - měří se čas výdrže v sekundách do ukončení testu.

Reliabilita $r_{stab}=0,93$ (ženy) (Měkota, 1983) 0,92 (muži) (Welk and Meredith, 2008)

Test je zařazen jako test druhé priority Eurofittestu pro dospělé (18 – 65). Je shodný s tím, který je součástí Unifittestu 6 – 60 nebo Eurofittestu pro mládež. Na rozdíl od těchto testů se zde provádí úchyt podhmatem. Normy s ohledem na zdravotně orientovanou tělesnou zdatnost a pro kategorie osob středního a staršího věku nebyly vypracovány.

Výdrž v záklonu v sedu pokrčmo:

Charakteristika - zjišťuje vytrvalostní staticko-silovou schopnost flexorů kyčelního kloubu a břišního svalstva.

Pomůcky - pevná podložka, pomocník, stopky.

Provedení - TO provádí maximální výdrž v sedu pokrčmo, v záklonu 40°, chodidla cca 30 cm od sebe, pomocník přidržuje chodidla TO na podložce.

Hodnocení - měří se čas výdrže v sekundách do ukončení testu.

Reliabilita $r_{stab}=0,88$ (Měkota, 1983)

Výdrž v hrudním záklonu v lehu na břicho („Trunk Lift“)

Charakteristika - zjišťuje vytrvalostní staticko-silovou schopnost a pohyblivost extenzorů trupu. Součást testové baterie Fitnessgram od r. 1992 (Plowman et al., 2006).

Popis: K provedení tohoto testu je potřeba pravítko dlouhé min. 30,5 cm a vhodná vodorovná podložka. Výchozí poloha: Testovaný leží na břicho, paže jsou nataženy, zasunuty pod stehna a dlaně se dotýkají stehen.

Provedení cviku: Testovaný provede pomalu záklon z výchozí polohy, pohled směřuje dopředu, žák se dívá na značku v úrovni očí. Nesmí docházet k záklonu hlavy směrem vzhůru a ke zvedání nohou z podložky, přičemž nohy nepřidržíme.

Hodnocení – měří se čas výdrže v sekundách do ukončení testu.

Reliabilita $r_{stab}=0,85 -0,99$ (Welk and Meredith, 2008)

6.1.2 Testy lokální dynamické vytrvalosti

Opakované shyby:

Test je zařazen pro chlapce od 15let a muže do 30let v Unifittestu (6 – 60), součástí Fitnessgramu byl v letech 1987-2005 (Plowman et al., 2006).

Charakteristika- zjišťuje vytrvalostní dynamicko-silovou schopnost flexorů paže a pletence ramenního.

Pomůcky – doskočná hrazda (průměr žerdi 2 – 4 cm).

Provedení - TO provádí maximální počet opakování shybů nadhmatem ze svisu, přičemž musí dodržovat krajní polohy (v horní poloze brada nad žerď, v dolní poloze propnout lokty).

Hodnocení - počet ukončených a správně provedených shybů.

Reliabilita $r_{stab}=0,94$ (Měkota, 1983)

Modifikované shyby -poloha šikmá- pro dívky a ženy (Unifittest) .

Charakteristika- zjišťuje vytrvalostní dynamicko-silovou schopnost flexorů paže a pletence ramenního.

Pomůcky – nízká hrazda (1m nad podložkou), stopky.

Provedení - TO provádí maximální počet opakování shybů nadhmatem ze svisu ležmo, přičemž musí dodržovat krajní polohy (v horní poloze brada nad žerď, v dolní poloze propnout lokty), toporné držení těla a časový interval (přestávka) mezi jednotlivými shyby nesmí být delší než 3 sec.

Hodnocení - maximální počet opakovaných shybů.

Reliabilita $r_{stab}= 0,88$ (Měkota, 1983)

Shyby ve svisu ležmo:

Test je zařazen pro všechny věkové kategorie a obě pohlaví ve Fitnessgramu.

Charakteristika - zjišťuje vytrvalostní dynamicko-silovou schopnost flexorů paže a pletence ramenního.

Pomůcky - nastavitelná hrazda, páska umístěná 18 cm pod hrazdou.

Provedení - tzv. Vermontská modifikace shybů. K provedení testu je nutná nastavitelná hrazda, rozsah prováděného pohybu je vymezen páskou umístěnou 18 cm pod hrazdou. V tomto prostoru se sleduje pohyb brady.

Hodnocení - Jedno opakování při přitažení brady od pásky směrem k hrazdě.

Reliabilita $r_{stab}= 0,72 - 0,95$ (Cotten, 1990)

Kliky ve vzporu ležmo:

Charakteristika - zjišťuje vytrvalostní dynamicko-silovou schopnost extenzorů paží a pletence ramenního.

Pomůcky - pevná podložka

Provedení - TO provádí maximální počet opakování kliků s dodržováním krajních poloh, tzn. propínat paže v horní poloze a s hrudníkem těsně k podložce v dolní poloze.

Hodnocení - maximální počet opakovaných kliků.

Reliabilita $r_{stab}=0,85$ (Měkota, 1983)

90° kliky:

Test je zařazen jako preferovaný pro všechny věkové kategorie a obě pohlaví ve Fitnessgramu.

Charakteristika - zjišťuje vytrvalostní dynamicko-silovou schopnost extenzorů paží a pletence ramenního.

Provedení - kliky se provádí ve vzporu ležmo, ruce v šíři ramen, lokty jdou postupně od těla do koncové polohy s úhlem 90°. Provádí se maximální počet kliků ve stanoveném tempu (1 klik za 3 vteřiny).

Hodnocení - maximální počet kliků ve stanoveném tempu.

Reliabilita $r_{stab}=0,96$ (muži) $0,98$ (ženy) (Welk and Meredith, 2008) $0,99$ (chlapci) $0,94$ (dívky) (Roman and Mahar, 2001)

Modifikované kliky ve vzporu klečmo (pro ženy):

Charakteristika - zjišťuje vytrvalostní dynamicko-silovou schopnost extenzorů paží a pletence ramenního.

Pomůcky - pevná podložka.

Provedení - TO provádí maximální počet kliků s dodržováním krajních poloh, tzn. propínat paže v horní poloze a hrudníkem těsně k podložce v dolní poloze.

Hodnocení - maximální počet kliků.

Přednožování v lehu na zádech:

Charakteristika - zjišťuje vytrvalostní dynamicko-silovou schopnost extenzorů paží a pletence ramenního.

Pomůcky – měkká podložka, stopky, pomocník.

Provedení - TO provádí vleže na zádech s rukama v týl opakovaně následující cyklus - přednožení napnutými dolními končetinami do úhlu 90° a spuštění zpět v co nejvyšším počtu opakování po dobu 30 s. Pomocník přidržuje TO lokty na podložce.

Hodnocení - maximální počet přednožení za 30 s.

Reliabilita $r_{stab}=0,80$ (Měkota, 1983)

Opakovaný Bench-press

Charakteristika - zjišťuje vytrvalostní dynamicko-silovou schopnost extenzorů paží a pletence ramenního.

Pomůcky – činky o hmotnosti 16 kg pro ženy a 36 kg pro muže, metronom určující 60 úderů za minutu, posilovací lavice.

Provedení – TO leží na zádech a pažemi zvedá činku o dané hmotnosti z polohy na prsou do napjatých paží podle úderů metronomu. Snaží se provést maximální počet zvednutí činky v daném rytmu. Pokus končí, když TO nezvedne činku nebo neudrží zadaný rytmus.

Hodnocení - maximální počet opakovaných zdvihů do ukončení pokusu.

Leh – sed opakovaně

Test je zařazen pro všechny věkové kategorie a obě pohlaví v Unifittestu.

Charakteristika - zjišťuje vytrvalostní dynamicko-silovou schopnost flexorů kyčelního kloubu a břišního svalstva.

Pomůcky – měkká podložka, stopky.

Provedení - TO zaujme základní polohu leh na zádech pokrčmo, paže skrčit vzpažmo zevnitř, ruce v týl, sepnout prsty, lokty se dotýkají podložky. Nohy jsou pokrčeny v kolenou v úhlu 90°, chodidla od sebe ve vzdálenosti 20 – 30 cm, u země je fixuje pomocník. Provádí se co nejrychleji maximální počet opakovaných sedů – lehů (lokty se dotknou kolen) za 60 s.

Hodnocení – hodnotí se počet správně provedených cyklů za 60 s.

K tomuto testu existuje řada výhrad. Po určité době (30 – 45 % celkového počtu předklonů) se při něm zapojují kyčelní flexory, dále dochází ke kompresi páteře. Poloha paží vyvolává hyperflexi krku a

nepravidelný rytmus způsobuje trhavé pohyby. Testovaná osoba se pak často pažemi odráží od podložky.

Abdominální svalstvo je maximálně zapojeno v prvních 30-45° pohybu, další část přebírají flexory kyčle (pėpas, iliacus a rectus femoris) (Escamil et al., 2006).

U dětí se zvětšenou bederní lordózou a slabým břišním svalstvem, vlivem zapojení tonických flexorů kyčelních kloubů, dochází k podpoře vzniku bolesti dolní částí zad. Z těchto důvodů doporučujeme buď test nahradit níže uvedeným testem (Curl-up) nebo alespoň změnit polohu paží tak, že budou zkříženy na prsou. Oba návrhy předpokládají změnu norem.

Výzkumy dokazují nízkou úroveň ekvivalence mezi testy Leh-sed opakovaně a Hrudními předklony v lehu pokrčmo (stupeň asociace mezi 7-42% variance) (Welk and Meredith, 2008)

Hrudní předklony v lehu pokrčmo (Curl-up):

Test je zařazen pro všechny věkové kategorie a obě pohlaví ve Fitnessgramu.

Charakteristika - - zjišťuje vytrvalostní dynamicko-silovou schopnost břišního svalstva a bedrokyčlostehenních flexorů.

Pomůcky – podložka (žíněnka), pásmo, křída.

Provedení – TO provádí z lehu pokrčmo (úhel v kolenech 140°), ruce podél těla hrudní předklony tak, aby silou břišních svalů došlo k zvednutí horní části těla a hlavy se současným posunem dlaní po podložce vpřed v rozsahu 7,5 cm u dětí ve věku 5-9 let a 11,5 cm u věku 10 a více let. Trvání testu 1 minuta.

Hodnocení - počet předklonů za jednu minutu.

Reliabilita $r_{stab}=0,77 - 0,94$ (Welk and Meredith, 2008)

Obr. 17. Hrudní předklony v lehu pokrčmo. Převzato, (Suchomel a Kříž, 2009).



Test leh sed- opakovaně

Test je zařazen jako test první priority Eurofittestu pro dospělé (18 – 65).

Charakteristika - zjišťuje vytrvalostní dynamicko-silovou schopnost břišního svalstva a bedrokyčlostehenních flexorů.

Pomůcky - gymnastická žíněnka nebo měkká podložka (koberec).

Provedení - osoba zaujme polohu v lehu na zádech, obě nohy jsou pokrčeny, úhel v kolenním kloubu 90°. Pomocník fixuje testovanému obě nohy. První úroveň 5 opakovaných předklonů se provádí s nataženými pažemi, dlaně zůstávají na stehnech. Cílem je při každém předklonu dosáhnout konečky prstů obou rukou na střed pately. Další úroveň sestává opět z pěti opakovaných předklonů (sedů), ruce jsou však při tom zkříženy a přitisknuty na prsa, dotyk stehů se děje oběma lokty. Poslední úroveň s pěti opakovanými cviky se odlišuje tím, že testovaný se drží oběma rukama za uši“ (zadní část ušních lalůčků) a oběma lokty se opět dotýká stehů. Mezi jednotlivými úrovněmi není dovolena pauza, interval by neměl přesáhnout čas nezbytný pro změnu cviku.

Hodnocení - test se provádí ve 3 postupných úrovních. Cílem je vykonat 5 opakovaných cviků. Počítá se počet provedených cviků (5 – 7) v souhrnu všech tří úrovní (možný výsledek v rozmezí 0 – 15). Normové hodnoty jsou konstruovány pro muže i ženy a pocházejí z testování švédské populace. Test dostatečně neodlišuje jedince v celém věkovém rozmezí, spíše ukazuje na nízkou úroveň zdatnosti jedinců starších 30 - 35let. Zvláště pro mladší a zdatné jedince lze proto doporučit variantu užívanou v Eurofittestu pro mládež, to znamená hodnotit maximální počet leh-sedů za dobu 30 sekund.

6.1.3 Testy globální vytrvalosti

Pohybová činnost, která je obsahem motorických testů globální vytrvalosti musí splňovat tyto požadavky:

- do práce jsou zapojeny velké svalové skupiny (svalstvo dolních končetin, nebo horních končetin a zad),
- předpokládá se pohybová činnost vysoké intenzity a dostatečně dlouhá doba vykonávání pohybové činnosti, která odpovídá definici vytrvalostních schopností dle časového kritéria (Měkota, 1983).

Dle obsahu zadání a principu stanovení hrubých skóre výkonových testů lze tyto rozdělit do tří základních skupin.

- 1 Je zadána rychlost běhu a měří se čas od počátku testu až do odmítnutí testovanou osobou pokračovat v zadané pohybové činnosti z důvodu únavy. Zaznamenáváme uběhnutou vzdálenost v metrech. Rychlost běhu může být konstantní v průběhu celého testu, příkladem je Harvardský test zdatnosti (viz dále). Praktičtější varianta zahrnuje postupné zvyšování intenzity pohybové činnosti až do odmítnutí. Příkladem je vytrvalostní člunkový běh na 20m.
- 2 Je stanoven pevný časový limit pro provádění pohybové činnosti a měříme celkovou překonanou vzdálenost. Testovaná osoba sama určuje intenzitu pohybové činnosti. Příkladem je dvanáctiminutový běh.
- 3 Je zadána délka trati, kterou je nutné absolvovat zadanou pohybovou činností (nejčastěji během). Měříme čas, který je nutný pro zdolání zadané vzdálenosti. Hrubé skóre lze dále převádět na skóre normované a odvozovat tak další parciální ukazatele. Příkladem je chůze na 2km nebo běh na 3km. Tato varianta testu je ve sportu využívána nejčastěji (Měkota, 1983).

Protokoly pro běhátko - výkonové testy

Astrandův protokol

Testování předchází 10 min rozcvičení.

Výchozí rychlost je $8,05 \text{ kmh}^{-1}$. (5 mh^{-1}) Sklon 0%.

Po prvních 3 minutách testu je zvýšen sklon na 2,5%. Poté každé 2 minuty je sklon navyšován o 2,5%.

Test do odmítnutí, Zaznamenává se celkový čas trvání testu.

Predikční rovnice pro odhad úrovně maximálního příjmu kyslíku má tvar:

$$VO_{2max} = (\text{dosažený čas} \cdot 1,444) + 14,99$$

Bruceho protokol byl původně publikován v roce 1963 jako neinvazivní test pro pacienty s chorobami srdce. Je využitelný jako metoda stanovení VO_{2max} . Protokol viz tab. 13.

Tab. 13. Protokol Bruceho testu. Upraveno dle http://sportsmedicine.about.com/od/futnessevalanassesement/a/bruce_protocol.htm

Čas (min)	Rychlost (kmh^{-1})	Sklon
00-03	2,74	10
03-06	4,02	12
06-09	5,47	14
09-12	6,76	16
12-15	8,05	18
15-18	8,85	20
18-21	9,65	22
24-27	10,46	24
27-30	11,26	26
30-33	12,07	28

Predikční rovnice:

Pro muže: $VO_{2max} = 14.8 - (1.379 \times T) + (0.451 \times T^2) - (0.012 \times T^3)$

Pro ženy: $VO_{2max} = 4.38 \times T - 3.9$

T = dosažený čas

Balkeho protokol

Stejně jako Bruceho protokol je původní určení tohoto testu pro určení peak VO_2 u kardiaků.

Pro muže je startovní rychlost stanovena na $5,3 \text{ kmh}^{-1}$ 0% sklon je po 1 minutě zvýšen na 2% pak každou minutu o 1%.

Pro ženy je úvodní rychlost $4,8 \text{ kmh}^{-1}$ na 0% se zvýšením o 2,5% každé tři minuty.

Muži: $VO_{2max} = 1,44 T + 14,99$ (Pollock et al., 1976)

Ženy: $VO_{2max} = 1,38 T + 5,22$ (Pollock et al., 1982)

Testy globální vytrvalostní schopnosti testové baterie Unifittest 6-60

- a) běh po dobu 12 min
- b) víceetapňový progresivní člunkový běh na vzdálenost 20 m.
- c) chůze či běh na 2 km

a) Běh po dobu 12 min (Cooperův test)

Charakteristika:

Test dlouhodobé běžecké vytrvalostní schopnosti.

Zařízení:

Atletická dráha, startovní čísla, stopky, startovní pistole, měřicí pásmo.

Provedení:

Běží se po atletické dráze, startuje se z vysokého postoje, pole běžných atletických zvyklostí. Úkolem je uběhnout v požadované době co nejdelší dráhu. Běh lze střídát s chůzí (pokud TO není schopna běhu).

Hodnocení a záznam:

Měří se délka uběhnuté dráhy (vzdálenost) v metrech (m). Přesnost záznamu 10 m (tato vzdálenost se měří v rámci označovaného padesátimetrového úseku).

Pokyny a pravidla:

S ohledem na fyzické nároky je žádoucí přibližně 2 hodiny před testem nejíst, neprovádět test po fyzicky náročné činnosti, v extrémních teplotních či jiných podmínkách, či pokud se TO necítí dobře. Předpokladem pro provádění tohoto testu je dobrý zdravotní stav, především s ohledem na oběhový a dýchací systém a eventuální poruchy hybnosti dolních končetin.

Testový protokol publikoval v roce 1968 Cooper v rámci výsledků studie korelace mezi výsledky jím navrženým terénním běžeckým testem po dobu 12 minut a hodnotou VO_{2max} zjištěnou zátěžovým testem na běhátku. Studie se zúčastnilo 115 mužů, příslušníku amerických leteckých sil. Korelační koeficient mezi oběma testy $r_k = 0,897$ (Cooper, 1968). Následně se test rozšířil jako spolehlivá metoda stanovení kardiovaskulární zdatnosti a nahradil do té doby ve

Spojených státech rozšířený test na 600 yardů. Normy se liší dle jednotlivých autorů. Predikční rovnice odhadu maximální spotřeby kyslíku má tvar

$$VO_{2max} = (22.351 \times km) - 11.288$$

Tab. 14. Odhad VO_{2max} (ml . min . kg⁻¹) z výsledků Cooperova testu (Cooper, 1968)

Uběhnutá vzdálenost (m)	VO _{2max} (ml.min.kg ⁻¹)
3600 a více	70
3400	67
3200	62
2800	55,5
2000 – 2400	45
2000	30

Původní predikční rovnice byla autory postupně modifikována a je tudíž uváděna ve více variantách. Např. Reimann (2009):

$$VO_{2max} \text{ (ml.min.kg}^{-1}\text{)} = (0,9268 \times m) - 11.3$$

Normy pro českou populaci publikovali v rámci Unifittest 6-60 Měkota a Kovář. Stabilitu testu $r_{stab} = 0,92$ uvádí Měkota a Blahuš (Měkota, 1983). U netrénovaných jedinců se jeví jako problematická otázka spolehlivosti a platnosti u tohoto testu, respektive je to obecný problém u běhu na delší vzdálenost (Čelikovský, 1990).

Modifikacemi testu jsou formy běhu po dobu 15 (Balkeho běžecký test), 9, nebo 6 minut.

Predikční rovnice Balkeho testu (15min) pro stanovení VO_{2max} mají tvar:

Dle Balkeho (1963): $VO_{2max} = 6.5 + 12.5 \times$ uběhnutých km (Balke, 1963).

Dle Horwilla (1994) $VO_{2max} = 0.172 \times$ (uběhnutých metrů / 15 - 133) + 33.3 (Horwill, 1994).

S využitím odlišné pohybové činnosti za aplikace shodných principů byly u nás publikovány testové protokoly a částečně i normy testů „dvanáctiminutová jízda na kole“ (Teplý, 1995) a „dvanáctiminutové plavání“ (Kopřiva, 1993), apod.

Podle studie Granta et al. má tento test ve srovnání s dvěma dalšími (progresivní člunkový běh na 20m a submaximální test na bicyklovém ergometru s predikcí VO_{2max}) nejvyšší hodnotu korelačního koeficientu ($r= 0,92; 0,86$, respektive $0,76$) ve vztahu k přímému způsobu určení VO_{2max} s využitím zátěžové spiroergometrie na běhátku (Grant et al., 1995).

b) Vytrvalostní člunkový běh na vzdálenost 20 m. (Progresivní člunkový běh na 20 m, Multi stage shuttle run, Beep test)

Test navrhl a ověřil kolektiv pracovníků Univerzity v Montrealu vedený Legérem v roce 1982. Je součástí testové baterie EUROFIT (European motor fitness battery), která byla sestavena v roce 1986. Je zařazen v unifikované testové baterii UNIFITTEST (Měkota, 1996).

Charakteristika:

Test střednědobé dlouhodobé běžecké vytrvalostní schopnosti.

Zařízení:

Běžecký dráha a prostor s možností vyznačit a realizovat běh „od čáry k čáře“ ve vzdálenosti 20 m.

Provedení:

TO opakovaně překonává vzdálenost 20 m během „od čáry k čáře“ podle vymezeného časového signálu, který je reprodukován z magnetofonu nebo z počítače. Cílem TO je udržet na dráze 20 m postupně se zvyšující rychlost běhu po dobu co nejdelší, přičemž na každý zvukový signál je nutné dosáhnout jednu z hraničních čar 20 m vzdálenosti. Test končí, jestliže testovaný není schopen 2 krát po sobě dosáhnout čáru v daném časovém limitu. Povolen je maximální rozdíl dvou kroků.

Hodnocení a záznamy:

Testovaná osoba běh končí, jestliže není schopna 2 krát po sobě dosáhnout čáru v okamžiku reprodukováného signálu. Registrovaným výsledkem je poslední ohlášené číslo ze zvukového záznamu (fáze), které označuje čas trvání běhu v minutách. Přesnost záznamu 0,5 minuty.

Pokyny a pravidla:

Předpokladem pro absolvování testu je dobrý zdravotní stav, především s ohledem na kardiovaskulární systém a eventuální poruchy hybnosti dolních končetin.

České normy v rámci testové baterie Unifittest 6-60 pro věkové rozmezí 6 až 20 let stanovil Měkota a Kovář (1996).

Modifikace testového protokolu je spjata se změnou délky předepsaných úseků (15 m varianta v testové baterii Fitnessgram) nebo se zařazením odlišné pohybové činnosti.

Plavání: vytrvalostní člunkový plavecký test (v originále Multistage Shuttle Swim Test) vychází z principů vytrvalostního člunkového běžeckého testu. Standardizaci testu provedl Rechichi, et al. (2000).

Testovaná osoba plave mezi dvěma liniemi, které jsou od sebe vzdáleny 10m. Startovní rychlost je stanovena na $0,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Tato je progresivně zvyšována přibližně každou minutu o $0,05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Kromě expertního stanovení délky úseků na 10 m (z variant 8, 9 a 10) zkoumal autor testu míru jeho reliability a validity. U výzkumného souboru hráčů ($n = 12$, průměrný věk 16,3, $s = 1,1$) a hráček ($n = 13$, průměr věk 21, $s = 3,8$) vodního póla uvádí výsledky koeficientu stability 0,98 a 0,98 respektive. Validita byla stanovena vzhledem ke kritériu $VO_{2\max}$ (0,773 a 0,854 respektive) a výkonu na 400m volný způsob (0,938 a 0,925 respektive) (Rechichi et al., 2000).

Bruslení: variantu pro hráče ledního hokeje (v originále „Skating multistage aerobic test“) navrhl a ověřil Leone, et al (2007).

Testovaná osoba bruslí mezi dvěma liniemi ve vzdálenosti 45 m. Úvodní rychlost je $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ s přírůstkou rychlosti $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ po každém úseku. Audio nahrávka zajišťuje dodržení předepsaného tempa. Autoři na základě šetření u 142 hráčů a 31 hráček ledního hokeje stanovili predikční rovnici maximální spotřeby kyslíku v závislosti k dosažené maximální rychlosti v testu ve tvaru:

$VO_{2\max} = 18.07 \times (\text{maximální rychlost}) - 35.596$ ($r = 0.97$) (Leone et al., 2007)

Chodecký test je určen pro seniorskou nebo oslabenou populaci, kdy prudké změny směru mohou činit testovaným potíže. Pohyb je

realizován po obdélníkové dráze vyznačené barevně odlišenými kužely. Úvodní rychlost je řízeným audio signálem zvyšována každé 3 minuty až po maximální rychlost 7kmh^{-1} . Test je ukončen v okamžiku kdy proband není schopen akceptovat předepsanou rychlost chůze (Koen et al., 2001).

Jízda na paraplegickém vozíku je modifikací určenou pro paraplegiky (Vanderthommen et al., 2002). Pohyb se koná po osmiúhelníkové dráze, uzpůsobené požadavku na vhodný poloměr otáčení při změně směru (více jak 90°). Čtyři hlavní směry vyznačené dráhy jsou dlouhé 11 metrů. Úvodní rychlost 6kmh^{-1} je stupňována o $0,37\text{kmh}^{-1}$ každou minutu trvání. Standardizaci testu s predikcí maximálního příjmu kyslíku zpracoval Vanderthommen (2002).

Problematiku odhadu optimálního tempa běhu zejména v prvních úsecích testu je vhodné s probandy vyzkoušet v rámci zapracování. U dětské populace popř. u osob hendikepovaných ve smyslu vnímání rytmu časových struktur lze test vhodnou formou vizualizovat.

c) Test na 2 km chůze.

Charakteristika:

Test dlouhodobé, vytrvalostní schopnosti s ohledem na chodeckou lokomoci.

Zařízení:

Atletická dráha, silnice (s pevným, rovným povrchem) s naměřenou vzdáleností 2 km. Stopky, startovní čísla, zařízení pro měření tělesné výšky a hmotnosti, přístroj pro registraci tepové frekvence (optimálně kardiometrie)

Provedení:

Po startovním povelu absolvují TO vzdálenost 2 km s cílem překonat ji chůzí v nejkratším čase (v žádném případě „během“). V cíli se zjišťují údaje potřebné pro hodnocení výsledku testu, tedy čas a srdeční frekvence.

Hodnocení a záznam:

Zkrácená (zjednodušená) varianta vychází z měření času, potřebného k překonání vzdálenosti 2 km; přesnost měření a záznamu 1 s.

Pokyny a pravidla:

Test je určen pro jedince středního a staršího věku a pro jedince se sníženou fyzickou zdatností. Nepředpokládá se proto chůze závodním způsobem, běh není povolen.

Z testu je možno usuzovat na zdatnost probandů. K dispozici jsou normy a to jednak pro chůzi a jednak pro běh pro normální populaci. Uvedené normy předkládáme v přílohách na konci kapitoly.

Testy globální vytrvalostní schopnosti testové baterie Fitnessgram

Pro testování globální vytrvalosti (v originále je uveden termín „aerobic capacity“) obsahuje testová baterie **Fitnessgram** tři alternativní testy:

a) vytrvalostní člunkový běh (v originále „PACER) – preferovaný test, je konstruován obdobně jako Vytrvalostní člunkový běh na vzdálenost 20 m z testové baterie Unifittest. Fitnessgram navíc obsahuje variantu s 15m vzdáleností mezi oběma liniemi. Test je součástí baterie od r. 1992 (Plowman, et.al., 2006).

b) běh na 1 míli (1,61 km). Test je součástí baterie od r. 1987 (Plowman, et. al., 2006). Standardizace testu předepisuje uběhnout danou vzdálenost „co nejrychleji“. Reliabilitu testu zkoumala řada autorů, sumarizaci výsledků uvádí Safrit, (1990) a Cuerton (2008). Z jejich závěrů vyplívá vysoká hladina reliability (od 0,60 do 0,90), přičemž koeficient reliability vyšší jak 0,66 je spojen s věkovými kategoriemi 9 let a starší. U mladších dětí jsou výsledky reliability variabilnější, dosahují spíše nižších hladin. Toto autoři spojují s nedostatečnou motivací a s problematikou strategie volby optimálního tempa (Cuerton and Plowman, 2008).

c) chůze na 1 míli (1,61 km). Test je součástí baterie od r. 1999. (Plowman, et. al., 2006). Test-retest reliability stanovení hodnoty VO_{2max} predikční rovnicí na základě výsledků testu u dětí ve věku 14-18 (n=21) měla hodnotu 0,91 (Cuerton a Plowman, 2008)

Testy globální vytrvalostní schopnosti testové baterie Eurofittest

Testová baterie **Eurofit test (E)** a její varianta **Eurofittest for Adults (EA)** obsahuje tyto testy vytrvalostních schopností:

1) 20m vytrvalostní člunkový běh (E) – obdobná variant jako v rámci Unfittestu 6-60

2) Chůze na 2 km (EA):

Cílem testu je absolvovat co možná nejrychlejší chůzí vzdálenost 2km na rovném povrchu (atletická dráha). Zaznamenán je čas, srdeční frekvence po ukončení testu, měřena je hodnota BMI. Na základě naměřených hodnot je pomocí norem stanovena míra zdatnosti. Na základě publikované predikční rovnice je možné stanovit hodnotu VO_{2max} (Oja a Tuxworth, 1995):

$$VO_{2max} \text{ (ml/min/kg)} = 116.2 - 2.98 \times \text{dosažený čas (sec)} - 0.11 \times SF - 0.14 \times \text{věk} - 0.39 \times BMI$$

Výstupové testy (step testy)

Tyto testy představují relativně jednoduchý a na vybavení nenáročný diagnostický nástroj pro hodnocení kardiovaskulární zdatnosti a prostřednictvím predikčních rovnic i odhad maximální aerobní kapacity (VO_{2max}).

V lékařské praxi byly tyto testy využívány v minulosti jako orientační nástroj hodnocení odezvy na zatížení, popřípadě k provokaci některých patologických reakcí. V současné době mohou tomuto účelu posloužit v rámci pracovišť, která nejsou vybavená moderní technikou (Placheta, 1999).

Ve sportovní a tréninkové praxi jsou využívány a v rámci testování parametrů aerobní zdatnosti. Principem a základní pohybovou činností jsou opakované výstupy na zvýšený stupeň spolu se zátěžovým měřením odezvy organismu na zatížení prostřednictvím srdeční frekvence.

Brouha et al. (1943) publikovali protokol a normy v souvislosti s výzkumem Harvardské laboratoře pro výzkum únavy, odtud název

Harvardský. Původní testový protokol Harvardského testu předepisuje výstupy na stupeň vysoký 50,8 cm (20 palců) s frekvencí výstupů 30 za minutu. Pokud není testovaná osoba po dobu 15 sekund schopná udržet předepsanou frekvenci vystupování test je ukončen. Maximální doba trvání testu je 5 min. Bezprostředně po skončení testu se TO posadí a v čase 60 až 90 sekund je palpací měřen kumulativní počet srdečních tepů. Toto je varianta tzv. „krátké“ formy testu. „Dlouhá“ forma předepisuje další měření srdeční frekvence, opět kumulativně po dobu 30 sekund v čase 120- 150 sekund a 180- 210 sekund po ukončení testu. Hrubá skóre testu jsou převedena na normovanou (Fitness index - F_i) pomocí rovnic:).

$$F_i(\text{krátká}_\text{forma}) = \frac{100.S}{5,5.SF_1}$$

S... doby vystupování v sec. SF_1 ... počet tepů v čase 60-90 sec po testu

$$F_i(\text{dlouhá}_\text{forma}) = \frac{100.S}{2 \sum SF_{1-2-3}}$$

$\sum SF_{1-2-3}$...součet tepů ve třech 30 sec úsecích po testu (60-90s, 120-150s a 180-210s) (Brouha, Heath and Graybel, 1943)

Tab. 15. Hodnocení zdatnosti dle výsledků Harvardského step-testu

Zdroj: <http://www.topendsports.com/testing/test/step-harvard.htm>

Hodnocení zdatnosti	Fitness index (dlouhá forma)
Vysoká	>90
Dobrá	80-89
nadprůměr	65-79
podprůměr	55-64
Nízká	<55

Tyto normy vycházejí z původního výzkumu Brouhy (1943) a slouží k posuzování úrovně zdatnosti vojáků. Pro naši obecnou populaci nejsou dle Měkoty (1983) použitelné.

Modifikovanou formu testu pro ženy publikoval Sloan (Sloan, 1959). Validita testu ke kritériu maximální spotřeby kyslíku byla v následných studiích stanovena v rozmezí 0,6-0,8 (Montoye, 1953), (Keen and Sloan, 1958).

Původní Harvardský protokol byl dalšími autory v průběhu let modifikován a v současné době je částečně či plně standardizována řada testových protokolů (viz. tab. 16). Předmětem modifikací jsou délka zatížení, výška stupně, frekvence vystupování, způsob měření srdeční frekvence po zátěži a tvar predikčních norem pro stanovení maximální aerobní kapacity.

Modifikace Harvardského protokolu pro testování čs. populace byla navržena v roce 1963 Čs. společností tělovýchovného lékařství: Vyšetřovaná osoba začíná test z výchozí pozice – jedna noha na stupínku, druhá na zemi. Vystupování a sestupování probíhá tak, že proband nohy na stupínku střídá. Jedna noha zůstává vždy na stupínku. Na něj vystupuje vyšetřovaný vzpřímeně, nesmí si pomáhat při výstupu rukama (např. oporou o stehna). Doba vystupování je stanovena na 5 minut frekvencí 30 výstupů za minutu. Rytmus výstupu určuje metronom s frekvencí 60 úderů za minutu, vystupuje se na každý druhý úder. Výška stupně je pro muže a dorostence 50 cm, pro ženy a dorostenky 45 cm a žactvo 30 cm. Srdeční frekvence se měří v sedě, a to vždy za 30ti sekundový úsek první, druhé a třetí minuty po ukončení zátěže. (Chrástek, 1964).

Index zdatnosti (IZ) se vypočítá podle vzorce:

$$IZ = \frac{\text{Doba}_{\text{cvič}} \text{ v}_{\text{sekundách}} \cdot 100}{\sum 3_{\text{hodnot}} \text{ SF} \cdot 2}$$

K hodnocení lze využít následující normy pro nesportující populaci (Martiník, 2007).

pod 55 bodů	- slabá tělesná zdatnost
55 – 64	- nízký průměr
65 – 79	- vysoký průměr
80 – 89	- zdatný
90 a více	- velmi zdatný

pro sportující populaci:

pod 80 bodů	- méně výkonný
81 – 100	- středně výkonný
101 – 120	- dobře výkonný
121 – 140	- velmi dobře výkonný
141 a více	- výborně výkonný

Percentilové normy uvádí Měkota (1983).

Výhodou výstupových testů je jejich snadná administrace, minimální materiální vybavení, časová nenáročnost i fakt, že výstup na vyvýšený stupeň patří mezi přirozené pohybové akty člověka. K nevýhodám lze přiřadit jejich omezenou reprodukovatelnost, nepřesnou kvantifikaci zátěže (Placheta, 1999) a problémům, které jsou obecně spojené s vyhodnocováním srdeční frekvence (citlivost na zdravotní stav, biorytmy, předchozí zatížení, psychoemoční zatížení) (Hnízdil, 2003). Z hlediska biomechanického jsou při vyšším stupni znevýhodněny osoby s nižší tělesnou výškou, u kterých musíme počítat s podhodnocením jejich aerobní kapacity na základě výsledků výstupového testu (Wood, 2001)

Tab. 16. Přehled vybraných modifikací výstupového testu

Název testu	Výška stupně cm	Čas vystupování (min)	Frekvence výstupu počet/min	Měření SF	Predikce VO _{max}	Reference
Harvard step test	45	max 5	30	1-1:30 2-2:30 3-3:30	ano	(Brouha, Heath and Graybel, 1943)
Tecumseh Step Test	20,3	3	24	30 sec po testu	ano	(McArdle et al., 2000)
Queen's College (McArdle) Step Test	41.3	3	muži 24 ženy 22	15 sec (5-20 po testu)	ano	(McArdle et al., 1991)

Chester step test	15 -30 dle úrovně TO	do 80% SF _{max} nebo 14 RPE	15 na úvod pak zrychlení každé 2 min o 5	v půběhu		(Sykes and Roberts, 2004) (Buckley et al., 2004)
Balke step test	2-50 zvýšení každou min. o 2	do odmítnutí	30	ne	ano	(F J Nagle et al., 1965)
Kanadský „Home Fitness“ Step Test	2x 20,3	3	audio instrukce	10 sec (5-15 po testu)	ano	(Shephard et al., 1991)
YMCA 3-minute Step Test	30	3	24	0-60 sec po testu	ne	www.ymca.net
Astrand-Ryhming Step Test	muži 40 ženy 33	5	22,5	15-30 sec po testu	ano	(Marley and Linnerud, 1976)
Katch-McArdle Step Test	40	3	24/22	5-20 sec po testu	ano	(Pollock and Willmore, 1990)
Kasch Step test	30	3	24	60-75 sec po testu x4	ne	(Kasch et al., 1965) (Davis and Wilmore, 1979)
„2 Minute Step in Place Test“	není	2	individuální	ne	ne	(Jones and Rikli, 2002)

Poslední z uvedených testů v tabulce 16 není klasickým výstupovým testem. Je určen pro tu část populace, která nezvládne klasické výstupové testy. Předepsáno je zdvihání nohou v individuálním rytmu do výše středu mezi patelou a hrbolem kosti kyčelní. Tato výška je označena na zdi, proti níž testovaná osoba cvičí (Jones and Rikli, 2002).

6.2 Funkční (zátěžové) testy

Na rozdíl od motorických testů, jejichž obsahem je vlastní testovaná pohybová schopnost společně s elementy pohybové dovednosti je funkční diagnostika zaměřená na biologický základ testovaných skutečností, tj. funkčních a morfologický determinant testované osoby. Na rozdíl od výkonových testů je kromě výkonu monitorována a vyhodnocována také reakce organismu na zatížení. Kromě diagnostiky úrovně vytrvalostních schopností jsou tyto testy využívány v klinické praxi v rámci diagnostiky patologických jevů a hodnocení zdravotního stavu testovaných osob. Posuzujeme tedy odezvu a míru adaptace zdravých i nemocných osob na fyzické zatížení (Novotný, 2003). Funkční vyšetření pro vrcholové a výkonnostní sportovce jsou realizována v rámci specializovaných pracovišť. „V posledních letech se funkční vyšetření provádí spíše na pracovištích fakult tělesné výchovy a sportu a pedagogických fakult než na pracovištích medicínských“ (Máček a Radvanský, 2011).

Obecné předpoklady, z kterých tyto testy vycházejí:

1. Čím vyšší úroveň základní vytrvalosti má testovaná osoba, tím menší změny ve funkční odezvě organismu vyvolá zatížení v průběhu testu a tím rychleji se fyziologické funkce v době zotavení vrátí ke klidovým hodnotám.
2. Čím vyšší úroveň základní vytrvalosti má testovaná osoba, tím vyšší jsou maximální hodnoty fyziologický parametrů, které jsou ukazateli míry aerobního metabolismu (Měkota, 1983).
3. Čím nižší hodnoty spotřeby O_2 při submaximálních hodnotách intenzitách pohybu, tím vyšší je ekonomika pohybu.

Dělení zátěžových testů

Dle účelu můžeme dělit zátěžové testy v rámci funkčního vyšetření na *obecné funkční vyšetření* a *speciální testy pro určení trénovanosti* (Máček a Radvanský, 2011)

Obecná funkční vyšetření jsou vhodná pro ta sportovní odvětví, ve kterých je požadována z hlediska optimálního výkonu určitá úroveň obecné zdatnosti a kde aerobní kapacita organismu není hlavním

limitujícím faktorem pro konkrétní provozované sportovní odvětví. Test vychází z metodiky Mezinárodního biologického programu. Po rozcvičení je aplikován test *in vita maxima* pro zjištění maximálních parametrů testovaného. Měřeny jsou hodnoty SF_{max} , VE_{max} a VO_{2max} . Tento obecný test ukazuje na trénovatelnost, tedy schopnost zvládnout cyklické vytrvalostní sporty. Hodnota VO_{2max} pro vytrvalostní typy sportů u mužů je asi $75 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ a $65 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Máček and Radvanský, 2011)

Mezi **speciální testy pro určení trénovanosti** řadíme modelovou vytrvalostní zátěž, jejímž principem je zařazení submaximální zátěže, která je svým charakterem blízká závodnímu zatížení.

Do této kategorie patří i v posledních letech pravděpodobně nejčastěji prováděné zátěžové vyšetření – určení anaerobního prahu (Máček a Radvanský, 2011).

Podle místa provedení lze dělit zátěžové testy na *laboratorní* a *terénní*. Většinou je provedení těchto testů vázáno na standardní podmínky laboratoře. Za využití speciální mobilní vyšetřovací techniky lze uskutečnit vyšetření i v terénních podmínkách. Výhodou je tak autentičnost prostředí, ve kterém se poté odehrává i reálný sportovní výkon. Tuto výhodu může na druhé straně eliminovat fakt horší reproducibilita vyšetření vlivem nestejných přírodních podmínek.

Konkrétní protokoly zátěžových testů ovlivňují získané výsledky. Rozhodující úlohu přitom hraje intenzita, frekvence pohybů, trvání a typ tělesné zátěže. Neexistuje protokol ve formě „zlatého“ standardu a jednotlivá odborná pracoviště používají odlišné protokoly. Tato praxe má za následek existenci rozdílů výsledků, což často znemožňuje jejich srovnání (Placheta, 1996).

Další dělení zátěžových testů odvozujeme od použitého systému, s jehož využitím simulujeme terénní pohybovou aktivitu v kontrolovaných podmínkách laboratoře. Českým standardem je bicyklová ergometrie, americkým využití běhátko (Radvanský, 2005). V současnosti se využití „bipedální lokomoce“ (Kučera, 1999) na běhátku rozšiřuje i v našich podmínkách.

Bicyklová ergometrie

Základní typy protokolů zátěžových testů (Placheta, 1999).

- jednostupňový test – kontrolní metoda s délkou až několika desítek minut
- stupňovaný test – s přestávkami (1-2 min přestávky např. pro odběr krve)
- stupňovaný test – bez přestávek (angl. „step“ test)
- test s kontinuálním zvyšováním zátěže (angl „ramp test“)
- kombinovaný test (různé varianty výše uvedených testů)
- speciální protokoly (např. test W170)

Z naší zkušenosti potvrzujeme závěry Radvanského (2005), že ergometr pro vyšetření vrcholových sportovců musí být konstruován tak, aby v maximu bylo možné pracovat na zátěži 600 – 700W. Maximální hodnoty naměřené na našem pracovišti v rámci stupňovitého protokolu od 60 W (30W každou minutu) byly na úrovni 700 W po dobu 1 min.

Kliková ergometrie

Protokoly jsou obdobné jako u bicyklové ergometrie, medicína jej využívá u motoricky hendikepovaných pacientů. Ve sportovní praxi je vhodný pro zátěžové testy pro sportovní odvětví, jejichž pohybový obsah je determinován pohybovými schopnostmi horních končetin (plavání). Rozlišujeme jednoklikový (rumpál), nebo dvouklikový ergometr.

Mezi další typy ergometrů lze zařadit např. **veslařský, běžkařský** apod. Snahou je vždy maximální přiblížení skutečnému charakteru pohybové aktivity sportovce.

Pohyblivý pás („běhátko“)

Volitelné prvky motorizovaného běhátka jsou rychlost pásu (dle jednotlivých modelů cca do 30 kmh⁻¹), a nastavení sklon (až do 35°) Konstrukce tří základních typů protokolů vycházejí ze způsobu zvyšování intenzity zatížení v průběhu testu. Podle tohoto kritéria rozlišujeme tyto zátěžové protokoly:

- sklon pásu je neměnný, zvyšuje se rychlost
- nemění se rychlost, zvyšuje se sklon
- zvyšuje se rychlost pásu i sklon

Další parametry určující charakter jednotlivých zátěžových testů jsou: Délka trvání jednotlivých stupňů zátěže, úvodní rychlost běhu, vzestup intenzity v každém následujícím stupni zatížení.

U zátěžových testů se většinou tělesná zátěž zvyšuje postupně od velmi lehké přes střední po maximální. Během testu se sleduje reakce vybraných funkčních fyziologických ukazatelů (viz tab. 18). Postup vyšetření však není unifikován. Při využití bicyklové ergometrie je zátěž obvykle zvyšována ve vztahu k hmotnosti těla: např. počáteční zátěž je 0,5 (ženy) nebo 1,0 (muži) W na kg, zvyšuje se po 0,5 (1,0) W na kg. Modifikace vychází ze zkušeností konkrétního pracoviště a vyšetřujícího a z odhadu schopností vyšetřované osoby. (Máček, 1988). Odhad výkonnosti je možné provést na základě vstupní anamnézy nebo podle úrovně základních fyziologických parametrů ve fázi rozcvičení před samotným testováním.

Tab. 17. Vybrané funkční parametry hodnocené v průběhu zátěžového vyšetření

Srdeční frekvence
Dechová frekvence
Dechový objem
Dechová rezerva
Minutová ventilace
Využití kyslíku
Ventilační ekvivalent pro kyslík
Příjem kyslíku
Spotřeba kyslíku
Tepový kyslík
Výdej oxidu uhličitého
Poměr respirační výměny
Respirační kvocient
Hladina krevního laktátu

Trvání jednotlivých stupňů zátěže

Trvání zátěže na každém stupni závisí na účelu testování. Obvykle je dostačující doba tří minut na každém stupni, kdy je zhruba dosaženo rovnovážného stavu. Na konci každé třetí minuty se provádí registrace fyziologických parametrů. Jsou-li současně sledovány parametry výměny dýchacích plynů nebo ventilace, může být trvání zátěže na

každém stupni prodlouženo. Zůstává otázkou, zda je vhodné provádět mezi jednotlivými stupni zátěže pauzu, která vede k určitému zklidnění a vyžaduje delší iniciální fázi na dalším stupni zátěže. (Máček, 1988)

Celkové trvání zátěžového testu:

Krátkou dobu trvající zátěžové testy s rychlými změnami v přírůstcích intenzity jsou ukončeny dříve, než je získán dostatek informací. Naopak příliš dlouhé testy, počátkem na vyšších intenzitách zatížení nebo s malým zvyšováním zátěže, končí předčasně pro demotivaci nebo diskomfort vyšetřovaného spojený například s maskou nebo náustkem spirometrické aparatury. Vyšetření VO_{2max} u zdravých lidí umožňují nejlépe stupňované zátěžové testy, které jsou skončeny mezi 6. a 12. minutou od zahájení testu. Odlišné hodnoty VO_{2max} naměřené při jiném trvání testu jsou však zanedbatelné. (Wasserman et al., 2005)

6.3 Postupy stanovení hodnoty VO_{2max}

1. Metody přímého stanovení - diagnostika VO_{2max} resp. VO_{2peak}
2. Predikční rovnice na základě výsledků výkonových testů
3. Predikční rovnice bez zatížení

1. Přímé stanovení - spiroergometrie

Přesnou hodnotu VO_{2max} poskytne spiroergometrické vyšetření. V průběhu stupňovaného zátěžového testu jsou hodnoceny spiroergometrické parametry a hodnoty spotřeby kyslíku pomocí analyzátorů. Obecná forma testu vychází z metodiky Mezinárodního biologického programu (Máček a Radvanský, 2011). Toto vyšetření není v současné době již striktně omezeno na prostory laboratoře. Díky moderním mobilním spirometrickým analyzátorům je možné sledovat hodnoty spotřeby kyslíku a dynamiku výměny plynů při zátěži i v terénu (Mac Naughton, 2005).

2. Predikční rovnice na základě výsledků výkonových testů

U většiny testů globální vytrvalostní schopnosti, ať už terénních nebo laboratorních, stanovili autoři, popř. další výzkumníci v rámci standardizace testu vedle reliability i koeficient validity. V převážné míře je vztahována ke kritériu maximální spotřeby kyslíku. Predikčních rovnic existuje celá řada, častokrát k jednomu testovému protokolu i mnoho jednotlivých modifikací. Tyto predikční rovnice mohou poskytnout hrubou představu o maximální aerobní kapacitě organismu, vždy však musíme brát zřetel jejich limity výpovědní hodnoty.

Srovnávací studii hodnotící validitu sedmi testů vzhledem ke kritériu maximální spotřeby kyslíku publikoval Grant et al. (1999). V práci byly srovnávány Test na přímé určení VO_{2max} , Bruceho maximální a Bruceho 85% test na běhátku, Astrand-Ryhmingův test na bicyklovém ergometru, Legerův test, běh na 1, 5 míli, a Kanadský Aerobní Fitness step test. Všechny testy kromě posledního uvedeného vykázaly koeficient validity 0,8 nebo vyšší. Bruceho test a Astrand-Rhyming test vykazují koeficient validity nejvyšší mezi zkoumanými testy (Grant et al., 1999).

3. Predikční rovnice bez zatížení

Výpočet z hodnot srdeční frekvence.

Odhad hodnoty VO_{2max} vycházející z hodnot maximální (SF_{max}) a klidové (SF_{min}) srdeční frekvence publikoval kolektiv dánských výzkumníků (Uth, 2004).

$$VO_{2max} \text{ (ml/min/kg)} = 15 \frac{SF_{max}}{SF_{klid}}$$

6.4 Dělení testů dle převažujících energetických systémů

Další možná systematizace testů motorických schopností je podle účelu testování vzhledem k třem energetickým systémům zajišťující zdroj energie pro pracující organismus (Powers and Howley, 2007).

- testy ATP CP systému
- testy glykolytického systému
- testy aerobního systému

Diagnostika ATP-CP systému je spjata s problematikou rychlostních, popř. explozivně silových schopností. Vzhledem k časové definici rychlostní vytrvalosti (15-50 sec.) není tato komponenta v rámci konceptu vytrvalostních schopností testována. K dispozici je možnost detekce kyslíkového deficitu iniciální fáze. V počátku lehké nebo středně intenzivní tělesné zátěže nalézáme větší poměr deficitu kyslíku oproti jeho příjmu u osob s větší kapacitou ATP-CP (Novotný a Novotná, 2008). Toto měření je možné realizovat v rámci iniciální fáze spiroergometrického vyšetření.

Testy glykolytického systému jsou již jednoznačně spjaty se systémem vytrvalostních schopností. Zástupcem testů typu tzv. all-out je **Wingate test**. Hodnoceným výstupem tohoto testu je počet otáček s přednastavenou zátěží úměrnou hmotnosti těla v průběhu 30 sec usilovného šlapání na bicyklovém ergometru. Hodnocen je maximální a průměrný výkon počítaný z jednosekundových intervalů. Maximální výkon je dosažen v prvních 5 sekundách, průměrný výkon je odrazem anaerobní kapacity organismu. Hodnocen je také tzv. index únavy, který je generován jako procentuální podíl poklesu výkonu mezi začátkem a koncem testu. Z výsledku testu je možné nepřímo odhadovat poměrové zastoupení rychlých (IIa, IIb) a pomalých (I) vláken (Svědíík, 2010).

Běžecká varianta tohoto testu je známá pod názvem „**Běžecký anaerobní sprinterský test**“ v originále Running Anaerobic Sprint Test (RAST). Tento test řadíme do skupiny *intermitentních testů*. Testová procedura předepisuje 6 sprinterských úseků na vzdálenost 35 metrů s 10ti sekundovými přestávkami mezi jednotlivými sprinty. Je měřen čas (optimálně automaticky časovými branami) na každém sprinterském úseku. Pomocí vzorce $Výkon = 1125 \times \text{tělesná hmotnost} / \text{čas}^3$ je vypočítán výkon na každém jednotlivém úseku. Obdobně jako u Wingate testu je možno stanovit index únavy, maximální, minimální a průměrný výkon. Test – retest korelační koeficient 0,88 a signifikantní korelaci k výsledkům Wingate testu (maximální výkon

$r = 0,46$; průměrný výkon, $r = 0,53$; index únavy $r = 0,46$) uvádí ve své studii Zagato et al. (Zagatto et al., 2009)

Obdobnou variantu využívá Mezinárodní fotbalová federace FIFA v rámci testování rozhodčích kopané. Test FIFA pro rozhodčí a asistenty je uváděn pod názvem „**FIFA High-Intensity Fitness Test**“. Provedení testu spočívá v absolvování 6x 40m sprintu s intervalem odpočinku mezi úseky 90 sec. Je zaznamenán čas v každém běžeckém úseku. FIFA v rámci kvalifikačních testů předepisuje absolvovat každý z šesti úseků ve stanoveném limitu, viz. tab. 18.

Tab. 18. Normy testu pro rozhodčí FIFA testu „High Intensity Fitness Test“ (převzato <http://topendsports.com/trstiny/tests/fifa-interval-1-htm>)

Muži/úroveň	Časový limit
Mezinárodní rozhodčí	6,2
Mezinárodní asistent	6,0
Národní rozhodčí	6,4
Národní asistent	6,3
Ženy/úroveň	
Mezinárodní rozhodčí	6,6
Mezinárodní asistent	6,4
Národní rozhodčí	6,8
Národní asistent	6,6

7 Metody rozvoje vytrvalostních schopností

Vytrvalostní výkony jsou vždy závislé na činitelích, kterými jsou:

- a) ekonomika techniky prováděné sportovní aktivity
- b) způsob krytí energetických potřeb
- c) schopnost příjmu O_2
- d) optimální tělesná hmotnost
- e) úroveň volní koncentrace zaměřené na překonání příznaků únavy
- f) druh vytrvalosti vzhledem k typu prováděné pohybové či sportovní aktivity.

Převzato a upraveno dle Máčka a Radvanského (2011)

Rozhodujícími faktory anaerobní výkonnosti jsou:

1. Úroveň energetických zásob,
2. Schopnost mobilizovat tyto zásoby při kyslíkovém deficitu,
3. Schopnost udržet relativně stálé vnitřní prostředí respektive tolerovat jeho vysoké změny,
4. Schopnost svalových vláken pracovat při vysokých změnách vnitřního prostředí,
5. Svalová koordinace při těchto změnách.

Rozhodujícími faktory aerobní výkonnosti jsou:

1. VO_{2max} – maximální spotřeba kyslíku,
2. Velikost minutového srdečního objemu daného SF a tepovým objemem
3. Množstvím plazmy a červených krvinek.

Cílem aerobního tréninku je udržení a rozvoj fyziologické a pohybové způsobilosti pro déletrvající pohybovou činnost, tj. aerobní výkonnost – aerobní vytrvalost. Aerobní výkonnost je metabolicky určena schopností organismu produkovat energii oxidativními procesy štěpení cukrů a tuků. Podmiňuje pohybovou činnost trvající od cca 50 s až po několik hodin. Aerobní procesy spalování jsou metabolické reakce, při nichž se energie uvolňuje za přítomnosti kyslíku přijímaného z atmosférického vzduchu (difúzní kapacitou plic), který

je dopravován do činných svalů. Ve svalech probíhá aerobní štěpení a resyntéza ATP.

Aerobní výkonnost se obvykle posuzuje podle:

a) maximálního aerobního výkonu, jenž představuje mezní možnosti oxidativního metabolického systému ve smyslu maximální intenzity oxidativně produkované energie a jehož ukazatelem je maximální spotřeba kyslíku za minutu na kilogram tělesné hmotnosti – $\dot{V}O_{2\max}$ ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$),

b) aerobní kapacity, která představuje možnosti organismu v intenzitě produkce energie po delší dobu a jejímž ukazatelem je spotřeba kyslíku na úrovni anaerobního prahu za minutu na kilogram tělesné hmotnosti - $\dot{V}O_{2\text{ANP}}$ ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Oba limitující faktory vytrvalostního výkonu spolu do jisté míry souvisí, avšak vysoká úroveň jednoho z nich neznamena vysokou úroveň druhého" (Máček a Vávra, 1995).

Obecně platí:

intenzivní aktivita po několik sekund (15-20) vede k rozvoji svalové síly, k zesílení šlach a vazů, rozvoji rychlostní vytrvalosti,

intenzivní aktivita po dobu 1 min a opakování po 3 minutách klidu vede k rozvoji anaerobních procesů,

aktivita velkých svalových skupin se submaximální intenzitou po dobu 3-5 minut i intervaly klidu stejné délky vede k rozvoji maximálního aerobního výkonu,

aktivita submaximální a střední intenzity trvajících 30 min a více vede k většímu využití maximální spotřeby kyslíku.

Můžeme shrnout, že limitující faktory vytrvalostního výkonu na úrovni tkáňové jsou dány strukturálními a biochemickými předpoklady (poměr a počet bílých a červených svalových vláken, počet svalových mitochondrií, energetický metabolismus). Z metabolického hlediska je limitujícím faktorem kapacita energetického zásobení svalu a využití energetických substrátů ve svalových vláknech.

Metody rozvoje

Metody rozvoje vytrvalosti v podstatě dělíme na metody pro rozvoj lokální vytrvalosti a metody pro rozvoj globální vytrvalosti. U globální vytrvalosti pak používáme metody pro rozvoj rychlostní, krátkodobé a střednědobé vytrvalostní schopnosti do 10 min trvání zatížení a metody rozvoje typicky dlouhodobé vytrvalosti trvající až několik hodin.

Metodotvorní činitelé:

Intenzita zatížení či srdeční frekvence

Rychlost

Délka úseku

Počet úseků či počet opakování

Pauza mezi úseky či opakováním

Počet sérií

Pauza mezi sériemi

Charakter zotavných intervalů

Objem (km)

Metody pro rozvoj lokální vytrvalosti

Jsou vázány na oblast silových schopností a používají se metody s kombinovaným účinkem síly a vytrvalosti. Je to metoda silově vytrvalostní, opakovaných úsilí a kruhová. Použití metod musí odpovídat cílům rozvoje nebo přípravě na sportovní výkon.

Metoda silově vytrvalostní:

Počet opakování: 20 – 50 i více, obvyklé je dávkování až „do odmítnutí“.

Velikost odporu: 30 – 40% maxima

Rychlost pohybu: střední až pomalá.

Intenzita tréninku: je kontrolována pomocí monitorování srdeční frekvence, za účelem práce v optimálních tréninkových pásmech.

Metoda rozvíjí zejména: VYTRVALOSTNÍ SÍLU.

Podle konkrétních požadavků na aerobní nebo anaerobní krytí metabolických potřeb organismu modifikujeme intenzitu tréninku podle parametrů uvedených následující tabulce:

Tab. 19. Intenzita tréninku (viz text)

Zátěžový parametr	Anaerobní zaměření	Aerobní zaměření
Doba cvičení	do 60 -90 s	přes 60 – 90 s
Velikost zátěže	vyšší	nižší
Intenzita cvičení	vyšší	nižší
Interval odpočinku	1:2-4	1:1 i kratší

podle Dovalila, et al., (2002)

Příklad:

Leh sed opakovaně

Počet opakování: 40

Intenzita: 70 % maxima.

Interval odpočinku mezi opakováním: nulový

Počet sérií: 4

Interval odpočinku mezi sériemi: SF na 120-130 t.min⁻¹

Metoda opakovaných úsilí (kulturistická)

Počet opakování v jednom pokusu se volí podle velikosti odporu 8 až 15 krát – pro danou hmotnost břemene však nemusí být počet opakování maximální. V praxi existují podle počtu opakování a velikostí odporu různé varianty známé pod označením metoda progresivně narůstajícího odporu nebo metoda pyramidová (pyramida vzestupná či sestupná a jejich kombinace). Obvykle základní schéma poslední jmenované metody znamená postupné zvyšování hmotnosti břemen při současném snižování počtu opakování a naopak. V některých případech se při tom dochází až k opakovacímu maximu jedna.

Velikost odporu je 80 – 60 % maxima

Rychlost pohybu je střední až pomalá.

Intenzita tréninku je kontrolována pomocí monitorování srdeční frekvence, za účelem práce v optimálních tréninkových pásmech.

Dlouhodobá aplikace metody vede ke značné hypertrofii svalu. Metoda umožňuje aplikaci odporu v závodních a speciálních cvičeních, vedle přírůstku silového potenciálu dochází i ke zlepšení nervosvalové koordinace.

Metoda rozvíjí především VYTRVALOSTNÍ SÍLU.

Tab. 20. Počet opakování - maximální zátěž uvedená v %.

Počet opakování	Maximální zátěž	Počet opakování	Maximální zátěž
1	1	11	0,723
2	0,943	12	0,703
3	0,906	13	0,688
4	0,881	14	0,675
5	0,856	15	0,662
6	0,831	16	0,650
7	0,807	17	0,638
8	0,786	18	0,627
9	0,765	19	0,616
10	0,744	20	0,606

Převzato Máček a Radvanský (2001)

Příklad:

Tlak soupažný v lehu na rovné lavici (princip pyramidy). Cvičenec si naloží na činku tolik, aby s maximálním úsilím vykonal deset opakování. V dalších sériích zvýší hmotnost činky tak, aby vykonal postupně 7, 5, 3, 1 opakování. Poté hmotnost činky opět snižuje, až dosáhne opět počtu deseti opakování (3, 5, 7, 10).

Intenzita: střední

Počet opakování: 10

Přestávka mezi opakováním: 3, 3, 2, 2, 2, 2, 3, 3

Počet sérií: 1

Metoda kruhová:

Využívá principy metody silově vytrvalostní. Jedná se spíše o organizační formu. Posilovací cvičení se mají volit tak, aby docházelo k postupnému a střídavému zatěžování různých svalových skupin. Podle předem stanoveného pořadí se prochází různými stanovišti – vhodný počet je 6 – 12 stanovišť. Délka cvičení se vyjadřuje časem nebo počty opakování. Metoda umožňuje dobré stupňování zatížení celkovým počtem okruhů (sérií) 1 – 4, zvyšováním velikosti odporu

při cvičení či intenzity a rovněž manipulací s intervaly odpočinku mezi cvičením.

Metoda rozvíjí VYTRVALOSTNÍ SÍLU.

Příklad:

- a) Kliky ve vzporu ležmo, 4 série, 10 opakování.
- b) Shyby na hrazdě, 3 série, 6 opakování.
- c) Kliky mezi dvěma stoličkami, 4 série, 10 opakování.
- d) Leh – sed, 3 série, 15 opakování.
- e) Dřepy, 4 série, 10 opakování.
- f) V předklonu otáčení trupem, činka na ramenou, 4 série, 20 o.
- g) Sklapovačky, 3 série, 15 opakování.

Intenzita: střední

Počet opakování: 6 – 20 (viz a - g)

Přestávka mezi opakováním: 2 minuty

Počet okruhů (sérií): 3

Přestávka mezi sériemi: 2 minuty

Metody pro rozvoj globální vytrvalosti

Použití metod musí odpovídat cílům rozvoje nebo přípravě na sportovní výkon

1. Metody intervalové - u intervalových metod jde o střídání fází zatížení a odpočinku, resp. zotavení, přičemž intervaly odpočinku neslouží k plnému zotavení.

Krátkodobé intervaly – intenzivní (pracují s kratšími intervaly zatížení)

Střednědobé intervaly – extenzivní, intenzivní

Dlouhodobé intervaly – extenzivní (vyznačují se delšími intervaly zatížení).

2. Metody kontinuální

Souvislá metoda – extenzivní, intenzivní

Střídavá metoda

Fartleková metoda

3. Metody opakovací

Krátkodobé

Střednědobé

Dlouhodobé

1. Metody intervalové

Krátkodobé intervaly – intenzivní

Intervaly zatížení: 5 - 20 s., délka úseku 30-150 metrů

Intenzita cvičení: 95 – 100 % maxima

Počet opakování: 5 -20

Interval odpočinku: 1: 3-5, (poměr zatížení a zotavení)

Počet sérií: 3 – 5

Interval odpočinku mezi sériemi: 5 – 10 min.

Objem: 3 km

Střednědobé intervaly – intenzivní

Intervaly zatížení: 20 -60 s., délka úseku 80 - 500 metrů

Intenzita cvičení: 90 – 100 % maxima

Počet opakování: 10 - 40

Interval odpočinku: 1: 3-4, (poměr zatížení a zotavení)

Počet sérií: 1 – 5

Interval odpočinku mezi sériemi: 5 – 10 min.

Objem: 10 km

Střednědobé intervaly – extenzivní

Intervaly zatížení: 1 – 8 min., délka úseku 800 - 2500 metrů

Intenzita cvičení: 85 - 90 % maxima

Počet opakování: 9 - 15

Interval odpočinku: 1: 1-2, (poměr zatížení a zotavení)

Počet sérií: 1 – 2

Interval odpočinku mezi sériemi: 5 – 10 min.

Objem: 10 km

Charakter výkonu: aerobně - anaerobní

Dlouhodobé intervaly – extenzivní

Intervaly zatížení: 8 – 15 min., délka úseku 2000 - 5000 metrů

Intenzita cvičení: : 75 - 90 % maxima

Počet opakování: 2 - 9
Interval odpočinku: 1: 1, (poměr zatížení a zotavení)
Počet sérií: 1 – 2
Interval odpočinku mezi sériemi: 10 min.
Objem: 12 km
Charakter výkonu: aerobní

2. Metody kontinuální

Souvislá metoda – intenzivní

Intervaly zatížení: 30 – 60 min.
Intenzita cvičení: : 65 – 85 % SF_{max}
Objem: 10 km
Charakter výkonu: aerobní

Souvislá metoda – extenzivní

Intervaly zatížení: 30 – 90 min.
Intenzita cvičení: : 65 – 75 % SF_{max}
Objem: 10 km
Charakter výkonu: aerobní

Střídavá metoda – změna rychlosti běhu či změna intenzity pohybové činnosti

Intervaly zatížení: 30 min.
Intenzita cvičení: Srdeční frekvence 130 – 140 $t.min^{-1}$ a na hranici ANP (160 – 180 $t.min^{-1}$)
Poměr úseků: 1:1, 1:2
Objem: 8 - 10
Forma: pravidelné střídání úseků

Fartleková metoda – běh vykonávaný na základě subjektivních pocitů a představ cvičence a profilu terénu.

Klasický – obsah fartleku není předem určen, intenzitu si určuje sám sportovec podle subjektivních pocitů. Je však nutné, aby došlo také na dostatečný počet intenzivních úseků.

Řízený – trenérem jsou stanovena speciální cvičení nebo úseky, které se musí sportovec absolvovat, čas a místo není určeno

3. Metody opakovací

Mezi opakované zatížení se zařazují přestávky, které vedou k úplné regeneraci organismu

Krátkodobé opakovací metody

Intervaly zatížení: 15 - 60 metrů

Intenzita cvičení: 95 - 100 % maxima

Počet opakování: 3 - 20

Interval odpočinku: 2 – 5 min.

Počet sérií: 1 – 3

Interval odpočinku mezi sériemi: SF 120 – 130 t.min⁻¹

Střednědobé opakovací metody

Intervaly zatížení: 200 - 1000 metrů

Intenzita cvičení: 90 - 95 % maxima

Počet opakování: 2 - 10

Interval odpočinku: 3 – 10 min.

Počet sérií: 1 – 2

Interval odpočinku mezi sériemi: SF 120 – 130 t.min⁻¹

Dlouhodobé opakovací metody

Intervaly zatížení: Délka úseku 1000 – 5000 metrů

Intenzita cvičení: úroveň ANP

Počet opakování: 2 - 5

Interval odpočinku: 3 – 10 min.

Počet sérií: 1 – 2

Interval odpočinku mezi sériemi: SF 120 – 130 t.min⁻¹

Metody pro rozvoj rychlostní vytrvalosti

Rozvoj rychlostně vytrvalostní schopnosti

Pojetí rychlostní vytrvalosti úzce souvisí s rychlostí jako pohybovou schopností. Zatímco rychlost spojujeme s nejvyšší možnou intenzitou, rychlostní vytrvalost je dána dobou udržení maximální intenzity, případně opakováním pohybové činnosti na úrovni dané intenzity (blízké maximální).

Rychlostně vytrvalostní výkon je závislý na množství svalového glykogenu, jehož rozpad je spojen se změnou fosforylázy b formy na a (vysoce aktivní) vlivem hormonu adrenalinu. Rychlostní vytrvalost lze rozvíjet metodou intervalovou a metodou opakovací.

Metody intervalové pro rozvoj rychlostně vytrvalostní schopnosti

Intervaly zatížení: od 20 do 60 s.

Intenzita cvičení: 90 – 100 %, vždy co možná nejvyšší pro danou dobu zatížení.

Počet opakování: 4 – 25

Interval odpočinku: 2 – 5 min, podle délky práce v poměru k odpočinku 1:2(3)

Počet sérií: 4 – 6

Interval odpočinku mezi sériemi: 2 – 5 min.

Odpočinek by měl mít vždy aktivní charakter (intenzita zatížení nižší než 50 % VO_{2max}) a jestliže tepová frekvence na konci cvičení dosahuje téměř maximálních hodnot (kolem 180 tepů.min⁻¹), po zotavení by měla poklesnout na úroveň kolem 130 tepů.min⁻¹, což je dolní hranice, ve které se ještě zachovává velký systolický objem srdeční. Tato metoda ovlivňuje kardiorepirační systém i ve fázi zotavení, a to v důsledku vzniku O_2 deficitu, resp. zotavovacího kyslíku, kdy aerobní procesy jsou aktivizovány k odbourávání produktů glykolýzy. Zlepšují se přitom nejen ukazatele kardiorepiračního systému, ale také oxidativní potenciál kosterních svalů, čehož důsledkem je vyšší hodnota VO_{2max} . Doporučuje se také opakovaně průběžně kontrolovat hladinu kyseliny mléčné v krvi vzhledem k optimalizaci intervalů zatížení a odpočinku, aby od samého počátku nedocházelo k nadměrné akumulaci kyseliny mléčné ve svalu a k předčasné únavě organismu.

Rozvoj rychlostní vytrvalosti je nejvíce ovlivňován při následujícím intervalovém zatížení

Intervaly zatížení: 5 - 20 s.

Intenzita cvičení: maximální

Počet opakování: 15 -20

Interval odpočinku: 1:4, (poměr zatížení a zotavení)

Počet sérií: 5 – 10

Intervalu odpočinku mezi sériemi: 5 – 10 min.

Tato intervalová metoda má některé charakteristické znaky shodné se zatížením používaným pro rozvoj rychlostních schopností. Zásadní rozdíly, ale existují v intervalu odpočinku a počtu opakování. V případě rychlosti se při opakování pohybové činnosti volí delší odpočinek, zabezpečující potřebné kvalitnější zotavení, čímž se ovlivňuje dosažitelná úroveň intenzity v následující pohybové činnosti. Pro rozvoj rychlostní vytrvalosti se však limitovaný odpočinek jeví jako nutnost.

Zatímco u rychlostního zatížení je moment, kdy při opakování již nelze maximální intenzitu udržet, signálem k ukončení pohybové činnosti, při rozvíjení rychlostní vytrvalosti se má ve snaze o vysokou intenzitu pohybové činnosti pokračovat. I když faktická rychlost dosahovaná za těchto podmínek bude klesat, souhrnně se toto zatížení projeví ve zvyšování úrovně rychlostní vytrvalosti.

Žádoucí rozvoj rychlostní vytrvalosti vyžaduje, aby se průběžně věnovala pozornost i rozvoji potřebné úrovně silové vytrvalosti a doplňkově i zlepšení krátkodobé a částečně i střednědobé vytrvalosti.

Metody opakovací pro rozvoj rychlostně vytrvalostní schopnosti

Intervaly zatížení: od 20 do 60 s.

Intenzita cvičení: 90-100 %, vždy co možná nejvyšší pro danou dobu zatížení.

Počet opakování: 4 – 25

Interval odpočinku: 2 – 5 min, tak, aby vedl k úplné regeneraci organismu

Počet sérií: 4 – 6

Intervalu odpočinku mezi sériemi: 2 – 5 min, tak, aby vedl k úplné regeneraci organismu

Krátkodobé opakovací metody pro rozvoj rychlostně vytrvalostní schopnosti

Intervaly zatížení: 15 - 60 m (délka úseků)

Intenzita cvičení: 95 - 100 % maxima, vždy co možná nejvyšší pro danou dobu zatížení.

Počet opakování: 3 – 20

Interval odpočinku: 2 – 5 (7) min., tak, aby vedl k úplné regeneraci organismu

Počet sérií: 1 – 3

Intervalu odpočinku mezi sériemi: 2 – 7 min, tak, aby vedl k úplné regeneraci organismu

U opakovacích metod se mezi opakované zatížení zařazují přestávky, které vedou k úplné regeneraci organismu

Metody pro rozvoj krátkodobé vytrvalosti

Krátkodobá vytrvalost souvisí především s aktivizací LA systému, ale při kontinuitě energetických systémů je zřejmé, že krátkodobá vytrvalost závisí také na rychlostní (ATP-CP systém) a střednědobé vytrvalosti (z části O₂ systém) i silové vytrvalosti. Úroveň těchto schopností se v krátkodobé vytrvalosti projevuje nepřímě. Z psychologického hlediska jsou intervalové metody tréninku krátkodobé vytrvalosti značně náročné, neboť vyžadují opakované velmi silné volní úsilí, nasazované v podmínkách nedokončeného zotavení. Překonání subjektivní potíží patří k nejvýznamnějším charakteristikám. Zařazování těchto metod u mladšího a staršího školního věku není vhodné.

Všechny metody rozvoje krátkodobé vytrvalosti stavějí na střídání vysoce intenzivního zatížení se zotavením. Záměrem tohoto intervalového zatížení je, aby svalstvo zúčastněné na pohybové činnosti pracovalo i přes velký obsah laktátu.

Doba zatížení odpovídá poznatkům o změnách aktivace LA systému, tedy od 15 s až ke 2 minutám. Přičemž podle nejnovějších výzkumů vrcholí anaerobní glykolýza u maximálních výkonů dříve oproti dosud uváděným hodnotám. Intenzita pohybové činnosti je definována jako relativně maximální, což znamená co nejvyšší a poměrně stálá (které je možné v daném časovém intervalu dosáhnout a po jeho celou dobu udržet). Ve vztahu k absolutně nejvyšší možné intenzitě to představuje 85-90 % maxima. Zatížení je výrazně anaerobní s velikým kyslíkovým deficitem, tepová frekvence přesahuje hranici 180 tepů/min až k maximálním hodnotám. Intervaly odpočinku jsou doporučovány konstantní nebo postupně zkracované, s charakterem aktivní činnosti.

1. Metody intervalové pro rozvoj krátkodobé vytrvalosti

Metoda krátkodobých intervalů

Intervaly zatížení: 15 s. – 2 min.

Intenzita cvičení: relativně maximální 85-95 %

Počet opakování: podle zvolené délky zatížení 10 - 20

Interval odpočinku: 1 : 3 nebo postupně zkracovaný 6 – 4 – 2 min.

Charakter odpočinku: lehce aktivní

Počet sérií: 1

V rámci rozvoje krátkodobé vytrvalosti rozlišují někteří autoři stimulaci anaerobního výkonu a anaerobní kapacity (Dovalil, 2002).

Anaerobní výkon je spojován s pohybovou činností relativně maximální intenzity a krátkého trvání (do 45 sec) a jeho pokles v čase je pak chápán jako anaerobní kapacita (Dovalil, 2002).

Diferenciaci metod s ohledem na stimulaci anaerobního výkonu (množství energie na jednotku času) a anaerobní kapacity (fungování anaerobních procesů v čase) zohledňují následující příklady metod:

Stimulace anaerobního výkonu:

Intervaly zatížení: 15 s. – 45 s.

Intenzita cvičení: relativně maximální 85-95 %

Počet opakování: podle poklesu intenzity

Interval odpočinku: 5 – 20 min.

Charakter odpočinku: méně aktivní

Počet sérií: 1

Stimulace anaerobní kapacity:

Intervaly zatížení: 45 s – 3 min.

Intenzita cvičení: relativně maximální 85-95 %

Počet opakování: podle poklesu intenzity

Interval odpočinku: 2 – 8 min.

Charakter odpočinku: aktivní

Počet sérií: 1

Převzato a upraveno (Praded 1996, in Dovalil, 2002)

Metody opakovací pro rozvoj krátkodobé vytrvalosti

Intervaly zatížení: od 20 do 120 s.

Intenzita cvičení: 90-100 %, vždy co možná nejvyšší pro danou dobu zatížení.

Počet opakování: 4 – 25

Interval odpočinku: 2 – 5 min, tak, aby vedl k úplné regeneraci organismu

Počet sérií: 4 – 6

Intervalu odpočinku mezi sériemi: 2 – 5 min, tak, aby vedl k úplné regeneraci organismu

U opakovacích metod se mezi opakované zatížení zařazují přestávky, které vedou k úplné regeneraci organismu

Krátkodobé opakovací metody pro rozvoj krátkodobé vytrvalosti

Intervaly zatížení: 50 - 200 m (délka úseků)

Intenzita cvičení: 90 - 100 % maxima, vždy co možná nejvyšší pro danou dobu zatížení.

Počet opakování: 3 – 20

Interval odpočinku: 2 – 5,(7) min., tak, aby vedl k úplné regeneraci organismu

Počet sérií: 1 – 3

Intervalu odpočinku mezi sériemi: 2 – 7 min, tak, aby vedl k úplné regeneraci organismu

Rozvoj střednědobé a dlouhodobé vytrvalostní schopnosti

Sportovní výkony, jejichž základem je dlouhodobá a střednědobá vytrvalost, trvají od 3 minut po několik hodin. V těchto motorických schopnostech se rozhodujícím způsobem uplatňuje O₂ systém, energie se získává aerobním způsobem. Při dlouhodobých zatíženích se spotřeba O₂ zajišťuje převážně aerobním způsobem, zatímco při střednědobých zatíženích je sice aerobní způsob základní, ale s rostoucí intenzitou se zvyšuje podíl anaerobních procesů (při 10 minutovém zatížení činí asi 20%, ale při 2 minutovém asi 60%).

Z hlediska aplikace metod závěry experimentálních výzkumů a zkušeností z tréninkové praxe potvrzují, že nelze preferovat určitou metodu ani není vhodné používat trvale jen jednu metodu. Žádoucích výsledků lze dosáhnout střídáním metod a jejich kombinováním. Přesné informace, v jakém poměru, však nejsou známy. Je nutno

vycházet z požadavků sportu, časových možností, věku, tréninkového období.

Dlouhodobý vytrvalostní výkon je spojen s aktivací klidového metabolismu. Z hlediska optimální varianty zatěžování nám jde o to, aby intenzita cvičení byla vzhledem k hodnotě VO_{2max} co nejvyšší, ale současně produkce kyseliny mléčné a tím změny ve vnitřním prostředí byly minimalizovány. Těmto požadavkům se blíží intenzita na úrovni anaerobního prahu.

1. Metody intervalové pro rozvoj střednědobé a dlouhodobé vytrvalostní schopnosti

Krátkodobé intervaly – intenzivní

Intervaly zatížení: 5 – 20 s., délka úseku 30-150 metrů

Intenzita cvičení: 95 – 100 % maxima

Počet opakování: 5 – 20

Interval odpočinku: 1: 3, (poměr zatížení a zotavení)

Počet sérií: 3 – 5

Intervalu odpočinku mezi sériemi: 5 – 10 min.

Objem: 3 km

Střednědobé intervaly – intenzivní

Intervaly zatížení: 20 – 60 s., délka úseku 80 - 500 metrů

Intenzita cvičení: 90 – 100 % maxima

Počet opakování: 10 - 40

Interval odpočinku: 1: 3, (poměr zatížení a zotavení)

Počet sérií: 1 – 5

Intervalu odpočinku mezi sériemi: 5 – 10 min.

Objem: 10 km

Střednědobé intervaly – extenzivní

Intervaly zatížení: 1 – 8 min., délka úseku 80 - 2500 metrů

Intenzita cvičení: 85 - 90 % maxima

Počet opakování: 9 - 15

Interval odpočinku: 1: 1-2, (poměr zatížení a zotavení)

Počet sérií: 1 – 2

Intervalu odpočinku mezi sériemi: 5 – 10 min.

Objem: 10 km

Dlouhodobé intervaly – extenzivní

Intervaly zatížení: 8 – 15 min., délka úseku 2000 - 5000 metrů

Intenzita cvičení: : 75 - 90 % maxima

Počet opakování: 2 - 9

Interval odpočinku: 1: 1, (poměr zatížení a zotavení)

Počet sérií: 1 – 2

Intervalu odpočinku mezi sériemi: 10 min.

Objem: 12 km

Jsou charakterizovány plánovitým členěním pohybové činnosti požadované intenzity na fázi zatížení a zotavení. Intervaly odpočinku neumožňují plné zotavení.

Původní intervalová metoda:

Intervaly zatížení: 90 s.

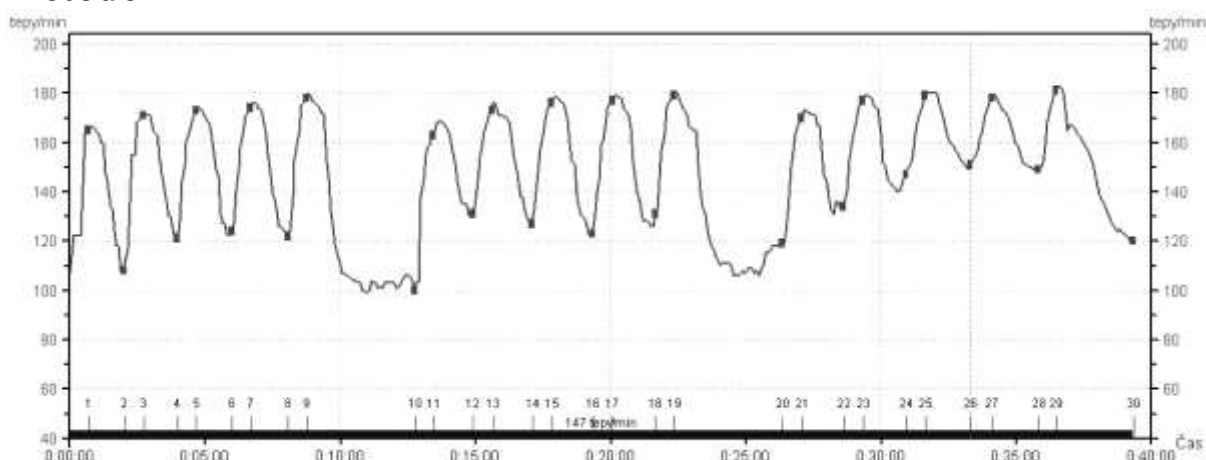
Intenzita cvičení: Srdeční frekvence na konci cvičení kolem 180 t.min⁻¹.

Počet opakování: cvičení ukončit, je-li na konci konstantního zotavného intervalu SF vyšší než 140 t.min⁻¹.

Interval odpočinku: nejvýše 90 s., do poklesu SF na 140 t.min⁻¹

Charakter odpočinku: aktivní

Obr. 18. Záznam srdeční frekvence při původní intervalové metodě



Tato "klasická" intervalová metoda ovlivňuje značně dýchací procesy, rozvoj srdečního svalu a aerobní výměnu ve tkáních. Projevuje se to poměrně rychlým zlepšováním VO_{2max} , ale zdá se, že dosažení zlepšení vytrvalostních schopností pouze touto metodou není příliš stabilní.

Švédská metoda (Saltin-Astrandova):

Intervaly zatížení: 3 – 5 min.

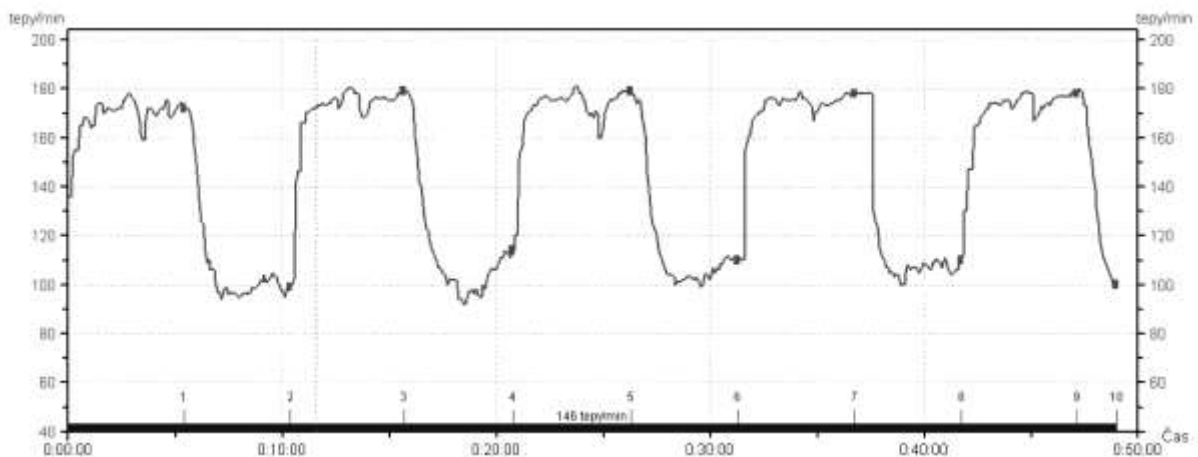
Intenzita cvičení: relativně maximální, tj. taková, která se blíží maximu intenzity pro daný interval zatížení (co nejvyšší, ale současně taková, aby bylo zatížení ve stanoveném intervalu možné absolvovat rovnoměrně bez výkyvů).

Počet opakování: nelze-li danou intenzitu v dalších opakováních udržet, cvičení ukončit.

Interval odpočinku: 3-5 min.

Charakter odpočinku: aktivní

Obr. 19. Záznam srdeční frekvence při intervalové švédské metodě



Vzhledem k tomu, že činnost v tomto režimu probíhá za vysoké spotřeby kyslíku po delší dobu, je aerobní výkon mohutně stimulován a rozvíjen na vysokou úroveň.

Pro stejné účely je někdy doporučována i **varianta velmi krátkých intervalů**:

Intervaly zatížení: 10-15 s.

Intenzita cvičení: dle % VO_{2max} nadkritická – absolutně vysoká: - submax. až maxim.

Počet opakování: po dobu 20-30 min.

Interval odpočinku: 10-15 s.

Charakter odpočinku: pasivní

Jedná se o několikasekundovou činnost střídanou stejně dlouhými intervaly odpočinku. Vysoká intenzita má vést k tomu, aby pohybová činnost byla zabezpečována opakovanou aktivací ATP-CP systému tak, aby nedocházelo k produkci laktátu (v případě prodloužení cvičení se laktát objevuje). Účinek zatížení tohoto typu se projevuje jak ve směru anaerobním, tak i ve směru aerobním.

V kapitole jsme se zmínili o anaerobním prahu a intenzitě zatížení na jeho úrovni. Pro rozvoj na úrovni této intenzity je využívána **metoda dlouhodobých intervalů**:

Intervaly zatížení: 8-20 min.

Intenzita cvičení: na úrovni ANP.

Počet opakování: podle trénovanosti cvičence či sportovce.

Interval odpočinku: 6-10 (15) minut.

Charakter odpočinku: aktivní.

2. Metody kontinuální pro rozvoj střednědobé a dlouhodobé vytrvalostní schopnosti

Pod tímto pojmem se obecně chápe pohybová činnost absolvovaná souvisle bez přerušení, déle než 20-30 minut, intenzita zatížení je nižší. To znamená, že pohybová činnost probíhá téměř výlučně nebo v převažujícím aerobním režimu.

Základní parametry jsou:

Doba trvání: 30 minut a více.

Intenzita zatížení: 130-170 tepů/min (50-70 % VO_{2max}).

Minimální hranice intenzity by neměla klesnout pod 130 tepů/min, tj. přibližně pod 50 % VO_{2max}).

Souvislá metoda – intenzivní

Intervaly zatížení: 30 – 60 min.

Intenzita cvičení: : 65 – 85 % SF_{max}

Objem: 10 km

Souvislá metoda – extenzivní

Intervaly zatížení: 30 – 90 min.

Intenzita cvičení: : 65 – 75 % SF_{max}

Objem: 10 km

Střídavá metoda – změna rychlosti běhu či změna intenzity pohybové činnosti

Intervaly zatížení: 30 min.

Intenzita cvičení: Srdeční frekvence 130 – 140 $t.min^{-1}$ na hranici ANP (160 – 180 $t.min^{-1}$)

Poměr úseků: 1:1, 1:2

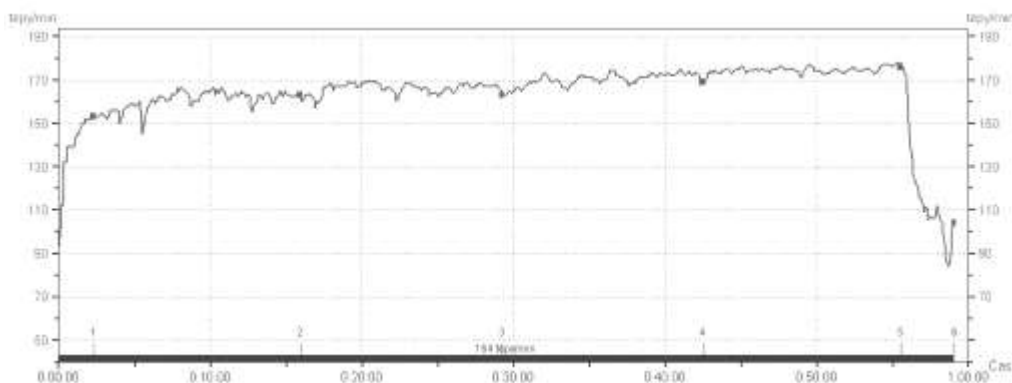
Objem: 8 – 10 km

Fartleková metoda – běh vykonávaný na základě subjektivních pocitů a představ cvičence a profilu terénu.

Klasický – obsah fartleku není předem určen

Řízený – jsou stanovena speciální cvičení nebo úseky, které se musí absolvovat, čas a místo není určeno

Obr. 20. Záznam srdeční frekvence běžecského tréninku s využitím souvislé metody



3. Metody opakovací pro rozvoj střednědobé a dlouhodobé vytrvalostní schopnosti

Rovněž u rozvoje střednědobé a dlouhodobé vytrvalostní schopnosti můžeme použít opakovací metody, což znamená, že mezi opakované zatížení se zařazují přestávky, které vedou k úplné regeneraci organismu.

a) Krátkodobé opakovací metody

Intervaly zatížení: 15 - 60 metrů

Intenzita cvičení: 90 - 95 % maxima

Počet opakování: 2 - 10

Interval odpočinku: 3 – 10 min.

Počet sérií: 1 – 2

Intervalu odpočinku mezi sériemi: SF 120 – 130 t.min⁻¹

b) Střednědobá opakovací metoda

Intervaly zatížení: 200 - 1000 metrů

Intenzita cvičení: 90 - 95 % maxima

Počet opakování: 2 - 10

Interval odpočinku: 3 – 20 min.

Počet sérií: 1 – 2

Intervalu odpočinku mezi sériemi: SF 120 – 130 t.min⁻¹

c) Dlouhodobé opakovací metody

Intervaly zatížení: Délka úseku 1000 – 5000 m

Intenzita cvičení: úroveň ANP

Počet opakování: 2 - 5

Interval odpočinku: 3 – 10 min.

Počet sérií: 1 – 2

Intervalu odpočinku mezi sériemi: SF 120 – 130 t.min⁻¹

8 Normy

Tab 21. Normy zdatnosti podle maximálního příjmu kyslíku - VO_{2max} (ml min kg^{-1}) Převzato (POLAR, 2008)

MUŽI	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	65+
	let	Let	let	let	let	let
vynikající	>60	>56	>51	>45	>41	>37
velmi dobrá	52-60	49-56	43-51	39-45	36-41	33-37
nadprůměrná	47-51	43-48	39-42	35-38	32-35	29-32
průměrná	42-46	40-42	35-38	32-35	30-31	26-28
podprůměrná	37-41	35-39	31-34	29-31	26-29	22-25
slabá	30-36	30-34	26-30	25-28	22-25	20-21
velmi slabá	<30	<30	<26	<25	<22	<20
ŽENY	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	65+
	let	Let	let	let	let	let
vynikající	>56	>52	>45	>40	>37	>32
velmi dobrá	47-56	45-52	38-45	34-40	32-37	28-32
nadprůměrná	42-46	39-44	34-37	31-33	28-31	25-27
průměrná	38-41	35-38	31-33	28-30	25-27	22-24
podprůměrná	33-37	31-34	27-30	25-27	22-24	19-22
slabá	28-32	26-30	22-26	20-24	18-21	17-18
velmi slabá	<28	<26	<22	<20	<18	<17

Tab 22. Normy pro test Vytrvalostní člunkový běh na 20 metrů. Data ze severočeského regionu (Hnízdil, 2011)

Dívky

Dívky 6 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-0.25
Podprůměrný	0.26-1.25
Průměrný	1.26-2.25
Nadprůměrný	2.26-3.25
Výrazně nadprůměrný	3.26-

Dívky 7 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-0.50
Podprůměrný	0.51-1.50
Průměrný	1.51-2.50
Nadprůměrný	2.51-3.50
Výrazně nadprůměrný	3.51-

Dívky 8 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-1.00
Podprůměrný	1.01-2.00
Průměrný	2.01-3.00
Nadprůměrný	3.01-4.00
Výrazně nadprůměrný	4.1-

Dívky 9 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-1.25
Podprůměrný	1.26-2.50
Průměrný	2.51-3.75
Nadprůměrný	3.76-5.00
Výrazně nadprůměrný	5.01-

Dívky 10 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-1.50
Podprůměrný	1.51-3.00
Průměrný	3.01-4.25
Nadprůměrný	4.26-5.75
Výrazně nadprůměrný	5.76-

Dívky 11 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-1.50
Podprůměrný	1.51-3.00
Průměrný	3.01-4.50
Nadprůměrný	4.51-6.00
Výrazně nadprůměrný	6.01-

Dívky 12 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-1.75
Podprůměrný	1.76-3.50
Průměrný	3.51-5.00
Nadprůměrný	5.01-6.50
Výrazně nadprůměrný	6.51-

Dívky 13 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-1.75
Podprůměrný	1.76-3.50
Průměrný	3.51-5.25
Nadprůměrný	5.26-7.00
Výrazně nadprůměrný	7.01-

Dívky 14 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-2.00
Podprůměrný	2.01-3.75
Průměrný	3.76-5.50
Nadprůměrný	5.51-7.25
Výrazně nadprůměrný	7.26-

Dívky 15 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-2.00
Podprůměrný	2.01-3.75
Průměrný	3.76-5.50
Nadprůměrný	5.51-7.25
Výrazně nadprůměrný	7.26-

Chlapci

Chlapci 6 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-0.50
Podprůměrný	0.51-1.50
Průměrný	1.51-2.50
Nadprůměrný	2.51-3.50
Výrazně nadprůměrný	3.51-

Chlapci 7 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-0.75
Podprůměrný	0.76-2.00
Průměrný	2.01-3.00
Nadprůměrný	3.01-4.25
Výrazně nadprůměrný	4.26-

Chlapci 8 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-1.25
Podprůměrný	1.26-2.50
Průměrný	2.51-3.50
Nadprůměrný	3.51-4.75
Výrazně nadprůměrný	4.76-

Chlapci 9 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-1.75
Podprůměrný	1.76-3.00
Průměrný	3.01-4.50
Nadprůměrný	4.51-6.00
Výrazně nadprůměrný	6.01-

Chlapci 10 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-2.0
Podprůměrný	2.01-3.50
Průměrný	3.51-5.25
Nadprůměrný	5.26-6.75
Výrazně nadprůměrný	6.76

Chlapci 11 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-2.0
Podprůměrný	2.01-3.75
Průměrný	3.76-5.50
Nadprůměrný	5.51-7.25
Výrazně nadprůměrný	7.26

Chlapci 12 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-2.25
Podprůměrný	2.26-4.00
Průměrný	4.01-5.75
Nadprůměrný	5.76-7.50
Výrazně nadprůměrný	7.51-

Chlapci 13 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-2.50
Podprůměrný	2.51-4.50
Průměrný	4.51-6.25
Nadprůměrný	6.26-8.00
Výrazně nadprůměrný	8.01-

Chlapci 14 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-3.00
Podprůměrný	3.01-5.00
Průměrný	5.01-6.75
Nadprůměrný	6.76-8.50
Výrazně nadprůměrný	8.51-

Chlapci 15 r.	Vytrv.čl. běh (min)
Výrazně podprůměrný	-3.50
Podprůměrný	3.51-5.50
Průměrný	5.51-7.25
Nadprůměrný	7.26-9.00
Výrazně nadprůměrný	9.01-

Tab 23. Normy testu běh na 12 minut (Cooperův test)

Muži

Věk	Vynikající	Nadprůměrný	Průměrný	Podprůměrný	Slabý
13-14	>2700m	2400-2700m	2200- 2399m	2100-2199m	<2100m
15-16	>2800m	2500-2800m	2300- 2499m	2200-2299m	<2200m
17-19	>3000m	2700-3000m	2500- 2699m	2300-2499m	<2300m
20-29	>2800m	2400-2800m	2200- 2399m	1600-2199m	<1600m
30-39	>2700m	2300-2700m	1900- 2299m	1500-1999m	<1500m
40-49	>2500m	2100-2500m	1700- 2099m	1400-1699m	<1400m
>50	>2400m	2000-2400m	1600- 1999m	1300-1599m	<1300m

Ženy

Věk	Vynikající	Nadprůměrný	Průměrný	Podprůměrný	Slabý
13-14	>2000m	1900-2000m	1600-1899m	1500-1599m	<1500m
15-16	>2100m	2000-2100m	1700-1999m	1600-1699m	<1600m
17-20	>2300m	2100-2300m	1800-2099m	1700-1799m	<1700m
20-29	>2700m	2200-2700m	1800-2199m	1500-1799m	<1500m
30-39	>2500m	2000-2500m	1700-1999m	1400-1699m	<1400m
40-49	>2300m	1900-2300m	1500-1899m	1200-1499m	<1200m
>50	>2200m	1700-2200m	1400-1699m	1100-1399m	<1100m

Zdroj: <http://www.brianmac.co.uk/gentest.htm>

Tab. 24. Tabulka pro posouzení úrovně tělesné zdatnosti mužů využitím času v testu 2 km běh/chůze. Převzato (Bunc, 1990).

Podprůměrná			Dobrá		Výborná	
Věk roky	Čas (min)	VO ₂ max kg ⁻¹ (ml)	Čas (min)	VO ₂ max kg ⁻¹ (ml)	Čas (min)	VO ₂ max kg ⁻¹ (ml)
14	9:55/14:49	44,5	8:17/13:20	53	7:09/12:07	61,9
18	10:10/15:11	42,2	8:31/13:38	50,7	7:19/12:22	59,5
20	10:32/15:23	40,6	8:42/13:47	49,7	7:27/12:30	58,4
25	11:07/15:36	38,5	9:05/14:08	47,4	7:45/12:46	56
29	11:39/15:47	36,7	9:17/14:28	45,5	8:00/13:03	54,1
33	12:07/16:00	35	9:50/14:49	43,7	8:13/13:20	53
37	12:38/16:40	33,4	10:10/15:11	42,2	8:27/13:38	51,1
41	13:11/17:39	31,9	10:32/15:36	40,6	8:42/13:47	49,5
45	13:57/17:55	30,3	10:55/15:47	39,1	8:57/13:57	48
49	14:28/18:28	28,9	11:13/16:00	37,9	9:14/14:17	46,5
53	15:11/18:45	27,5	11:46/16:26	36,3	9:36/14:38	44,9
57	16:00/19:11	26,2	12:07/16:40	35,1	9:50/14:49	43,7
61	16:40/19:40	24,8	12:38/17:09	33,6	10:05/15:11	42,3
65	17:39/20:20	23,4	13:11/17:23	32,1	10:26/15:23	40,7

Tab. 25. Tabulka pro posouzení úrovně tělesné zdatnosti žen využitím času v testu 2 km běh/chůze. Převzato (Bunc, 1990).

Podprůměrná			Dobrá		Výborná	
Věk roky	Čas (min)	VO _{2 max} kg ⁻¹ (ml)	Čas (min)	VO _{2 max} kg ⁻¹ (ml)	Čas (min)	VO _{2 max} kg ⁻¹ (ml)
14	12:54/16:40	35,2	10:43/15:47	41,7	9:06/13:00	48,2
18	13:03/16:54	33,9	10:49/16:00	40,4	9:14/15:11	46,8
20	13:20/17:09	33,3	10:55/16:12	39,3	9:23/15:20	46,3
25	14:08/17:12	31,6	11:32/16:14	38,0	9:41/15:26	44,7
29	14:49/17:23	30,3	12:00/16:26	36,6	10:05/15:36	43,0
33	15:36/17:39	28,9	12:30/16:40	35,2	10:26/15:47	41,6
37	16:26/17:55	27,5	13:03/16:54	33,9	10:49/16:00	40,2
41	17:23/18:10	26,2	13:38/17:09	32,5	11:13/16:13	39,1
45	18:28/18:45	24,8	14:17/17:23	31,1	11:39/16:15	37,5
49	19:21/19:40	23,1	15:11/17:38	29,7	12:07/16:26	36,1
53	21:03/21:03	22,0	15:47/17:36	28,4	12:46/16:40	34,7
57	23:05/23:05	20,6	16:54/18:08	27,0	13:20/16:5	33,3
61	25:00/25:00	19,0	17:55/18:12	25,6	13:57/17:09	31,9
65	27:16/27:16	17,9	19:03/19:03	24,2	14:28/17:23	30,8

Tab. 26. Leh - sed (věk 6 – 10) (Unifittest 6-60)

Pohlaví	Hodnocení	Body /věk	6	7	8	9	10
Chlapci	Výrazně podprůměrný	1	1 – 9	1 – 10	1 – 13	1 – 15	1- 17
	Podprůměrný	2	10-17	11-18	14-21	16-24	18-27
	Průměrný	3	18-25	19-26	22-31	25-34	28-37
	Nadprůměrný	4	26-33	27-34	32-39	35-43	38-47
	Výrazně nadprůměrný	5	34 a více	35 a více	40 a více	44 a více	48 a více
Dívky	Výrazně podprůměrný	1	1 – 9	1 – 10	1 – 13	1 – 15	1 – 18
	Podprůměrný	2	10-17	11-18	14-21	16-23	19-26
	Průměrný	3	18-25	19-26	22-30	24-32	27-36
	Nadprůměrný	4	26-33	27-34	31-38	33-40	37-44
	Výrazně nadprůměrný	5	34 a více	35 a více	39 a více	41 a více	45 a více

Tab. 27. Leh - sed (věk 11 – 15) (Unifittest 6-60)

Pohlaví	Hodnocení	Body /věk	11	12	13	14	15
Chlapci	Výrazně podprůměrný	1	1-19	1 – 21	1 – 24	1 – 26	1- 29
	Podprůměrný	2	20-28	22-30	25-34	27-35	30-38
	Průměrný	3	29-38	31-40	35-43	36-44	39-47
	Nadprůměrný	4	39-48	41-50	44-53	45-53	48-56
	Výrazně nadprůměrný	5	49 a více	51 a více	54 a více	54 a více	57 a více
Dívky	Výrazně podprůměrný	1	1 – 19	1 – 20	1 – 21	1 – 21	1 – 23
	Podprůměrný	2	20-28	21-29	22-30	22-30	24-31
	Průměrný	3	29-38	30-38	31-39	31-39	32-41
	Nadprůměrný	4	39-46	39-47	40-48	40-48	42-47
	Výrazně nadprůměrný	5	47 a více	48 a více	49 a více	49 a více	48 a více

Ve **Fitnessgramu** jsou v jednotlivých položkách stanoveny dva standardy, které tvoří *hranice* tzv. cílové zóny zdravotně orientované zdatnosti. Výsledky, které jsou horší než cílová zóna, jsou zařazeny do kategorie výkonů vyžadujících zlepšení hodnot. Výsledky, které jsou lepší než cílová zóna, jsou zařazeny do zóny výborných výkonů a těmto probandům je doporučeno provádění některého sportovního odvětví nebo alespoň pokračování v dané pohybové aktivitě. V normových tabulkách je uvedena cílová zdravotně orientovaná zóna.

Tab. 28. Shyby, shyby ve svisu ležmo, výdrž ve shybu (Suchomel, 2003)

Věk	Shyby (počet opakování)		Shyby ve svisu ležmo (počet opakování)		Výdrž ve shybu (s)	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
5	1-2	1-2	2-7	2-7	2-8	2-8
6	1-2	1-2	2-7	2-7	2-8	2-8
7	1-2	1-2	3-9	3-9	3-8	3-8
8	1-2	1-2	4-11	4-11	3-8	3-10
9	1-2	1-2	5-11	4-11	4-10	4-10
10	1-2	1-2	5-15	4-13	4-10	6-12
11	1-3	1-2	6-17	4-13	6-13	7-12
12	1-3	1-2	7-20	4-13	6-13	8-12
13	1-4	1-2	8-22	4-13	12-17	8-12
14	2-5	1-2	9-25	4-13	15-20	8-12
15	3-7	1-2	10-27	4-13	15-20	8-12
16	5-8	1-2	12-30	4-13	15-20	8-12
17	5-8	1-2	14-30	4-13	15-20	8-12
18-25	5-8	1-2	14-30	4-13	15-20	8-12

Tab. 29. Hrudní předklony, 90° kliky, záklon v lehu na břicho (Suchomel, 2003)

Věk	Hrudní předklon v lehu (počet opak.)		90° kliky (počet opak.)		Záklon v lehu na břicho (cm.)	
	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
5	2-10	2-10	3-8	3-8	15-30	15-30
6	2-10	2-10	3-8	3-8	15-30	15-30
7	4-14	4-14	4-10	4-10	15-30	15-30
8	6-20	6-20	5-13	5-13	15-30	15-30
9	9-24	9-22	6-15	6-15	15-30	15-30
10	12-24	12-26	7-20	7-15	23-30	23-30
11	15-28	15-29	8-20	7-15	23-30	23-30
12	18-36	18-32	10-20	7-15	23-30	23-30
13	21-40	18-32	12-25	7-15	23-30	23-30
14	24-45	18-32	14-30	7-15	23-30	23-30
15	24-47	18-35	16-35	7-15	23-30	23-30
16	24-47	18-35	18-35	7-15	23-30	23-30
17	24-47	18-35	18-35	7-15	23-30	23-30
18-25	24-47	18-35	18-35	7-15	23-30	23-30

V **Eurofittestu** nejsou stanoveny jednotné normy, každý stát si je sám určuje. Uvádíme normy odvozené z výsledků švédské studie (Engström, et al., 1993) a z výsledků anglické studie (1992).

Tab. 30. Procentilové normové hodnoty testu „leh – sed“ (počet) s ohledem na pohlaví a věk (Suchomel, 2003)

Procentily	Věk				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-
Muži					
80	15	15	15	15	15
60	15	15	15	15	15
40	15	15	15	15	10
20	15	15	10	8	6
Ženy					
80	15	15	15	15	15
60	15	15	15	13	10
40	15	15	15	7	6
20	15	11	6	5	5

Odvozeno z výsledků švédské studie (Engström et al. 1993)

9 Seznam literatury:

- ACHTEN, J., JEUKENDRUP, E. A. Heart rate monitoring, application and limitations. *Sports Med*, 2003, vol. 33, no. 7, s. 517-538.
- ANDRESON, T. Biomechanics and running economy. *Sports Med*, 1996, vol. 22, no. 2, s. 76-89.
- ARAMPATZIS, A., ET AL. Influence of the muscel tendon unit's mechanical and morphological properities on running economy. *The Journal od Experimental Biology*, 2006, vol. 209, s. 3345-3357.
- ARMSTRONG, N. Aerobic fitness and anaerobic performance during childhood and adolescence. *Acta Kin. Univ. Tartuensis*, 2002, vol. 7, s. 13-19.
- BALKE, B. A simple field test for the assessment of physical fitness. *Civil Aeromedical Research Institute Report*, 1963, vol. 63, no. 18.
- BASSETT, D.R., JR., HOWLEY, E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*, 2000, vol. 32, no. 1, s. 70-84.
- BELEJ, M. *Motorické učenie*. Prešov: PU, 2001. ISBN 80-8068-041-8.
- BELL, G.J., SNYDMILLER, G.D., DAVIES, D.S. AND QUINNEY, H.A. Relationship between aerobic fitness and metabolic recovery from intermittent exercise in endurance athletes. *Can J Appl Physiol*, 1997, vol. 22, no. 1, s. 78-75.
- BILLAT, V., DALMAY, F., ANTONINI, M. T., ET AL. A method for determining the maximal steady state of blood lactate concentration from two levels of submaximal exercise. *Eur J Appl Physiol*, 1994, s. 196-202.
- BILLAT, V.L., SIRVENT, P., PY, G., KORALSZTEIN, J.P., MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. *Sports Med*, 2003, no. 33(6), s. 407-426.
- BOUCHARD, C., AN, P., RICE, T., ET AL. Familial aggregation of VO(2 max) response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study. *J Appl Physiol*, 1999, vol. 87, s. 1003-1008.
- BROUHA, L., HEATH, C.W. AND GRAYBEL, A. Step test simple method of measuring physical fitness for hard muscular work in adult men. *Rev Canadian Biol*, 1943, vol. 2, no. 86.
- BRUCE, R.A., FISCHER, L.D., COOPER, M.N. AND GREY, G.O. Separtaion of effects of cardiovascular disease and age on ventricular function with maximal exercise. *Am J Cardiol*, 1974, vol. 34, no. 7, s. 757-763.
- BUCKLEY, J.P., J SIM, ESTON, R.G., HESSION, R. AND FOX, R. Reliability and validity of measures taken during the Chester step test to predict aerobic power and to prescribe aerobic exercise. *Br J Sports Med*, 2004, vol. 38, s. 197-205.

- BUNC, V. *Biokybernetický přístup k hodnocení reakce organismu na tělesné zatížení*. Praha: VÚT UK, 1989. 368 s.
- BUNC, V. Stanovení intenzit pohybového zatěžování pro rozvoj aerobní zdatnosti. *Těl. Vých. Sport Mlád.*, 1993, vol. 8, no. 69, s. 3-9.
- BUNC, V. Pojetí tělesné zdatnosti a jejích složek. *Těl. Vých. Sport Mlád.*, 1995, vol. 61, no. 5, s. 6-9.
- BUNC, V., HELLER, J. Comparison of two methods of noninvasive anaerobic threshold determination in middle-aged men. *Sports Med Training Rehabil*, 1992, vol. 3, s. 87-94.
- BUNC, V., ŠPRYNAROVÁ, Š., HELLER, J., ZDANOWICZ, R. Možnosti využití anaerobního prahu ve fyziologii práce. II. Metody stanovení anaerobního prahu. *Pracov. Lék.*, 1984, vol. 36, no. 4.
- COHN, J.N., ED. Quantitative exercise testing for the cardiac patient: the value of monitoring gas exchange: introduction. *Circulation*, 1987, vol. 76(suppl VI): I-1–VI-2.
- COLLING, R. Assessment and detection of the lactate threshold. *Exercise physiology* [Type of Work]. 1997, vol. 2003, no. 552. Available from Internet:<http://www.curtin.edu.au/dept/physio/pt/edres/exphys/ep552_97/assesat.html>.
- CONCONI, F., FERRARI, M., ZIGLIO, P.G., ET AL. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *J. Appl. Physiol.*, 1982, vol. 52, s. 869-873.
- COOPER, H.K. Correlation Between Field and Treadmill Testing. *The Journal of The American Medical Association*, 1968, vol. 203, no. 3, s. 201-204.
- COOPER, K.H. A means of assessing maximal oxygen uptake. *Journal of the American Medical Association*, 1968, vol. 203, s. 201-204.
- COSTILL, D.L., THOMASON, H., ROBERTS, E. Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1973, vol. 5, s. 248-252.
- COTTEN, D.J. An analysis of the NCYFS II modifies pull-up test. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1990, vol. 61, s. 272-274.
- COYLE, E.F. Cardiovascular drift during prolonged exercise and the effects of dehydration. *Int J Sports Med*, 1998, vol. 19, no. Suppl.2, s. S121-124.
- COYLE, E.F., MARTIN, W. H., EHSANI, A. A., HAGBERG, J. M., BLOOMFIELD, S. A., SINACORE, D. R., HOLLOSZY J. O. Blood lactate threshold in some well-trained ischemic heart disease patients. *J Appl Physiol*, 1986, vol. 54, s. 18-23.
- CRAIB, M.W., ET AL. The association between flexibility and running economy in sub-elite male distance runner. *Medicine and Science in Exercise and Sports*, 1996, vol. 28, no. 6, s. 737-743.
- CUERTON, K.J. AND PLOWMAN, S.A. Aerobic Capacity Assessments. In G.J. WELK AND M.D. MEREDITH. *Fitnessgram/Activitygram Reference Guide 3rd (pp Internet Resource)*. Dallas, TX: The Cooper Institute, 2008.

ČELIKOVSKÝ, S., ET AL. *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. Praha: SPN, 1990.

DAVIES, C.T. Effects of wind assistance and resistance on the forward motion of a runner. *J Appl Physiol*, 1980, vol. 48, no. 4, s. 702-709.

DAVIS, J.A. AND WILMORE, J.H. Validation of a Bench Stepping Test for Cardiorespiratory Fitness Classification of Emergency Service Personnel. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 1979, vol. 21, no. 10, s. 671-673.

DOVALIL, J., ET AL. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2002. 320 s.

EKLUND, L.G. Circulatory and respiratory adaptation during prolonged exercise. *Acta Physiol Scand*, 1967, vol. 70, no. Suppl. 68, s. 5-38.

ESCAMIL, R.F., BABB, E., DEWITT, T., JEW, P., KELLEHER, P., BURNHAM, T., BUSCH, J., D'ANNA, K., MOWBRAY, R. AND IMAMURA, R.T. Electromyographic analysis of traditional and nontraditional abdominal exercises: Implication for rehabilitation and training. *Physical Therapy*, 2006, vol. 86, s. 656-671.

F J NAGLE, BALKE, B. AND NAUGHTON, J.P. Gradational step tests for assessing work capacity. *J Appl Physiol*, 1965, vol. 20.

FLETCHER, G.F., BALADY, G.J., AMSTERDAM, E.A., CHAITMAN, B., ECKEL, R., FLEG, F., FROELICHER, V.F., LEON, A. S., PIÑA, I.L., RODNEY, R., SIMONS-MORTON, D.A., WILLIAMS, M.A., BAZZARRE, T. Exercise Standards for Testing and Training: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association *Circulation*, 2001, vol. 104, s. 1694-1740.

FOX, S.I. *Human physiology*. McGraw Companies, Inc., 1996. 704 s.

FOX, S.M., NAUGHTON, J.P. AND HASKELL, W.L. Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Ann Clin Res*, 1971, vol. 3, s. 404-432.

FROELICHER, V.F. AND MYERS, J.N. *Exercise and the heart*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2000.

GASTIN, P., B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*, 2001, no. 31(10), s. 725-741.

GLACE, B.W., MURPHY, C. A., KREMENIC, I. J., MCHUGH, M. P. Running economy of elite and non-elite runners. *Medicine and Science in Exercise and Sports*, 2002, vol. 34(5), Supplement abstract 137.

GNEHM, P., REICHENBACH, S., ALTPETER, E., WIDMER, H., HOPPELER, H. Influence of different racing positions on metabolic cost in elite cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, 1997, vol. 29, s. 818-823.

HELLER, J. *Fyziologie tělesné zátěže. II., speciální část - 3. díl. 1. vyd.* Praha: Karolinum, 1996.

GRAETTINGER, W.F., SMITH, D.H.G., NEUTEL, J.M., MYERS, J., FROELICHER, V.F. AND WEBER, M. Relationship of left ventricular structure to maximal heart rate during exercise. *Chest*, 1995, vol. 107, no. 2, s. 341-345.

- GRANT, J.A., JOSEPH, A.N. AND CAMPAGANA, P.D. The prediction of VO₂max: A Comparison of 7 Indirect Test of Aerobic Power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1999, vol. 13, no. 4, s. 346-352.
- GRANT, S., CORBETT, K., AMJAD, A.M., WILSON, J. AND AITCHISON, T. A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. *Br J Sports Med*, 1995, vol. 29, s. 147-152.
- GRASGRUBER, P., CACEK, J. *Sportovní geny*. Brno: Computer press, 2008. 480 s.
- GRIMAUD, C., ET AL. Mesures et signification du seuil anaérobie dans un groupe de cyclist amateurs. *Méd du Sport*, 1983, vol. 57, s. 309-314.
- HAGBERG, J.M., COYLE, E.F. Physiological determinants of endurance performance as studies competitive racewalkers. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1983, vol. 15, s. 287-289.
- HAGBERG, J.M., ET AL. Ventilatory threshold without increasing blood lactic acid levels in McArdle's disease patients. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 1980, vol. 12, s. 127.
- HAVEL, Z., HNÍZDIL, J. et al. *Rozvoj vytrvalostních schopností*. Ústí nad Labem: PF UJEP, 1996. 101 s.
- HAVLÍČKOVÁ, L., ET.AL. *Fyziologie tělesné zátěže I*. Praha: Univerzita Karlova, 1999.
- HELLER, J. "Cílové zóny" srdeční frekvence ve školní tělesné výchově. *Těl. Vých. Sport Mlád.*, 1996, vol. 4, no. 62, s. 38 - 44.
- HELLER, J. Funkční zátěžová diagnostika a její aplikace ve sportu. *Lékařské listy*, 3.10.1997 1997, vol. 40, s. 10-12.
- HERBST, R. Der Gasstoffwechsel als Mass der körperlichen Leistungsfähigkeit. I. Mitteilung: die Bestimmung des Sauerstoffaufnahmevermögens beim Gesunden. *Deut. Arch. Klin. Med.*, 1928, vol. 162, s. 33-50.
- HILL, A.V., . LONG, C. N. H., LUPTON, H. Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilisation of oxygen: Parts VII-VIII. *Proc Roy Soc*, 1924, vol. B 97, s. 155-176.
- HILL, A.V., LUPTON, H. Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *Q. J. Med.*, 1923, vol. 16, s. 135-1971.
- HNÍZDIL, J., KUBÁTOVÁ, J., PYŠNÝ.L. Psychoemoční zatížení vyjádřené kinematikou srdeční frekvence při extrémním sportu. In J. KIRCHNER, KAVALÍŘ P., ADÁMKOVÁ, M. *Nové perspektivy výzkumu a praxe v kinantropologii*. Praha, 2003.
- HNÍZDIL, J. *Vytrvalostní schopnosti a jejich diagnostika*. Brno, 2011. 166 s. Habilitační práce. Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií .
- HORWILL, F. *Obsession for Running*. Colin Davies Printers / British Milers' Club, 1994.
- HOSSACK, K.F. AND BRUCE, R.A. Maximal cardiac function in sedentary normal man and women: comparison of age-related changes. *J Appl Physiol*, 1982, vol. 53, no. 4, s. 799-804.

- CHRÁSTEK, J. Seminář o metodice step-testu. Teor. Praxe těl. Vých., 1964, vol. 12.
- INBAR, O., OTEN, A., SCHEINOWITZ, M., ROTSEIN, A., DLIN, R. AND CASABURI, R. Normal cardiopulmonary responses during incremental exercise in 20-70-yr-old men. *Med Sport Boh*, 1994, vol. 26, no. 5, s. 538-546.
- JACOBS, I., KAISER, P. Lactate in blood, mixed skeletal muscle, and FT od ST fibres during cycle exercise in man. *Acta Physiol Scand*, 1982, vol. 114, s. 421-426.
- JANČÍK, J., ZÁVODNÁ, E. AND NOVOTNÁ, M. Fyziologie tělesné zátěže- vybrané kapitoly [online]. [Brno]: FSS MU 2006. Available from World Wide Web:<<http://is.muni.cz/elportal/estud/fspjs/js07/fyziio/texty/ch05s01.html>>.
- JANSSEN, P.G.J.M. *Training, lactate, pulse rate*. . Oulu, Finland: Polar electro Oy., 1989.
- JONES, A.M. Running economy is negatively related to sit-and-reach test performance in international-standard distance runners. *Int J Sports Med*, 2002, vol. 23, s. 40-43.
- JONES, A.M., DOUST, J.H. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. *Journal of Sports Sciences*, 1996, vol. 14, s. 321-327.
- JONES, C.J. AND RIKLI, R.E. Measuring functional fitness of older adults, *The Journal on Active Aging. The Journal of Active Aging*, 2002, s. 24-30.
- JURCA, R., JACKSON, S. A., LAMONTE, J.M., MORROW JR. J.R., BLAIR, N.S., WAREHAM, N.J., HASKELL, L. W., VAN MECHELEN, W., CHURCH, T.S., JAKICIC, J.M., LAUKKANEN, R. Assessing Cardiorespiratory Fitness Without Performing Exercise Testing. *American Journal of Preventive Medicine*, 2005, vol. 29, no. 3, s. 185-193.
- KARVONEN, M. The effect of training on herath rate. A longitunidal study. *Ann Med Exp Biol Fenn*, 1957, vol. 35, s. 307-315.
- KASA, J. *Športová kinantropológia (Terminologický a výkladový slovník)*. Bratislava: SVSTVŠ. FTVŠ UK Bratislava, 2001. 112 s. ISBN 80-968252-8-3.
- KASCH, F.W., PHILLIPS, W.H., CARTER, J.E., ROSS, W.D. AND BOYER, J.L. Maximum work capacity in middle-aged males by a step test method. *J Sports Med Phys Fitness*, 1965, vol. 5, no. 4, s. 198-202.
- KEEN, E.N. AND SLOAN, A.W. Observations on the Harvard step test. *J Appl Physiol*, Sep 1958, vol. 13, no. 2, s. 241-243.
- KOEN, A.P., KEMPER, H., MATHIEU, H.G., RISPENS, P. AND STEVENS, P. Reliability of the Groningen Fitness Test for Elderly. *Journal of Aging and Physical Activity*, 2001, vol. 9, s. 194-212.
- KOPŘIVA, J. Normy testu "12 minutové plavání" pro posluchače vysokých škol. *Těl. Vých. Sport Mlád.*, 1993, vol. 59, no. 1, s. 27-29.
- KUČERA, M., DYLEVSKÝ, I., A KOL. *Sportovní medicína*. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-7169-725-7.

- KUHN, K., PLATEN, P., VAFA, R., NUSSER, S. *Richtig Ausdauer-training*. BLV Buchverlag, 2004.
- KVÁČAL, P., RADVANSKÝ, J., ČERMÁK, M. Určení anaerobního prahu ze spiroergometrických parametrů. *Med. Sport. Boh.*, 1998, no. 7(1), s. 14-19.
- KYROLAINEN, H., BELLI, A., KOMI, P. A. Biomechanical factors affecting running economy. *Medicine and Science in Exercise and Sports*, 2001, vol. 33, s. 1330-1337.
- LEONE, M., LÉGER, L.A., LARVIÈRE, G. AND A.S., C. An on-ice aerobic maximal multistage shuttle skate test for elite adolescent hockey players. *Int J Sports Med*, 2007, vol. 28, no. 10.
- LOAT, C.E.R., RHODES, E.C. Relationship between the lactate and ventilatory thresholds during prolonged exercise. *Sports Med*, 1993, vol. 15, s. 104-115.
- LÖLLGEN, H., WINTER, U.J., ERDMANN, E. *Ergometrie. Belastungsuntersuchungen in Klinik un Praxis*. Berlin: Springer Verlag, 1997. 436 s.
- MAC NAUGHTON, L.R. Portable gas analyse Cosmed K4b compared to a laboratory based mass spectrometre system. *Sports.Med. Phys. Fitness*, 2005, vol. 45, s. 315-323.
- MACKENZIE, B. Anaerobic threshold testing. In., 1997, vol. 2010.
- MÁČEK, M. AND RADVANSKÝ, J. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, 2011. 245 s.
- MÁČEK, M. AND RADVANSKÝ, J. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, 2011. 245 s.
- MÁČEK, M., VÁVRA, J. AND NOVOSADOVÁ, J. Prolonged exercise in prepubertal boys. *Eur J Appl Physiol*, 1976, vol. 35, s. 291-298.
- MÁČEK, M., VÁVRA, J. *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*. Praha: Avicenum, 1988.
- MADER, A.E.A. Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt u. Sportmedizin*, 1976, vol. 27, s. 80-88, 109-112.
- MALINA, R., BOUCHARD, C., BAR-OR, O. *Growth, maturation and physical activity*. Champaign IL: Human Kinetics, 2004. ISBN 0-88011-882-2.
- MARLEY, W.P. AND LINNERUD, A.C. Astrand-Ryhming step test norms for college students. *Br J Sports Med*, 1976, vol. 10, no. 2, s. 76-79.
- MARTIN, D.C., K., LEHNERTZ, K. *Handbuch der Trainingslehre*. Schorndorf: Karl Hofmann, 1993.
- MARTINÍK, K. Funkční zkoušky. In., 2007, vol. 2010.
- MCARDLE, W.D., KATCH, F.I. AND KATCH, V.L. *Exercise Physiology Energy, Nutrition and Human Performance*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991.
- MCARDLE, W.D., KATCH, F.I. AND KATCH, V.L. *Essentials of exercise physiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. 679 s.

- MCLELLAN, T., FERROAH, T., SKINNER, J.S. The effect of work load duration on the determination of the aerobic and anaerobic thresholds. *Med Sci Sports Exerc*, 1981, vol. 13, s. 69.
- MĚKOTA, K., BLAHUŠ, P. *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1983. 331 s.
- MĚKOTA, K., KOVÁŘ, R., ET AL. *Unifittest (6-60). Manuál pro hodnocení základní motorické výkonnosti a vybraných charakteristik tělesné stavby mládeže a dospělých v České republice*. Praha: Pedagogická fakulta Ostravské Univerzity, 1996.
- MĚKOTA, K., NOVOSAD, J. *Motorické schopnosti*. Olomouc: UP, 2005. ISBN 80-244-0981-X.
- MONTOYE, H.J. The Harvard step test and work capacity. *Rev Canadian Biol*, 1953, vol. 11, no. 5, s. 491-499.
- MORAVEC, R. *Telesný, funkčný rozvoj a pohybová výkonnosť 7-18-ročnej mládeže v ČSFR*. Bratislava: Ministerstvo školstva, mládeže a športu SR, 1990. 284 s. ISBN 80-7096-170-8.
- MURASE, Y., KOBAYASHI, K., KAMEI, S., MATSUI, H. Longitudinal study of aerobic power in superior junior athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1981, vol. 13, s. 180-184.
- NOAKES, T. *The Lore of Running*. Oxford: Oxford University Press, 2004. ISBN 0-87322-959-2.
- NOVOTNÝ, J. Kapitoly sportovní medicíny [online]. [Brno]: MU FSPS, 2003 [cited 12.3. 2010]. Available from World Wide Web:<<http://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/pages/18-zatezove-testy.html>>.
- NOVOTNÝ, J. AND NOVOTNÁ, M. Fyziologické principy tréninku a testy běžců. *Atletika*, 2008, vol. 60, no. 11, s. 1-5 a 8.
- PALATINI, P. Need for revision of the normal limits of resting heart rate. *Hypertension*, 1999, vol. 33, s. 622-625.
- PAUKRTOVÁ, D. Zátěžové testování zdravých mužů ve věku 40-50 let: porovnání stupňovaného a kontinuálně zvyšovaného zátěžového protokolu. In *FTVS*. Praha: UK, 1999, vol. Mgr.
- PLACHETA, Z. *Submaximal exercise testing*. Brno: Univerzita J.E. Purkyně v Brně, 1988. 268 s. ISBN 55-985-88.
- PLACHETA, Z., ET AL. *Zátěžová funkční diagnostika a preskripce pohybové léčby ve vnitřním lékařství*. Brno: Masarykova univerzita, 1996.
- PLACHETA, Z., SIEGLOVÁ, J., ŠTEJFA, M. *Zátěžová diagnostika v ambulatní a klinické praxi*. Praha: Grada Publishing, 1999. 276 s. ISBN 80-7169-271-9.
- PLOWMAN, S.A., STERLING, C.L., CORBIN, C.B., MERDEITH, M.D., WELK, G.J. AND MORROW, J.R. The History of Fitnessgram. *Journal of Physical Activity and Health*, 2006, vol. 3 (supl 2), s. S5-S20.
- POLAR. Polar - uživatelská příručka. In.: Sportovní služby, 2008, s. 50.

- POLLOCK, M.L., BOHANNON, R.L., COOPER, K.H., AYRES, J.J., WARD, A. AND STEVE, R. A comparative analysis of four protocol for maximal treadmill stress testing. *American Heart Journal*, 1976, vol. 92, no. 1, s. 39-46.
- POLLOCK, M.L., FOSTER, C., SCHMIDT, D., HELLMAN, C., LINNERUD, A.C. AND WARD, A. Comparative analysis of physiologic responses to three different maximal graded exercise test protocols in healthy women. *American Heart Journal*, 1982, vol. 103, no. 3, s. 363-273.
- POLLOCK, M.L. AND WILLMORE, J.H. *Exercise in health and disease: Evaluation and prescription for prevention and rehabilitation*. Philadelphia: W.B. Saunders, 1990. 741 s.
- POOLE, D., GAESSER, G.A. Response of ventilatory and lactate thresholds to continuous and interval training. *J Appl Physiol*, 1985, vol. 58, s. 1115-1121.
- POWERS, S.K. AND HOWLEY, E.T. *Exercise Physiology. Theory and Application to Fitness and Performance*. New York: Mc Graw-Hill International Edition, 2007. 540 s.
- PSOTTA, R., HELLER, J. AND BUNC, V. Kinetika srdeční frekvence v zotavení - je použitelná v tělesné výchově a sportu? *Česká kinantropologie*, 2000, vol. 4, s. 7-15.
- PUGH, L.G. Oxygen uptake in track and treadmill running with observations on the effect of air resistance. *J Physiol*, 1970, vol. 207, no. 3, s. 475-479.
- RADVANSKÝ, J. Přístroje pro zátěž v laboratoři: ergometr, běhátko, handgrip (ruční dynamometr). In., 2005, vol. 2010.
- RADVANSKÝ, J. Přístroje pro zátěž v laboratoři: ergometr, běhátko, handgrip (ruční dynamometr). In. Praha, 2005.
- RECHICHI, C., DAWSON, B. AND LAWRENCE, S.R. A multistage shuttle swim test to assess aerobic fitness in competitive water polo players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2000, vol. 3, no. 1, s. 55-64.
- ROBERGS, R.A. AND LANDWEHR, R. The surprising history of the "HRmax=220-age" equation. *Journal of Exercise Physiology online*, 2002, vol. 5, no. 2.
- ROMAN, B.S. AND MAHAR, M.T. Norm-referenced and criterion-referenced reliability of the push-up and modified pull-up. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 2001, vol. 5, s. 67-80.
- SAFRIT, M.J. The validity and reliability of fitness test for children: A review. *Pediatric Exercise Science*, 1990, vol. 2, s. 9-28.
- SAUNDERS, P.U. Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Med*, 2004, vol. 34, no. 7, s. 465-485.
- SELIGR, V., VINAŘICKÝ, R., TREFNÝ, Z. *Fyziologie tělesných cvičení*. Praha: Avicenum, 1980.
- SHEPHARD, R.J., THOMAS, S. AND WELLNER, I. The Canasian Home Fitness Test. *Sports Med*, 1991, vol. 11, s. 358-366.

- SHRIER, I. Does stretching improve performance?: A systematic and critical review of the literature. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2004, vol. 14, no. 5, s. 267-273.
- SLOAN, A.W. A modified Harvard step for women. *J Appl Physiol*, 1959, vol. 13, no. 2, s. 241-243.
- SPRIET, L.L. Anaerobic metabolism during high-intensity exercise. In M. HARGREAVES. *Exercise metabolism*. Champaign: Human Kinetics, 1995, p. 1-40.
- STEJSKAL, P. Konec tradičního pojetí energetických zón? In *Efekty pohybového zatížení v edukačním prostředí tělesné výchovy a sportu*. Olomouc, 2006, s. 1-14.
- STROMME, S.B., WIKEBY, P. C., BLIX, A. S. AND URSIN, H. *Psychobiology of Stress: A Study of Coping Men*. edited by E.B.A.S.L. H. URSIN. New York: Academic Press, 1978. 83-89 s.
- SUCHOMEL, A. Současné přístupy k hodnocení tělesné zdatnosti u dětí a mládeže (Fitnessgram). *Česká kinatropologie* 2003, vol. 7. č.1, s.83-100
- SUCHOMEL, A. Súčasný stav v hodnotení telesnej zdatnosti a pohybovej výkonnosti detí školského veku. In *Súčasný stav a nové trendy v hodnotení telesnej zdatnosti a pohybovej výkonnosti žiakov základných škôl*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 2009.
- SUCHOMEL, A. , KRŽÍŽ, J. Úroveň motorické výkonnosti dětí školního věku v Libereckém regionu. *Exercitatio Corpolis - Motus - Salus*, 2009, vol. 1, no. 1, s. 94-101.
- SVEDHAL, K., MACINTOSH, B.R. Anaerobic threshold: The concepts and methods. *Can J Appl Physiol*, 2003, vol. 28, no. 2, s. 299-323.
- SVĚDÍK, I. Zátěžové kondiční testy. In., vol. 2010.
- SYKES, K. AND ROBERTS, A. The Chester step test - a simple yet effective tool for the prediction of aerobic capacity. *Physiotherapy*, 2004, vol. 90, no. 4, s. 183-188.
- ŠEMETKA, M. Tělesná vývoj a pohybová výkonnost 7-14leté populace na Slovensku. *Trenér*, 1982, vol. 1, s. 22-26.
- TANAKA, H., MONAHAN, K.G. AND SEALS, D.S. Age - predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*, 2001, vol. 37, s. 153-156.
- TEPLÝ, Z. *Zdraví, zdatnost, pohybový režim*. Praha: Česká asociace Sport pro všechny, 1995.
- TESCH, P. Muscle lactate accumulation at onset of blood lactate accumulation. *Med Sci Sports Exerc*, 1981, vol. 13, s. 114.
- TOMKINSON, R.G., PLDS, T.S., BORMS, J. Who are Eurofittest? *Med Sport Sci.*, 2007, vol. 50, s. 104-128.
- TREHEARN, T.L. Sit-and-reach flexibility and running economy of man and women collegiate distance runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2009, vol. 23, no. 1, s. 158-162.

UTH, N., SØRENSEN, H., OVERGAARD, K., PEDERSEN, P., K. Estimation of VO₂max from the ratio between HR_{max} and HR_{rest}--the Heart Rate Ratio Method. *Eur J Appl Physiol*, 2004, vol. 91, no. 1, s. 111-115.

VANDERTHOMMEN, M., COLINET, C., LEHANCE, C., LHERMOUT, C., CRIELAARD, J.M. AND THEISEN, D. A multistage field test of wheelchair users for evaluation of rfitness and prediction of peak oxygen consumption. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 2002, vol. 39, no. 6, s. 685-692.

VOBR, R. *Vývoj věku vrcholné výkonnosti v atletice, plavání, běžeckém lyžování eldním hokeji a fotbalu v letech 1970 - 2007*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2009. ISBN 978-80-7394-156-7.

WASSERMAN, K., AT AL. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol*, 1973, vol. 35, s. 236-243.

WASSERMAN, K., HANSEN, J.E., SUE, D.Y., STRINGER, W.W. AND WHIPP, B.J. *Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology*. Philladelphia: LWW, 2005.

WASSERMAN, K., HANSEN, J. E., SUE, D. Y., WHIPP, B. J. *Principles of Exercise Testing and Interpretation*. Philadelphia: Lea and Febiger, 1987.

WASSERMAN, K., MCILROY, M.B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am J Cardiol*, 1964, vol. 14, s. 844-852.

WELK, G.J. AND MEREDITH, M.D. *Fitnessgram / Activitygram Refernce Guide*. Dallas, TX: The Cooper Institute, 2008.

WELSMAN, J.R. AND ARMSTRONG, N. The measurement nad interpretation of aeroboc fitness in children: curent issues. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 1996, vol. 89, s. 4.

WHALEY, M.W., KAMINSKY, L.A., DWYER, G.B., GETCHELL, L.H. AND NORTON, J.A. Predictors of over - and underachievement pf age - predicted maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc*, 1992, vol. 29, no. 8, s. 1173-1179.

WILMORE, J.H. AND COSTIL, D.L. *Physiology of sport and exercise*. Champaign: Human Kinetics, 1994. 549 s. ISBN 0-87322-693-3.

WILMORE, J.H., STANFORTH, P.R., GAGON, J., LEON, A.S., RAO, D.C., SKINNER, J.S. AND BOUCHARD, C. Endurance exercise training has a minimal effect on resting heart rate: the HERITAGE study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1996, vol. 28, no. 7, s. 829-835.

WINTER, R. Zum Problem ser Sensiblen Phasen im Kindes- und Jugendalter. *Körpereziehung*, 1984, vol. 23, no. 1, s. 49-59.

WOOD, R. *Topend Sports*. In., 2001, vol. 2010.

YEH, M.P., GARDNER, T., ADAMS, D., YANOWITZ, F.G., CRAPO, R.O. "Anaerobic threshold": problems of determination and validation *J Appl Physiol*, 1983, vol. 55, s. 1178-1186.

ZAGATTO, A.M., BECK, W.R. AND GOBATTO, C.A. Validity of the Runing Anaerobic Sprint Test for Assessing Anaerobic Power and Predicting Short-

Distance Performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2009, vol. 23, no. 6, s. 1820-1827.

ZAPLETALOVÁ, L. *Ontogenézia motorickej výkonnosti*. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport, 2002. 95 s.

II. Rozvoj vytrvalostních schopností ve vybraných sportovních odvětvích

10 Rozvoj vytrvalostních schopností v atletice (Nosek, Valter)

Vytrvalost je motorická schopnost, která zaujímá významné místo v kondiční přípravě atleta. Je zřejmé, že většina atletických disciplín ve svém souhrnu má rychlostně silový charakter a často je vytrvalost spojována pouze s ryze vytrvalostními disciplínami, ale své nezastupitelné místo má i v tréninku sprinterů, skokanů a dokonce i vrhačů (Tvrzník, 2006 a). Z hlediska znaků vlastního výkonu jsou vytrvalostní schopnosti důležité zejména v běžeckých disciplínách. Čím delší je trať, tím větší podíl vytrvalosti se přímo podílí na výkonnosti atleta. U všech ostatních disciplín představují vytrvalostní schopnosti důležitý prvek ve všeobecném kondičním základu dané disciplíny a uplatňují se ve dvou významech, v tréninkovém a závodním (Dostál, 1992). Například u vrhačských disciplín převažuje tréninkový charakter vytrvalosti, kdy vrhač musí vykazovat určitou míru rychlostně silové vytrvalosti tak, aby byl schopen splnit tréninkové dávky při rozvoji ostatních kondičních schopností. U skoků je to závodní význam. Například ve skoku dalekém nebo trojskoku musí závodník opakovaně provádět rozběh dlouhý až 40 m a ve vertikálních skocích může soutěž trvat i několik hodin, přičemž závodník musí podat maximální výkon až v závěru soutěže. Mnohostrannou speciální vytrvalost, tréninkovou i závodní musí vykazovat vícebojaři (Cacek a kol., 2007, Ryba, 2002).

V rámci diferenciaci již uvedených vytrvalostních schopností se na atletických výkonech podílejí všechny uvedené vytrvalostní schopnosti. Z hlediska účelového se uplatňuje u většiny atletických disciplín speciální vytrvalost. Z hlediska doby trvání pak všechny typy: **rychlostní, krátkodobá, střednědobá i dlouhodobá vytrvalost.**

Rychlostní vytrvalost se uplatňuje ve všech sprintérských bězích do 200 m včetně a také u horizontálních skoků. Energeticky se jedná o výkony anaerobního alaktátového charakteru.

Krátkodobá vytrvalost je charakteristická již pouze pro disciplíny běžecké, které jsou v délce trvání do 2 minut, odpovídající tratím 400 a 800 m a energeticky jsou realizovány převážně v anaerobním laktátovém režimu.

Střednědobá vytrvalost je důležitá při bězích v distancích 1500 m až 3000 m s využitím aerobně anaerobního zdroje energie.

Dlouhodobá vytrvalost se uplatňuje při všech bězích nad 5000 m a přísun energie je převážně realizován v aerobním režimu.

Na atletických výkonech se podílí kromě rychlostní vytrvalosti také strukturálně podmíněné silově vytrvalostní schopnosti. Ve sprintu se uplatňuje **sprintérská silová vytrvalost**, u skoků pak **odrazová silová vytrvalost**.

Vrhači v kondiční přípravě využívají obě speciální složky - sprinterskou i odrazovou silovou vytrvalost. U běžců na střední a dlouhé tratě je míra zastoupení silové vytrvalosti závislá na délce závodní tratě (Tvrzník, 2006 b).

Rozvoj vytrvalosti patří mezi základní úkoly atletického tréninku všech disciplín. U skokanských, vrhačských a sprintérských disciplín se vytrvalost rozvíjí zejména v přípravném období a tvoří základní stavební prvek celé kondiční atletické přípravy. Využívá se převážně obecných tréninkových prostředků ve formě sportovních her, u dětí a mládeže pak i jiných forem jako je běh na lyžích, plavání, jízda na kole, bruslení aj. Obsahově musí odpovídat věku a vyspělosti atleta. Rozvíjet obecnou vytrvalost můžeme již od 7 let aerobní cestou (Dostál, 1992).

V kategoriích od dorostu již zařazujeme také speciální vytrvalost - rychlostní a silovou. Tyto schopnosti rozvíjíme v tréninku speciální vytrvalosti u běžců během celého ročního tréninkového cyklu, ale i v přípravném období skokanů do dálky a trojskoku. (Cacek a kol., 2007). V atletickém tréninku speciální vytrvalosti, zejména u běžců, je často rozvoj vytrvalosti spojován s rozvojem tzv. „**speciálních běžeckých schopností**“. V atletické literatuře se tak pro charakteristiky jednotlivých metod rozvoje a intenzity zatížení užívají pojmy jako je **tempová rychlost, speciální tempo, tempová vytrvalost I. a II.** (Cacek a kol., 2007, Kučera a Truksa, 2000, Moravec, 2004, Písařík a Liška, 1989, Tvrzník, 2006 a).

Tempová rychlost je vyjádřena výkonností běžce na nejbližší kratší trati, než je jeho trať speciální. Například pro běžce na 800 m je vhodný trénink tempové rychlosti v časech odpovídajících jeho maximu na trati 200 a 400 m. Jde o vytváření schopností organismu pracovat i v nejkrajnějších hodnotách kyslíkového dluhu při vysoké koncentraci laktátu (Kučera a Truksa, 2000).

Speciální tempo je definováno jako kombinovaná schopnost rychlostních a vytrvalostních dispozic realizovat všechny funkční předpoklady pro speciální výkon v dané běžecké disciplíně (Moravec, 2004). Kučera a Truksa (2000) hovoří o speciálním tempu jako o rychlosti běhu totožném s tempem na speciální trati, pro kterou je závodník připravován.

Tempovou vytrvalost rozděluje Moravec (2004) na dva stupně: **tempovou vytrvalost I. a tempovou vytrvalost II.** Tempová vytrvalost I. je schopnost běžet tempo trati nejbližší delší trati než je trať speciální. Například pro běžce na 800 m sem patří úseky běžené tempem odpovídající trati 1500 m. Tempová vytrvalost 2 je mírnější forma tempové vytrvalosti a tempo odpovídá běhu na úrovni anaerobního prahu (vytrvalostní běh na úrovni 75-85% maximální tepové frekvence). Tempovou vytrvalost využívají v kondiční přípravě i sprinteři a skokané.

V atletickém tréninku se dále využívají všechny uvedené metody, které jsou prezentovány v úvodní části publikace. Metody zaměřené na lokální vytrvalostní schopnosti (silové, rychlostní) se v atletice uplatňují zejména v tréninku sprinterů, v tréninku vrhačských a skokanských disciplín a my je uvádíme v publikaci Rozvoj a diagnostika silových schopností (Havel, Hnízdil a kol., 2009). Pro rozvoj globální vytrvalosti se v atletice využívají jak metody intervalové a opakovací, tak i metody kontinuální.

Intervalové metody spočívají v přerušování běhu přestávkami, které slouží k částečnému zotavení. V atletické praxi se uplatňují převážně v běžeckých disciplínách od středních tratí výše a využívá se převážně střednědobých a dlouhodobých intervalů extenzivního charakteru. Intervalové metody částečně používají i sprinteři, skokani do dálky a trojskokani, kteří využívají krátkodobé a střednědobé intenzivní intervaly.

Opakované metody jsou charakterizovány přestávkami zaručující plné zotavení. V atletice jsou opět převážně využívány u běžců na středních a dlouhých tratích, ale významně se uplatňují i v tréninku sprinterů a skokanů. U běžců na středních tratích se využívají **metody krátkodobé, střednědobé i dlouhodobé**. Délka úseku může postupně narůstat (např. vzestupná série 200-300-400-500 m) nebo postupně klesat (např. sestupná série 500-400-300-200 m), anebo může být uspořádána „pyramidově“ (např. 200-300-500-300-200 m). U sprinterů se využívají krátkodobé a střednědobé opakovací metody.

Metody kontinuálního rozvoje vytrvalosti se využívají v každodenní atletické praxi u středních a dlouhých tratích. U ostatních disciplín se tyto metody využívají v omezené míře, a to pouze v začátcích přípravného tréninkového období.

a) Souvislá metoda

Souvislá metoda se v atletice využívá ve všech disciplínách. Jedná se zejména o běh realizovaný rovnoměrnou intenzitou v aerobním pásmu. Využívá se v rámci rozcvičení před zátěží všech atletů a také v přípravném období. Vytváří dobré podmínky pro postupnou přípravu všech systémů organismu pro další náročnější formy zátěže. Využívá se jak **extenzivní**, tak i **intenzivní** formy. Jednou z forem intenzivního charakteru je i souvislý stupňovaný běh. Při této metodě se tempo běhu postupně zrychluje. Běžec například začíná v tempu 4:30 min/km a každý další úsek zrychluje a končí na úrovni 3:00 min/km.

b) Střídavá metoda

Tato metoda má největší uplatnění u běžců na středních a dlouhých tratích, ale využívají jí i sprinteri a skokani v přípravném tréninkovém období. V průběhu souvislého střídavého běhu se intenzita a doba zatížení mění podle předem stanoveného plánu, ve stanovených úsecích běžec mění rychlost běhu. Tempo nejrychlejšího úseku se blíží až k hranici anaerobního prahu, následuje úsek v mírném tempu. Tento trénink je velice efektivní a zvyšuje se jím využití $VO_2\text{max}$ (Matěcha, 2006, Moravec, 2004).

c) Fartleková metoda

Fartleková metoda se nejčastěji využívá ve formě nepravidelného střídavého běhu a je často využívána jak u běžců na všech tratích, tak i

v tréninkové praxi skokanů a vrhačů. Program běhu je libovolný. Běžec střídá rovnoměrný běh s úseky zrychlenými s libovolnou délkou dle subjektivního pocitu běžce. Tyto změny tempa nejsou předem plánovány. Fartlek by měl být realizován v přírodním prostředí s členitým terénem. Moravec (2004) rozeznává dvě varianty: ostrý fartlek, který trvá 20-30 minut a volný fartlek trvajících 40-60 min. Stejně jako předchozí metoda je velice progresivní, zvyšující kapacitu VO_2max .

Testování

Zjišťování míry rozvoje vytrvalostních schopností patří mezi základní úkoly tréninkové praxe. Do tréninku zařazujeme kontrolní testy, abychom zjistili zda aplikované prostředky a metody působí efektivně na rozvoj žádoucích specifických schopností. Často se využívají všeobecné testy uvedené v úvodní části publikace. Pro specializované zjišťování vytrvalostních schopností v atletice lze využít různé „kontrolní“ testy. Jako příklad uvádíme nejčastěji zařazované testy vytrvalosti, které jsou zaměřené na jednotlivé disciplíny.

Sprinty: Speciální sprintérská vytrvalost:

- ◆ 150 m z nízkého startu na výstřel, měříme 30 m, 60 m, 120 m a 150 m, rozdílem 30 m letmo v úsecích mezi 30-60 m a 120-150 m zjišťujeme index.
- ◆ 300 m z nízkého startu na výstřel s měřenými úseky po 100 m, po výkonu zjišťujeme hodnotu laktátu.

Tempová vytrvalost:

- ◆ 600 m z polovysokého startu s měřenými úseky po 100 m nebo 200 m, po výkonu zjišťujeme hodnotu laktátu.

Základní vytrvalost

- ◆ Cooperův test (12 min) (Millerová a kol., 2002).

Skok daleký: Speciální rychlostní vytrvalost

- ◆ 150 m z vysokého startu (Velebil a kol., 2002).

Běhy na střední a dlouhé tratě:

- ◆ soutěžní nebo kontrolní závod ve speciální disciplíně
- ◆ Cooperův test,

- ◆ testy speciálního tempa: pro běžce na 800 m- 3x4x200 m s pauzou 60 s, mezi sériemi 6 min.
 - ◆ testy tempové vytrvalosti: 4x4x400 m se startem každé 2 min, pauza mezi sériemi 3 min s odběrem laktátu
- Více testů uvádí Kučera a Truksa (2000, s. 107-108).

Výzkum

V souvislosti s testováním výkonnosti pomocí speciálních testů, se v moderním pojetí tréninkové praxe sledují zejména funkční parametry běžců.

Pro optimalizaci tréninkové praxe a její odezvy na výkonnost běžce se často využívá experimentální šetření odezvy tréninkové praxe na rozvoj funkčních parametrů běžců a výkonnost na závodní trati pomocí spiroergonometrického vyšetření na běžícím pásu.

Například ve výzkumu, realizovaném v rámci bakalářské práce na KTV PF UJEP v Ústí nad Labem 2006, zaměřeném na efektivitu jednotlivých tréninkových metod bylo zjištěno, že aplikace kontinuálních metod rozvoje vytrvalosti byla u běžce na 5000 m málo efektivní, protože došlo ke zlepšení na speciální trati pouze o 2%. Naopak aplikace intervalových metod byla efektivní ze 7% a došlo jak ke zlepšení fyziologických parametrů ovlivňující vytrvalostní výkon, tak i ke zlepšení na závodní trati běžce. Tento fakt potvrzuje i Moravec (2004). Willner (2009) v rámci bakalářské práce analyzoval výkonnost a plnění tréninkového plánu u běžce na 1500 m. Z výsledků vyplývá, že aplikací souboru intervalových a opakovaných metod došlo ke zlepšení výkonnosti na speciální trati o 7 vteřin na hodnotu 3:49,99 min. Současně však nedošlo k výraznému zlepšení fyziologických parametrů běžce. Potvrzuje se tak fakt, že zařazením speciálních tréninkových prostředků dochází k nárůstu výkonnosti, ale nemusí současně docházet k výraznému nárůstu potřebných fyziologických parametrů. Naopak, zlepšuje se jejich efektivita a adaptace na zatížení (Kučera a Truksa, 2000).

Literatura:

CACEK, J. a kol. Trénink vytrvalosti v atletice-úvod. *Atletika*. roč.59. Praha: ČAS, 9/2007, s. 28-29.

DOSTÁL, E. a kol. *Didaktika školní atletiky*. Praha: UK Praha, 1992.

GLESK, P. *Niektore aspekty taktickej prípravy v behoch na stredné a dlhé vzdialenosti*. Praha : ÚV ČSTV, 1988.

KUČERA, V., TRUKSA, Z. *Běhy na střední a dlouhé tratě*. Praha: Olympia, 2000. ISBN 80-7033-324-3

MILLEROVÁ, V. a kol. *Běhy na krátké tratě*. Praha: Olympia, 2002. ISBN 80-7033-570-X

MATĚCHA, M. *Hodnocení tréninkového zatížení běžce na střední a dlouhé tratě*. Diplomová práce. Ústí n/L : PF UJEP, 2006.

MORAVEC, J. a kol. *Teória a didaktika športu*. Bratislava: SVSPTVŠ, 2004.

PÍSAŘÍK, M., LIŠKA, J. *Běhy na střední a dlouhé tratě II. část*. Praha: ÚV ČSTV, 1989.

RYBA, J. *Atletické víceboje*. Praha: Olympia, 2002, s.182. ISBN 80-7033-584-X.

TVRZNÍK, A. Vytrvalost. *Atletika*. roč.58. Praha: ČAS, 9/2006 a, s. 17-19.

TVRZNÍK, A. Silová vytrvalost. *Atletika*. roč.58. Praha: ČAS, 7/2006 b, s. 17-19.

WILLNER, J. *Analýza tréninkového zatížení běžce na střední a dlouhé tratě*. Diplomová práce. Ústí n/L : PF UJEP, 2009.

10.1 Rozvoj vytrvalostních schopností ve sprintu (100 a 200m)

(Valter)

U běhů na krátké vzdálenosti jsou limitujícími faktory výkonnosti především rychlostně silové schopnosti. Vlastní výkon a další výkonnostní růst dále ovlivňuje i úroveň rozvoje rychlostně vytrvalostních schopností, které umožňují vykonávání opakované cyklické běžecké činnosti po delší dobu a v potřebné intenzitě. Čím je sprinterská trať delší, tím je podíl zastoupení vytrvalosti větší. Dělení vytrvalostních schopností jsou uvedena v kapitole „Vytrvalostní schopnosti v atletice“. Prezentovaná klasifikace a charakteristika jednotlivých vytrvalostních schopností vychází ze záměru předkládané publikace a dosavadních poznatků. Rozhodující význam v základní struktuře vytrvalostních schopností má **speciální vytrvalost**, ve které je zastoupena především **silová vytrvalost, rychlostní (sprinterská) vytrvalost a krátkodobá (tempová) vytrvalost**. Střednědobá a dlouhodobá vytrvalost neovlivňují výkonnost sprintera, a proto se jimi nebudeme podrobněji zabývat.

Silová vytrvalost umožňuje vykonávat opakovanou běžeckou činnost. V tréninkové praxi se rozvoj zaměřuje především na sprinterskou silovou vytrvalost (Tvrzník, 2006). Z pohledu lokálního silového projevu se posilují jednotlivé svalové skupiny, které jsou zapojovány do pohybu při běhu. Globální silový projev souvisí s celkovou svalovou činností sprintera. Rozvoj síly se realizuje při běžeckých činnostech, nejlépe ve ztížených podmínkách (svah, odpor, zátěž aj.). Silová vytrvalost a její rozvoj ve sprintu je řešena v publikaci Havel, Hnízdil a kol. (2009) „Rozvoj a diagnostika silových schopností“, proto se jí dále nebudeme zabývat.

Rychlostní (sprinterská) vytrvalost patří mezi nejdůležitější vytrvalostní schopnosti, které se podílejí na sportovním výkonu. Je využívána při udržování vysoké intenzity běhu na dané trati. Rozvíjí se opakovanou běžeckou činností submaximální až maximální intenzity trvající od 7 do 20 sekund. Její rozvoj ovlivňuje také úroveň koordinace jednotlivých pohybů a vlastní technika běhu. Do tréninkových jednotek je zařazována na konci přípravného, ale především v předzávodním a závodním období.

Krátkodobá vytrvalost slouží k obnově a zvyšování fyziologických předpokladů, které umožňují v následné přípravě vykonávat běžecské činnosti v maximální intenzitě bez nadměrné únavy. Současně usnadňuje i rychlejší regeneraci organismu. V tréninkové činnosti je rozvoj krátkodobé vytrvalosti realizován především v základní objemové přípravě, a to především v první části přípravného období. Doba opakované běžecské činnosti se pohybuje v rozsahu od 20 do 80 sekund v závislosti na délce úseků a stanovené intenzitě zatížení.

Z pohledu energetického krytí se tréninková činnost realizuje především v **anaerobním alaktátovém a laktátovém režimu**, v malé míře ve **smíšeném režimu**.

V anaerobním **alaktátovém režimu** se rozvíjí rychlostní (sprinterská) vytrvalost krátkými běžecskými úseky, kdy se intenzita zátěže pohybuje na úrovni 90 - 100 % maxima. Anaerobní **laktátový režim** slouží k rozvoji **rychlostní (sprinterské) vytrvalosti** (uvádí se také pod pojmem speciální sprinterská vytrvalost) i **krátkodobé (tempové I) vytrvalosti** (Hlína, 2002). Do tréninkové činnosti se zařazují převážně delší běžecské úseky, kdy je intenzita zátěže též vysoká a pohybuje se na úrovni 92 až 98 % maxima. Při rozvoji **krátkodobé (tempové I) vytrvalosti** dosahuje hodnot 75 až 85 % maxima.

Rozvoj krátkodobé vytrvalosti (**tempové vytrvalosti II**) je v tréninkové činnosti realizován i ve **smíšeném režimu**, při kterém se intenzita zátěže pohybuje v hodnotách 70 - 75 % maxima. U všech jmenovaných metabolických režimů vychází stanovená intenzita prováděných cvičení z délky zařazených běžecských úseků, počtu opakování a intervalu odpočinku.

Modely rozvoje jednotlivých vytrvalostních schopností publikovali např. Hlína, Jílková, Svoboda (2002), Kampmiller (2003) aj.

Výběr a volba tréninkových prostředků a metod při respektování individuálních a věkových zvláštností sprintera ovlivňuje rozvoj uvedených vytrvalostních schopností. Ve sportovní přípravě se používají obecné a speciální tréninkové prostředky, které jsou pro výkon rozhodující. Mezi speciální prostředky ve sprintu patří například: opakované běžecské úseky z polovysokého nebo polonízkeho startu, opakované letmé, stupňované a rozložené úseky, štafetové běhy, úseky v terénu aj. Zařazují se běžecské úseky nejčastěji

od 40 do 200 m, na začátku přípravy i běžecké úseky do 500 m. Vhodným cvičením je také krátký souvislý běh a fartlekový běh, při kterém se střídá volný běh s krátkými úseky rychlého běhu nebo krátkých výběhů do svahu. Přehled speciálních prostředků uvádí řada autorů: Dostál (1985, 1990), Bohman (1988), Kampmiller (2003), Hlína (2002), Millerová (2003) aj. V další části textu budou některé speciální tréninkové prostředky dále specifikovány.

Při rozvoji vytrvalostních schopností ve sprintu se využívají metody, které jsou popisovány v úvodní části publikace. Za klíčové metody rozvoje speciální vytrvalosti jsou považovány: **metoda opakovací a metoda intervalová**. Při plánování speciální běžecké tréninkové činnosti zaměřené na rozvoj vytrvalostních schopností se uplatňují tyto obecné postupy:

- ◆ postup od delších úseků k úsekům kratším
- ◆ postup přechodu od submaximální intenzity až k intenzitě maximální u zařazených úseků
- ◆ postup od objemového zatížení v krátkodobé vytrvalosti k intenzivnějšímu zatížení v rychlostní (sprinterské) vytrvalosti.

10.2 Charakteristika přípravy a příklady využití metod a tréninkových prostředků zaměřených na vytrvalostní schopnosti u sprinterů

V tréninkové činnosti mládeže **ve věku do 13 let**, kdy se realizuje všeobecná atletická příprava, má vytrvalostní rozvoj převážně aerobní charakter. Dominantní postavení má především rozvoj rychlostních a koordinačních schopností. Vytrvalostní schopnosti přispívají k rozvoji všestranné kondice. Z tohoto pohledu mají nezastupitelné postavení všeobecné tréninkové prostředky, jako sportovní hry (fotbal, futsal, basketbal, florbal), plavání, jízda na kole, běh na lyžích. Dále jsou to různé překážkové dráhy, slalomové dráhy, cvičení na stanovištích s běžeckými pohyby. Ze speciálních prostředků, které úzce souvisí s běžeckou činností, se zařazuje souvislý běh rovnoměrné intenzity, krátký fartlekový běh, ale především opakované běžecké úseky od 40 do 150 m, maximálně do 300 m, speciální běžecká cvičení aj. Doba trvání a intenzita zařazených cvičení z pohledu rozvoje vytrvalostních

schopností musí vycházet z aktuálního kondičního stavu mladého atleta a nesmí negativně ovlivňovat rozvoj rychlostních a koordinačních schopností. Pokud se do tréninkové činnosti zařazují delší úseky od 80 do 300 m, stanovuje se velmi malý počet opakování s dostatečnou dobou odpočinku. Pro rozvoj rychlostní vytrvalosti se zařazují i krátké spojované úseky od 5 do 20 m (člunkové běhy, spojované krátké úseky) s 1 až 2 opakováním. Mezi hlavní metody rozvoje patří: **metoda opakovací a metoda souvislá.**

Ve specializované atletické přípravě, tj. **od 14 let**, dochází k postupnému intenzivnějšímu rozvoji rychlostně vytrvalostních schopností. Aerobní rozvoj pouze přispívá k udržování kondice a je s malou četností zařazován v prvních týdnech přípravného období. Využívá se krátký souvislý běh a běh se střídáním intenzity. V průběhu celého ročního tréninkového cyklu se klade důraz na anaerobní rozvoj v závislosti na délce sprinterské trati a období přípravy. Dominantní postavení mají speciální tréninkové prostředky, které musí být vhodně voleny vzhledem ke stanoveným cílovým rychlostně vytrvalostním a silově vytrvalostním požadavkům. Do tréninkové činnosti se začleňují rovnoměrné, rozložené, letmé, stupňované a spojované běžecké úseky do 300 m, při rozvoji krátkodobé vytrvalosti až do 500m. Vhodná jsou také speciální běžecká cvičení až do 100 m, krátké výběhy do svahů aj. Délky a počty opakovaných úseků a jejich intenzita se stanovuje na základě požadované fyziologické odezvy organismu. Na začátku anaerobního rozvoje se volí delší úseky s nižší intenzitou běhu. S blížícím se závodním obdobím se úseky zkracují a intenzita běhu se zvyšuje. Důležitou kontrolní funkci mají pro rozvoj rychlostní (sprinterské) vytrvalosti kontrolní testy na 150 m a 300 m. Důležitou výpovědní hodnotu mají i opakované úseky od 100 m do 200 m běhané v submaximální až maximální intenzitě. Mezi hlavní metody rozvoje patří: **metoda intervalová, metoda opakovací.**

Příklad využití metod a tréninkových prostředků zaměřených na rozvoj vytrvalostních schopností u běhu na 100 a 200 m

Věk 17 a více let

Rychlostní (sprintérská) vytrvalost (anaerobně alaktátový režim)

Název metody	Popis
Metoda intervalová	Intenzita zatížení: 90 - 97 % maxima Délka úseků: 50 - 90 m Počet úseků : 2 - 6 Pauza mezi úseky: 1,5 - 3 min, i delší podle délky úseků Počet sérií: 2 - 3 Pauza mezi sériemi: 5 - 10 min Charakter zotavných intervalů: aktivní chůze, uvolňovací cvičení
<u>Příklady cvičení</u>	<u>dávkování</u>
1. Opakované běžecké úseky v rovince nebo v zatáčce se stejnými vzdálenostmi	2 -3 série 8 x 40 m 3 -4 série 6 x 50 m 3 série 4 x 60 m 3 série 4 x 80 m
2. Stupňované běžecké úseky	3 série 4 x 90 m
3. Opakované běžecké úseky v rovince nebo v zatáčce s rozdílnými vzdálenostmi	3 série 40 - 60 - 80 m 2 série 30- 60- 90 -30 m
4. Speciální běžecká cvičení (liftink, skipink, zakopávání)	5 sérií 3 x 30 m
5. Opakované běžecké úseky (skokový běh)	3 série 4 x 40 m
Název metody	Popis
Metoda opakovací	Intenzita zatížení: 95 -100 % maxima Délka úseků: 80 - 150 m Počet úseků : 4 - 8 Pauza mezi úseky: 6 -16 min, podle délky úseků Počet sérií: 1 Charakter zotavných intervalů: aktivní chůze, uvolňovací cvičení
<u>Příklady cvičení</u>	<u>dávkování</u>
1. Opakované běžecké úseky se stejnými vzdálenostmi	8 x 80 m
2. Opakované běžecké úseky s rozdílnými vzdálenostmi	90 - 120 - 150 - 120 - 90 m 150 - 100 - 150 - 100 m 120 - 90 - 120 m 80 - 80 - 120 -80 - 80 m

Rychlostní (sprinterská) vytrvalost - speciální sprinterská vytrvalost
(anaerobně laktátový režim)

Název metody	Popis
Metoda intervalová	Intenzita zatížení: 90 -92 % maxima Délka úseků: 90 - 250 m Počet úseků : 3 - 8 Pauza mezi úseky: 3 - 12 min, podle délky úseků Počet sérií: 1 Charakter zotavných intervalů: aktivní chůze, uvolňovací cvičení
<u>Příklady cvičení</u>	<u>dávkování</u>
1. Opakované běžecké úseky v rovince nebo v zatáčce se stejnými vzdálenostmi	8 x 100 m 6 x 150 m 4 x 200 m 3 x 250 m
2. Opakované běžecké úseky s rozdílnými vzdálenostmi	150 - 200 - 250 m 100 - 150 - 150 100 m
3. Stupňované úseky	6 x 200 m
Název metody	Popis
Metoda opakovací	Intenzita zatížení: 96 -100 % maxima Délka úseků: 90 - 300 m Počet úseků : 3 - 6 Pauza mezi úseky: 15 – 25 i více minut, podle délky úseků Počet sérií: 1 Charakter zotavných intervalů: aktivní chůze, uvolňovací cvičení
<u>Příklady cvičení</u>	<u>dávkování</u>
1. Opakované běžecké úseky se stejnými vzdálenostmi	4 - 5 x 150 m 4 x 200 m 3 x 300 m
2. Opakované běžecké úseky s rozdílnými vzdálenostmi	20 - 150 - 120 m 300 - 200 - 150 m 120 - 90 - 120 - 120 m 200 - 300 - 200 m
3. Stupňované běžecké úseky	6 x 150m
4. Kontrolní závod	150 - 200 – 300 m

Krátkodobá vytrvalost – tempová vytrvalost I (anaerobně laktátový režim)

Metoda intervalová	Intenzita zatížení: 75 - 80% maxima Délka úseků: 100 - 300 m Počet úseků : 3 - 8 Pauza mezi úseky: 2 - 3 min, podle délky úseku Počet sérií: 2 - 3 Pauza mezi sériemi: 3 - 6 min Charakter zotavných intervalů: aktivní chůze, uvolňovací cvičení
<u>Příklady cvičení</u>	<u>dávkování</u>
1. Opakované běžecké úseky se stejnými vzdálenostmi	3 série 4 x 200 m 3 série 3 x 300 m 1 - 2 série 6 - 8 x 150 m
2. Opakované běžecké úseky s rozdílnými vzdálenostmi	3 - 4 série 150 - 200 - 150 m 3 série 200 - 150 - 100 m
3. Spojované běžecké úseky s mezichůzí 80 m	3 série 100 - 100 - 100 - 100 m
Metoda opakovací	Intenzita zatížení: 80 -85 % maxima Délka úseků: 150 - 300 m Počet úseků : 2 - 8 Pauza mezi úseky: 2 - 5 min, podle délky úseku Počet sérií: 1 - 2 Pauza mezi sériemi: 5 - 8 min Charakter zotavných intervalů: aktivní chůze, uvolňovací cvičení
<u>Příklady cvičení</u>	<u>dávkování</u>
1. Opakované běžecké úseky se stejnými vzdálenostmi	1 – 2 série 4 x 200 m 1 série 3 x 300 m 1 série 6 - 8 x 150 m
2. Opakované běžecké úseky s rozdílnými vzdálenostmi	1 - 2 série 150 - 200 - 250 m 2 série 200 - 150 - 100 m
3. Opakované běžecké rozložené úseky	2 série (50 - 50 - 50 - 50 m) 4 x 200 m 2 série (150 - 50 - 150 m) 3 x 300 m
4. Speciální běžecká cvičení	2 - 4 série 80 - 100 m

Krátkodobá vytrvalost - tempová vytrvalost II (smíšený režim)

Metoda intervalová	Intenzita zatížení: 70 % maxima Délka úseků: 100 - 200 m Počet úseků : 2 - 5 Pauza mezi úseky: 30 s - 2 min, podle délky úseku Počet sérií: 3 - 5 Pauza mezi sériemi: 3 – 5 min Charakter zotavných intervalů: mezichůze, uvolňovací cvičení
<u>Příklady cvičení</u>	<u>dávkování</u>
1. Opakované běžecké úseky se stejnými vzdálenostmi	3 - 5 sérií 3 - 5 x 100 m 2 - 4 série 2 - 4 x 150 m 2 série 2 - 3 x 200 m
2. Opakované běžecké úseky s rozdílnými vzdálenostmi	3 - 4 série 100 - 150 - 100 m 2 - 3 série 200 - 150 - 100 m
3. Opakované běžecké úseky do mírného svahu	3 – 6 sérií 3 -5 x 40 m
Metoda opakovací	Intenzita zatížení: 70 - 75 % maxima Délka úseků: 300 - 600 m Počet úseků : 3 - 8 Pauza mezi úseky: 3 - 7 min, podle délky úseku Počet sérií: 1 Charakter zotavných intervalů: mezichůze, uvolňovací cvičení
<u>Příklady cvičení</u>	<u>dávkování</u>
1. Opakované běžecké úseky se stejnými vzdálenostmi	6 - 8 x 300m 4 - 5 x 400 m 3 - 4 x 500 m
2. Opakované běžecké úseky s rozdílnými vzdálenostmi	400 - 300 - 400 - 300 m 500 - 400 - 300 - 200 m 500-500- 400 m
3. Opakované běžecké úseky do mírného svahu	4 - 8 x 1500 m

Literatura:

BOHMAN,L.: *Atletika – sprinty*. Praha: Olympia, 1988.

HNÍZDIL, J. a kol. *Rozvoj pohybových schopností*. Ústí n/L: UJEP, 2005. dostupné z URL: http://pf.ujep.cz/ktv/RPS_net/START.htm

HLÍNA, J. a kol. *Běh mužů a žen na 100 a 200 m*. In. Millerová, V. a kol. *Běhy na krátké tratě*.1. vyd. Praha: Olympia, 2002. s. 31 - 41. ISBN 80-7033-570-X

KAMPMILLER,T. *Rozvoj vytrvalostních schopností*. In Sedláček, J. a kol. *Kondičná atletická příprava*.1.vyd. Bratislava: Universita Komenského, 2003. s 32 - 47. ISBN80-223-1817-5

KAMPMLER,T., KOŠŤIAL, J. *Běhy na krátké vzdálenosti*. In. KUCHEN, A. *Teória a didaktika atletiky*. 1.vyd. Bratislava: SPN, 1987. s. 94-114.

MILLEROVÁ,V. a kol. *Základy atletického tréninku*. Praha: Universita Karlova, 1994. s.28 – 40. ISBN 80-7066-984-5

VALTER, L. *Rozvoj vytrvalostních schopností v atletice*. In. HAVEL, Z. a kol. *Rozvoj vytrvalostních schopností*. Ústí nad Labem: UJEP Pedagogická fakulta, 1996. s. 59 - 67. ISBN 80-7044-044-9

VINDUŠKOVÁ,J. a kol. *Abeceda atletického trenéra*. Praha. Olympia, 2003. s.121-127. ISBN 80-7033-770-2

2.2 Rozvoj vytrvalostních schopností v běhu na 1500 m (Nosek)

Běh na 1500 m je klasickou běžeckou disciplínou odvozenou z jedné anglické míle (1609 m). Doba výkonu řadí tuto disciplínu mezi výkony střednědobé vytrvalosti s výrazným podílem anaerobního krytí energie. Poslední studie ukazují, že podíl aerobního a anaerobního krytí je v poměru 40% : 60 % (Cacek a kol., 2007). Při maximálním výkonu se hodnoty maximální spotřeby kyslíku pohybují v hodnotách $75 - 80 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ a hodnota hladiny laktátu v krvi mezi $14 - 16 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. Návrat fyziologických ukazatelů do normálního stavu je pomalejší než například u 800 m, protože důsledky výkonu jsou hlubší a větší kyslíkový dluh je příčinou pomalejšího návratu tepové frekvence (Cacek a kol., 2007, Glesk, 1988).

Běh na 1500 m je také typickou disciplínou tzv. speciální vytrvalosti s vysokou korelací jak s tratí na 800 m, tak s tratěmi na 3000 a 5000 metrů. Vysokou závislost výkonu má tato disciplína také s úrovní rychlosti, respektive tempové rychlosti běhu na 400 m. Proto je podíl aerobní a anaerobní tvorby energie určující při volbě metod a prostředků používaných v tréninku běžce. Nutností je kvalitativně vyšší úroveň aerobních zátěží, která se získává již v prvním přípravném období a plynulý přechod ze zatížení na úrovni anaerobního prahu k tempové vytrvalosti. Nezbytností je připravenost běžce v obecné vytrvalosti a dokonalá technika běhu. Tyto aspekty pak umožňují rozvinout speciální vytrvalost, která je potřebná v dosažení maximálního výkonu na vlastní závodní trati (Kučera a Truksa, 2000).

V tréninku jsou používány všechny metody uvedené v předchozí kapitole. Základem jsou pak metody kontinuální. Intervalové a opakovací metody jsou používány v pozdější části ročního tréninkového cyklu (RTC) přípravy běžce a mají úzkou spojitost s rozvojem všech složek speciální vytrvalosti.

V plánování, volbě tréninkových prostředků a vlastní realizaci tréninku je nutné vycházet z individuálních, věkových a pohlavních zvláštností atleta. U mladších věkových kategorií volíme prostředky pro rozvoj základní vytrvalosti jako je běh, běh na lyžích, plavání, jízda na kole, bruslení aj. Mezi speciálními prostředky můžeme zařadit běžecké tréninky zaměřené na tempovou vytrvalost a speciální tempo,

prostředky rozvíjející speciální silovou přípravu běžce ve formě běhu do svahu, přeběhy překážek, odrazová cvičení, běh se zátěží a speciální běžecká cvičení aj. Více o aplikaci speciálních prostředků pojednávají autoři: Kučera a Truksa (2000), Tvrzník (2006 a, b) a Cacek a kol. (2007).

2.2.1. Charakteristika přípravy a příklady využití metod a tréninkových prostředků zaměřených na vytrvalostní schopnosti

Věk do 14 let

Toto období je z hlediska dlouhodobé přípravy a plánování charakterizováno rozvojem všeobecné atletické přípravy a koncem tohoto období zahájením speciální běžecké přípravy. U této mládežnické kategorie je nutné rozvíjet všeobecný rozvoj všech motorických schopností, funkčních předpokladů a základních tréninkových návyků. Důležitý je zejména nácvik správné techniky běhu, rozvoj rychlostních schopností a také rozvoj techniky ostatních atletických disciplín. Využívá se velké množství tréninkových prostředků i z jiných neatletických sportů jako jsou například sportovní hry, lyžování, plavání aj. Ze speciálních prostředků se zařazuje souvislý běh rovnoměrné nebo střídavé intenzity, opakované běžecké úseky do 400 m, speciální běžecká cvičení aj. Doba trvání a intenzita zatížení musí vycházet z aktuálního stavu atleta a nesmí negativně ovlivňovat všeobecný rozvoj běžce. Mezi hlavní metody rozvoje patří: **kontinuální rovnoměrného zatížení a střídavé zatížení.**

Věk nad 15 let

Od kategorie staršího žactva a přechodu do dorostu se přistupuje ke specializaci na běžecké disciplíny. Hlavním cílem tohoto období je rozvoj speciální vytrvalosti, běžecké koordinace, techniky běhu a také rozvoj rychlostních a silových schopností. Zpočátku by všeobecný rozvoj a všeobecná příprava měla převažovat nad specializovanou přípravou. Později se trénink zaměřuje stále více na anaerobní rozvoj vytrvalosti ve formě tempové vytrvalosti, běhu na úrovni ANP a speciálního tempa. Podíl speciálního tempa a ostatních běžeckých prostředků by měl odpovídat věku a vyspělosti atleta.

V období vrcholné přípravy (věk nad 20 let) je již tréninková zátěž zcela komplexní a obsahuje všechny výše uvedené složky běžecké přípravy.

Z hlediska volby speciálních prostředků se využívají různé typy speciálních tréninků zaměřených nejen na rozvoj vytrvalosti, ale i rychlosti a speciální síly. Mezi takové například patří tzv. „cirkus“ – tréninkový prostředek zaměřený na rozvoj silově vytrvalostních schopností, kdy se střídají cvičení na rozvoj silových schopností formou speciálních běžeckých cvičení, odrazů, výběhů svahů apod. s úseky běžnými meziklusem nebo běžnými rovinkami v relativně vysokém tempu (Kučera a Truksa, 2000). Mezi hlavní metody rozvoje patří: **metody kontinuálního zatížení a také metody opakované a intervalové.**

Příklad využití metod a tréninkových prostředků zaměřeného na rozvoj vytrvalostních schopností

Věk 18 a více let

Střednědobá a dlouhodobá vytrvalost

Název metody	Popis
Metody kontinuální	Intenzita zatížení: 50-85 % max.SF Objem (km): 5-15 km
Příklady cvičení	dávkování
1. Souvislý rovnoměrný běh v terénu	60 - 90 min (140 -150 SF)
2. Souvislý rovnoměrný běh v terénu	15 km (150-160 SF)
3. Souvislý běh na úrovni ANP na dráze	5-8 km (80-85% max SF)
4. Souvislý střídavý běh s úseky 500 m na úrovni ANP	10 -15 km (50-85% max SF)
5. Fartlekový běh v terénu	10-12 km (50-85% max SF)
6. Běžecký „Cirkus“	45 min (60-85% max SF)
1. stanoviště	výběh kopců 2x50m
2. skipink	2x 50 m
3. stanoviště	imitace běžecké práce paží s expandery 1 min
4. slalomový běh	20-30 sek
5. odrazy	20x běžecké odpichy
6. výběhy schodů	2x 20 schodů
Mezi jednotlivými stanovišti meziběh 300 m.	

Střednědobá vytrvalost - Tempová vytrvalost I. (tempo odpovídající trati 3000m)

Název metody	Popis
Metoda intervalová	Intenzita zatížení: 80-90 % max SF
	Délka úseku: 400 m – 1,5 km
	Počet úseků či počet opakování: 3-8
	Pauza mezi úseky či opakováním: 1 až 4 min
	Počet sérií: 2 - 6
	Pauza mezi sériemi: 2 – 6 min
	Charakter zotavných intervalů: mezichůze, meziklus
Objem (km) 3 – 6 km	
<u>Příklady cvičení</u>	<u>dávkování</u>
1. Opakované běžecké úseky	3x (5x400m) s meziklusem 200 m, pauza mezi sériemi 5 min
2. Opakované běžecké úseky	2x(5 x 600 m) s mezichůzí 100 m, pauza mezi sériemi 5 min
3. Opakované běžecké úseky	4-6 x 1000 m s meziklusem 4 min
4. Opakované běžecké úseky	3x 1500 m s mezichůzí 3 min

Tempová vytrvalost II. (tempo odpovídající trati 5 km)

Název metody	Popis
Metoda intervalová	Intenzita zatížení: 80-90 % max. SF
	Délka úseku: 400 m – 1,5 km
	Počet úseků či počet opakování: 3-8
	Pauza mezi úseky či opakováním: 1 až 3 min
	Počet sérií: 1 - 3
	Pauza mezi sériemi: 5 min
	Charakter zotavných intervalů: mezichůze, meziklus
Objem (km) 4 – 10 km	
<u>Příklady cvičení</u>	<u>dávkování</u>
1. Opakované běžecké úseky	2x (10 x 400m) s meziklusem 1 min
2. Opakované běžecké úseky	6-8x 1000m s meziklusem 3 min
3. Opakované běžecké úseky	5-6 x 1200 m s meziklusem 3 min
4. Opakované běžecké úseky	3-4 x 2000 m s meziklusem 6 min
5. Opakované běžecké úseky	2x 3000 m s mezichůzí 10 min

Krátkodobá, střednědobá vytrvalost - Speciální tempo

Název metody	Popis
Metoda opakování	Intenzita zatížení: 90 – 95 % max SF
	Délka úseku: 200 – 600 m

	Počet úseků či počet opakování:	3 – 5
	Pauza mezi úseky či opakováním:	1 až 3 min
	Počet sérií:	2 – 6
	Pauza mezi sériemi:	5 – 8 min
	Charakter zotavných intervalů:	aktivní do zotavení (120 SF)
	Objem (km)	3 – 8 km
<u>Příklady cvičení</u>		<u>dávkování</u>
	1. Opakované úseky	3x (5x300m)
	2. Opakované úseky	5x (200-200-400m)
	3. Opakované úseky	2x(5x400m)
	4. Opakované úseky	3x(500-300-500-300m)
	5. Opakované úseky	4x (200-200-600m)
	6. Opakované úseky	3x (600-400-200m)

Krátkodobá vytrvalost - Tempová rychlost

Název metody	Popis
Metoda intervalová	Intenzita zatížení: 90-100 % max SF. Délka úseku: 100 m – 300 m Počet úseků či počet opakování: 3 – 5 Pauza mezi úseky či opakováním: 1 až 2 min Počet sérií: 2 – 6 Pauza mezi sériemi: 3 – 6 min Charakter zotavných intervalů: chůze, mezikus Objem (km) 3 – 6 km
<u>Příklady cvičení</u>	
	<u>dávkování</u>
	1. Opakované běžecké úseky 6x(100-100-200m) s mezikusem 100m
	2. Opakované běžecké úseky 3x (4x200m) s mezikusem 200 m
	3. Opakované běžecké úseky 4x (200-200-300) s mezikusem 300 m
Metoda opakování	Intenzita zatížení: 90 – 100 % maxSF Délka úseku: 150 m – 500 m Počet úseků či počet opakování: 3 – 5 Pauza mezi úseky či opakováním: do zotavení, 120SF Počet sérií: 2 – 6 Pauza mezi sériemi: 5 – 8 min Charakter zotavných intervalů: aktivní do zotavení (120 SF) Objem (km) 2 – 6 km
<u>Příklady cvičení</u>	
	<u>dávkování</u>
	1. Opakované běžecké úseky 2x (4x300m) s mezichůzí 2 min
	2. Opakované běžecké úseky 150-250-500-500-250-150m s mezichůzí 3 min

Literatura

CACEK, J. a kol. Trénink vytrvalosti v atletice-úvod. *Atletika*. roč.59. Praha: ČAS, 9/2007, s. 28-29.

GLESK, P. *Niektore aspekty taktickej prípravy v behoch na stredné a dlhé vzdialenosti*. Praha : ÚV ČSTV, 1988.

KUČERA, V. a TRUKSA, Z. *Běhy na střední a dlouhé tratě*. Praha: Olympia, 2000. ISBN 80-7033-324-3

TVRZŇÍK, A. Vytrvalost. *Atletika*. roč.58. Praha: ČAS, 6/2006 a, s. 17-19.

TVRZŇÍK, A. Silová vytrvalost. *Atletika*. roč.58. Praha: ČAS, 9/2006 b, s. 17-19.

11 Rozvoj vytrvalostních schopností v basketbalu (Žák)

Tato kapitola je určena především pro studenty oboru tělesná výchova na vysokých školách a trenéry basketbalu. Přestože je orientována na úzce specifikovanou problematiku, doufáme, že si najde cestu i k učitelům tělesné výchovy.

Podíváme-li se na vytrvalost z hlediska basketbalu, zjišťujeme, že tato schopnost se prokazuje nejenom nutností absolvovat utkání v optimálním nasazení, ale i nutností absolvovat v takovém nasazení tréninky (Velenský, Karger, 1999).

S přihlédnutím na dělení vytrvalostních schopností můžeme pro naše potřeby vytrvalost vymezit jako požadavek na realizaci herních činností jednotlivce v utkání nebo v tréninku po celou dobu jejich trvání s optimální intenzitou. Někdy je tento druh vytrvalosti označován jako „herní vytrvalost“. Metodika rozvoje vytrvalostních schopností vychází z potřeb utkání a z dlouhodobé přípravy na ně. Vzhledem k tomu, že délka utkání v basketbalu je považována za projev dlouhodobého zatížení, lze hovořit o dlouhodobé vytrvalosti. Nicméně herní děj se neodvíjí stále stejným tempem, ale obsahuje i kratší intervaly (5 – 10 s), které jsou vyplněné činnostmi prováděnými vysokou až maximální intenzitou. Proto můžeme hovořit o tzv. speciální vytrvalosti, umožňující provádět opakovaně krátkodobé intenzivní pohyby (basketbalové činnosti) poměrně velmi dlouho (Velenský, Karger, 1999).

V našem příspěvku se zaměříme na výběr metod pro rozvoj vytrvalostních schopností v podmínkách sportovního tréninku. Rozhodujícím faktorem pro výběr metody s cíleným tréninkovým zatížením je intenzita prováděné činnosti. Měli bychom si být vědomi toho, že prováděná cvičení vysokou intenzitou vyžadují vysokou koncentraci a plnou pozornost. Tato cvičení trvají velmi krátkou dobu a vyžadují určitou připravenost na anaerobně - alaktátovou činnost, zatímco cvičení nízkou intenzitou trvají delší dobu a jsou energeticky zabezpečena aerobním krytím za přísunu kyslíku. Basketbalový trénink může zahrnovat na jedné straně cílený rozvoj specifických vytrvalostních schopností – rychlostní nebo silovou vytrvalost, střednědobou nebo dlouhodobou vytrvalost, na druhé straně může být

zaměřen na speciální herní vytrvalost, která je v basketbalu charakteristická střídáním krátkodobé intenzivní činnosti s činnostmi málo intenzivními. Intenzita se mění podle průběhu hry. Proto zatížení hráčů v basketbalu zahrnuje činnosti krátkodobé, které jsou zabezpečovány převážně anaerobně - alaktátovým systémem, cvičení střední intenzity, které jsou zabezpečovány systémem smíšeným aerobně-anaerobním a cvičení nízké intenzity zabezpečené aerobním systémem energetického krytí.

Chceme-li v tréninku vyhovět těmto požadavkům, musíme u každé metody respektovat metodotvorné činitele, dále je třeba mít na zřeteli i několik dalších důležitých skutečností:

- o rozvoj kterého z uvedených systémů se bude jednat
- o které období celoročního tréninkového cyklu jde
- jaká je stávající výkonnostní úroveň hráčů
- jaký je aktuální psychický stav hráčů
- při zařazování do tréninkových jednotek je třeba přihlídnout k jeho celkové skladbě

(Velenský, 1987)

Nezapomínejme na fakt, že je potřeba nejprve organizmus připravit na dlouhodobější nepřetržité zatížení formou nepřerušovaných běhů (Velenský, Karger, 1999). U vrcholových hráčů by pak mělo převládat využívání specifických činností. V praxi to znamená volit taková cvičení, jejichž obsah soustřeďuje především činnosti, se kterými se hráči setkávají v utkání. Nespecifickými prostředky rozumíme např. běhy v přírodě, posilování, plavání, lyžování, aj. Těžiště rozvoje vytrvalostních schopností v basketbalu je především v přípravném období. V hlavním období jde u převážné většiny hráčů o udržení dané úrovně. V některých případech pak o rozvoj a to u hráčů, kteří viditelně zaostávají (stavy po nemoci, úrazu, apod.).

Vzhledem k tomu, že obecné (nespecifické) prostředky rozvoje vytrvalostních schopností jsou dostatečně publikovány (např. Fejtek, 1990, Dostál, 1985, 1990), uvádíme zde především příklady cvičení zaměřené na rozvoj speciální herní vytrvalosti. Speciální herní vytrvalost jako pojem charakterizuje všechny projevy vytrvalosti ve

vztahu ke specifickým požadavkům basketbalu. Zátěžové specifické činnosti mají svůj původ v teoretickém zdůvodnění obsahu basketbalu (herní činnosti jednotlivce, herní kombinace, herní systémy) a jeho aplikací se v tréninkové procesu navozují podmínky pro osvojování nových nebo pro opakování dříve osvojených herních dovedností. Zátěžové nespecifické činnosti s obsahem basketbalu relativně nesouvisí, ale podmiňují úspěšnost herních dovedností v nárocích na energetické zabezpečení herního výkonu (kondiční trénink) (Velenský, 2008).

Dělení metod

Pro lepší orientaci v dané problematice uvádím stručnou rekapitulaci metod rozvoje.

Metody pro rozvoj lokální vytrvalosti

- silově vytrvalostní
- opakovaných úsilí (kulturistická)
- kruhová

Metody pro rozvoj globální vytrvalosti

- intervalové
- kontinuální
- opakovací

Metody pro rozvoj rychlostní vytrvalosti

- intervalové
- opakovací

Metody pro rozvoj střednědobé a dlouhodobé vytrvalosti

- intervalové
- kontinuální
- opakovací

Příklady vybraných metod a praktických cvičení vhodných pro rozvoj vytrvalostních schopností v basketbalu

Pro rozvoj lokální vytrvalosti v basketbalu používáme většinou nesespecifické činnosti, které se odvíjí od výběru příslušné metody s přihlédnutím na přípravné, přechodné či hlavní období, u ostatních typů vytrvalostních schopností používáme především činnosti specifické.

Rozvoj rychlostně vytrvalostní schopnosti

Příklady cvičení specifických činností

Přihrávky

1. Přihrávky spojené s obranným pohybem (2 – 4 hráči). Dva hráči stojí čelem proti sobě ve vzdálenosti 4 – 6 m. Jeden hráč se pohybuje obranným pohybem ze strany na stranu mezi dvěma body vzdálenými 2 – 3 m, zpracovává míč a následně přihrává zpět na stojícího hráče.
2. Přihrávky ve dvojicích se dvěma míči. Hráči stojí proti sobě a přihrávají si současně. Varianty – jednoruč, obouruč, na místě, v pohybu, (vzduchem, odrazem o zem).
3. Přihrávky o zeď. Dva hráči stojí vedle sebe (za sebou) a přihrávají si ze vzdálenosti 3 – 4 m) o zeď 1 míčem.
4. Přihrávky se změnou postavení. 3 hráči (2 + 1) stojí proti sobě ve vzdálenosti 4 – 6 m, po přihrávce běží za míčem a zařadí se na konec zástupu.
5. Přihrávky se změnou postavení. 4 hráči (2 + 2) stojí v zástupech ve vzdálenosti 4 – 6 m, po přihrávce se zařazují na konec svého zástupu.
6. Přihrávky v pohybu (2 hráči). Hráči si přihrávají v pohybu cvalem stranou.

Doskakování a stahování míčů

1. 2 hráči pod košem (deskou) provádějí opakované výskoky na určenou metu.
2. 2 hráči pod košem (deskou) provádějí opakované výskoky na určenou metu s přesunem na čáru trestného hodu a zpět.

3. 2 hráči (2 míče) před košem (deskou) si samostatně opakovaně nahazují míč na desku (míč hrají ve výskoku).
4. 4 hráči (1 míč) stojí v zástupu před košem (deskou). Po nahození míče na desku prvním hráčem hraje další hráč míč o desku (jednoruč, obouruč) a pak se zařazuje na konec zástupu.
5. Hráč s míčem stojí před košem (deskou) na levé straně. Nahození provádí tak, že se míč odráží na pravou stranu. Hráč mění své postavení a po zpracování míče vše opakuje z pravé strany.
6. 2 hráči (1 míč) stojí před košem (deskou) - jeden na levé a druhý na pravé straně. Nahazují míč na desku svému spoluhráči, který ve výskoku míč zpracovává a opět nahazuje na spoluhráče.

Střelba

1. Hráč střílí opakovaně ve výskoku na koš z určené mety (5 – 6 m) - míč si sám doskakuje.
2. Hráč střílí opakovaně ve výskoku na koš z určené mety (5 – 6 m) - míč si sám doskakuje a po návratu mění místo střelby (o cca 3 m).
3. 2 hráči (1 míč) - jeden střílí opakovaně ve výskoku z určené vzdálenosti (cca 5 m), pohybuje se mezi dvěma metami (2 – 3 m), po střelbě se přesouvá na metu druhou. Hráč pod košem míč zpracovává a přihrává zpět.
4. 2 - 3 hráči (1 míč) stojí v zástupu 4 – 6 m od koše, střílející hráč po střelbě míč doskakuje, přihrává dalšímu hráči a řadí se zpět do zástupu.
5. 2 hráči (1 míč) stojí v zástupu 4 – 6 m od koše, hráč po druhém střeleckém pokusu míč doskakuje, 2x přihrává zpět a opět zaujímá střeleckou pozici.
6. 4 hráči (3 míče) – 3 hráči stojí pod košem a v určeném pořadí přihrávají na střílejícího hráče vzdáleného 4 – 6 m od koše.

Rozvoj krátkodobé vytrvalosti

1. Metody intervalové

Metoda krátkodobých intervalů

Intervaly zatížení: 15 s – 2 min

Intenzita cvičení: relativně maximální 85-95 %
Počet opakování: podle zvolené délky zatížení (10 – 20)
Interval odpočinku: 1 : 3 nebo postupně zkracovaný 6 – 4 – 2 min
Charakter odpočinku: lehce aktivní
Počet sérií: 1

Stimulace anaerobního výkonu

Intervaly zatížení: 15 s – 45 s
Intenzita cvičení: relativně maximální 85-95 %
Počet opakování: podle poklesu intenzity
Interval odpočinku: 5 – 20 min
Charakter odpočinku: méně aktivní
Počet sérií: 1

Stimulace anaerobní kapacity

Intervaly zatížení: 45 s – 3 min
Intenzita cvičení: relativně maximální 85-95 %
Počet opakování: podle poklesu intenzity
Interval odpočinku: 2 – 8 min
Charakter odpočinku: aktivní
Počet sérií: 1

Příklady cvičení specifických činností:

Driblink

1. Honička ve dvojicích (2 míče).
2. Pohyb hráčů s míčem mezi určenými metami.
3. Pohyb hráčů s míčem (driblinkový slalom) mezi 4 metami (vzdálenost mezi metami cca 3 m).
4. 2 – 3 hráči (2 – 3 míče), driblink za vodičem.
5. Pohyb hráče s míčem (driblink) ve vymezeném prostoru.
6. Dvojice s míčem - kopírování pohybu vodiče cvalem stranou v určeném směru.

Přihrávky

1. Dvojice (1 míč) – přihrávky v pohybu.

2. Trojice (1 míč) – přihrávky v pohybu (vždy přes prostředního hráče).
3. Trojice (1 míč) – přihrávky v pohybu se „zabíháním“ (hráč po přihrávce se pohybuje vždy za hráče, kterému přihrál).
4. Čtveřice (1 míč) – 3 hráči se postaví do trojúhelníku (cca 8 m od sebe), 1 hráč stojí ve středu trojúhelníku. Hráč s míčem po přihrávce na „středového“ hráče si s ním vymění postavení.
5. Dvě družstva proti sobě (vzdálenost a počet hráčů ve družstvu určíme dle dovednostní úrovně). Hráči určeným způsobem (např. přihrávkou obouruč trčením od prsou) přihrávají po určenou dobu do určeného území soupeře. Prohrává to družstvo, které má po ukončení hry ve svém prostoru více míčů.
6. Dvě družstva proti sobě (vzdálenost a počet hráčů ve družstvu určíme dle dovednostní úrovně). Hráči určeným způsobem (např. jednoruč vrchem) trefují míč (míče) tak, aby ho (je) odrazili za určenou metu, která se nachází v poli soupeře. Prohrává to družstvo, které má po ukončení hry za svou metu míč (více míčů).

Doskakování a stahování míčů

1. Po úpravě (čas, intenzita, atd.) můžeme použít již uvedené příklady cvičení zaměřená na rozvoj rychlostně vytrvalostních schopností (viz výše).
2. Dva hráči (1 míč) stojí na čáře trestného hodů. První hráč vystřelí na koš a poté oba hráči míč doskakují a opakovaně střílí (i po úspěšné střelbě!) na koš.
3. Doskakování po střelbě trestných hodů (1 míč). Hráči jsou rozděleni do trojic. Jeden hází trestný hod a druzí dva míč doskakují z určeného místa (místo vedle vymezeného území), po doskoku (i po úspěšném TH!) doskakující hráči střílí opakovaně na koš po určenou dobu.
4. Doskakování po střelbě trestných hodů (1 míč). Hráči jsou rozděleni do trojic. Jeden hází trestný hod a druzí dva jsou připraveni k doskakování z určeného místa (místo vedle vymezeného území). Po střelbě TH všichni (3) doskakují (i po úspěšném TH!) a opakovaně střílí na koš po určenou dobu - driblíng je zakázán!

5. Dvě družstva po 2 - 3 hráčích (1 míč). Soupeřící družstva po nahození míče na desku opakovaně střílí a doskakují – zakázány jsou přihrávky a driblink!
6. Dvě družstva po 5 hráčích. Soupeřící družstva opakovaně doskakují míč. Po získání míče musí nejprve útočící družstvo s míčem vydřiblovat či přihrát nad čáru trestného hodu.

Střelba

1. Po úpravě (čas, intenzita, atd.) můžeme použít již uvedené příklady cvičení zaměřené na rozvoj rychlostně vytrvalostních schopností (viz výše).
2. Obměny střelby po zpracování míče. Hráč bez míče opakovaně zpracovává míč určeným způsobem z určené vzdálenosti, zpracovává míč a střílí na koš.
3. Obměny střelby po úniku s míčem z místa. Hráč bez míče provádí opakovaně únik určeným způsobem z určené vzdálenosti, zpracovává míč a střílí na koš.
4. Obměny střelby po úniku s míčem za pohybu. Hráč bez míče provádí opakovaně únik určeným způsobem z určené vzdálenosti, zpracovává míč a střílí na koš.
5. 3 hráči jsou rozestavěni tak, že jeden stojí bez míče na polovině hřiště, zbývající dva hráči s míčem pod opačnými koši. Hráč bez míče se uvolňuje ke koši, zpracovává míč od spoluhráče, střílí z určené vzdálenosti na koš a hráč, který přihrál běží na opačný koš. Činnost se opakuje.
6. Hráč s míčem střílí na koš z určené vzdálenosti, po doskoku zpracovává míč a přebíhá na opačný koš, kde se tato činnost opakuje.

Rozvoj střednědobé a dlouhodobé vytrvalostní schopnosti

1. Metody intervalové

Krátkodobé intervaly – intenzivní

Intervaly zatížení: 5 – 20 s, délka úseku 30-150 metrů

Intenzita cvičení: 95 – 100 % maxima

Počet opakování: 5 –20

Interval odpočinku: 1: 3, (poměr zatížení a zotavení)

Počet sérií: 3 – 5

Interval odpočinku mezi sériemi: 5 – 10 min

Objem: 3 km

Střednědobé intervaly – intenzivní

Intervaly zatížení: 20 – 60 s, délka úseku 80 - 500 metrů

Intenzita cvičení: 90 – 100 % maxima

Počet opakování: 10 - 40

Interval odpočinku: 1: 3, (poměr zatížení a zotavení)

Počet sérií: 1 – 5

Interval odpočinku mezi sériemi: 5 – 10 min

Objem: 10 km

Střednědobé intervaly – extenzivní

Intervaly zatížení: 1 – 8 min, délka úseku 80 - 2500 metrů

Intenzita cvičení: 85 - 90 % maxima

Počet opakování: 9 - 15

Interval odpočinku: 1: 1-2, (poměr zatížení a zotavení)

Počet sérií: 1 – 2

Interval odpočinku mezi sériemi: 5 – 10 min

Objem: 10 km

Dlouhodobé intervaly – extenzivní

Intervaly zatížení: 8 – 15 min, délka úseku 2000 - 5000 metrů

Intenzita cvičení: : 75 - 90 % maxima

Počet opakování: 2 - 9

Interval odpočinku: 1: 1, (poměr zatížení a zotavení)

Počet sérií: 1 – 2

Intervalu odpočinku mezi sériemi: 10 min

Objem: 12 km

Původní intervalová metoda

Intervaly zatížení: 90 s

Intenzita cvičení: SF na konci cvičení kolem $180 \text{ t} \cdot \text{min}^{-1}$

Počet opakování: cvičení ukončit, je-li na konci konstantního zotavného intervalu SF vyšší než $140 \text{ t} \cdot \text{min}^{-1}$

Interval odpočinku: nejvýše 90 s, do poklesu SF na $140 \text{ t} \cdot \text{min}^{-1}$

Charakter odpočinku: aktivní

Tato "klasická" intervalová metoda ovlivňuje značně dýchací procesy, rozvoj srdečního svalu a aerobní výměnu ve tkáních. Projevuje se to poměrně rychlým zlepšováním $\text{VO}_{2\text{max}}$, ale zdá se, že dosažení zlepšení vytrvalostních schopností pouze touto metodou není příliš stabilní.

Příklady cvičení specifických činností

1. Hra 1 na 1 na jeden koš. Útočník si vybere místo mimo vnitřní prostor, ze kterého zahajuje útok. Po každém zakončení útoku se vrací do výchozího postavení.
2. Hra 1 na 1 na jeden koš. Útočník si vybere místo mimo vnitřní prostor, ze kterého zahajuje útok. Po každém zakončení útoku se vrací do výchozího postavení s tím, že po úspěšném zakončení pokračuje útočící hráč v dalším útoku, po neúspěšném zakončení si hráči role vymění.
3. Hra 1 na 1 přes celé hřiště. Hřiště je rozděleno podélnou osou na dvě poloviny. Útočící hráč smí využít pouze pravou (levou) polovinu. Hráč s míčem přebíhá přes celé hřiště, obránce se ho snaží ubránit (bez vypichování míče) a přitom dodržet správné postavení a postoj, nechá útočníka zakončit (bránit přestane cca u čáry tříbodového hodu) a poté si role vymění.
4. Hra 1 na 1 (2 na 2, 3 na 3) přes celé hřiště. Obránce stojí na čáře trestného hodu čelem ke koši, pod kterým je připraven druhý hráč s míčem. Hráč s míčem přebíhá přes celé hřiště, obránce se ho snaží ubránit (bez vypichování míče) a přitom dodržet správné postavení a postoj. Nechá útočníka zakončit (bránit přestane cca u čáry tříbodového hodu) a poté si role vymění.
5. Hra 2 na 1 na jeden koš (1 míč). 2 útočníci stojí na krajích čáry trestného hodu. Obránce brání hráče s míčem. Na signál se snaží útočníci o zakončení. Hráč, který dal koš (neúspěšně zakončil, dopustil se přestupku či chyby), brání.

6. Hra 2 na 1 přes celé hřiště (1 míč). 2 útočníci stojí na krajích čáry trestného hodů. Obránce brání hráče s míčem. Na signál se snaží útočníci o zakončení na opačném koši. Hráč, který dal koš (neúspěšně zakončil, dopustil se přestupku či chyby), brání.

Další varianta navržená švédskými fyziology

Intervaly zatížení: 3 – 5 min

Intenzita cvičení: relativně maximální, tj. taková, která se blíží maximu intenzity pro daný interval zatížení (co nejvyšší, ale současně taková, aby bylo zatížení ve stanoveném intervalu možné absolvovat rovnoměrně bez výkyvů).

Počet opakování: nelze-li danou intenzitu v dalších opakováních udržet, cvičení ukončit.

Interval odpočinku: 3-5 min

Charakter odpočinku: aktivní

Vzhledem k tomu, že činnost v tomto režimu probíhá za vysoké spotřeby kyslíku po delší dobu, je aerobní výkon mohutně stimulován a rozvíjen na vysokou úroveň.

Příklady cvičení specifických činností

1. Hra 2 na 2 (3 na 3) na jeden koš. Jedno družstvo opakovaně útočí z určeného místa, druhé brání.
2. Hra 2 na 2 (3 na 3) na jeden koš. Družstvo po úspěšném zakončení opakovaně zahajuje útok z určeného místa, po neúspěšném zakončení si role vymění.
3. Hra 2 na 2 (3 na 3) na jeden koš. Družstvo se po získání míče musí, (před zahájením útoku), dostat s míčem za určenou metu.
4. Hra 2 na 2 (3 na 3) na jeden koš. Hráč se po neúspěšném zakončení stává obráncem. Útočníkem se stává jím bráněný hráč ve variantách cvičení 1 – 3.
5. Hra 3 na 2 na jeden koš – varianty cvičení 1 – 4.
6. Hra 4 na 3 na jeden koš – varianty cvičení 1 – 4.

V kapitole jsme se zmínili o anaerobním prahu a intenzitě zatížení na jeho úrovni. Pro rozvoj na úrovni této intenzity je využívána **metoda dlouhodobých intervalů**:

Intervaly zatížení: 8-20 min

Intenzita cvičení: na úrovni ANP

Počet opakování: podle trénovanosti cvičence či sportovce

Interval odpočinku: 6-10 (15) minut

Charakter odpočinku: aktivní

Příklady cvičení specifických činností

1. Průpravná hra 5 na 5 (4 na 4) na jeden koš bez driblinku.
2. Průpravná hra 5 na 5 (4 na 4) na jeden koš s určeným způsobem zakončení.
3. Průpravná hra 5 na 5 (4 na 4) na jeden koš se zakončením z určeného prostoru.
4. Průpravná hra 5 na 5 (4 na 4) na jeden koš se zakončením po určité kombinaci.
5. Průpravná hra 5 na 5 (4 na 4) na jeden koš s určeným způsobem přihrávání, atd.
6. Průpravná hra 5 na 5 (4 na 4) na jeden koš (na jeden koš) bez omezení.

Metody kontinuální a opakovací se v basketbalu používají především v přípravném období s využitím nespecifických činností.

Metoda kontinuální znamená rovnoměrné nepřerušované zatížení nízké a střední intenzity. Metoda fartleková je specifickou variantou této metody, při níž se jako prostředku využívá běhu v terénu. Program běhu je libovolný, skládá se z rovnoměrného běhu prokládaného různě dlouhými zrychlenými úseky podle subjektivního pocitu. V původní koncepci doslova "hra s během". V obecném použití tohoto principu lze hovořit o fartlekové metodě, prostředkem mohou být i jiná cvičení než běh.

Musíme zdůraznit, že i při souvislých metodách můžeme organismus zatížit na úrovni intenzity anaerobního prahu. Tak zvaným "kontinuálním tréninkem" rozumíme jednorázové zatížení s intenzitou na úrovni individuálního anaerobního prahu po dobu 20-45 min.

Toto zatížení vede k synchronizaci činnosti všech zúčastněných orgánů a systémů. Podle plánu lze částečně měnit intenzitu zatížení, protože jinak hrozí nebezpečí tzv. "zafixování" tempa, které potom

měníme jen s obtížemi. Po tréninku volíme převážně pasivní odpočinek do úplného zotavení organismu.

VÝZKUMNÉ PRÁCE

Z námi realizovaných výzkumů vyplynulo, že úroveň vytrvalostních schopností chlapců ve věku 14. – 15. let v Žatci je podprůměrná a úroveň vytrvalostních schopností dívek je v souladu s obecnou populací (Svitáková, 2010). Dále vyplynulo, že při správně sestaveném tréninkovém plánu došlo u 67% hráček ke zlepšení úrovně vytrvalostních schopností (Holubová, 2011).

LITERATURA

- DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha, Olympia 2002
- HOLUBOVÁ, E. *Rozvoj vytrvalostních schopností u 10 - 12 letých hráček basketbalu*. Ústí nad Labem, 2011. 44 s. Bakalářská práce. UJEP Ústí nad Labem, Pedagogická fakulta, katedra tělesné výchovy.
- PERIČ, T. *Sportovní příprava dětí*. Praha, Grada publishing 2004
- SVITÁKOVÁ, Martina. *Vytrvalostní schopnosti 14. - 15. letých žáků základních škol*. Ústí nad Labem, 2010. 59 s. Diplomová práce. UJEP Ústí nad Labem, Pedagogická fakulta, katedra tělesné výchovy.
- VELENSKÝ, E. a kol. *Basketbal*. Praha, Olympia 1987
- VELENSKÝ, M., KARGER, J. *Basketbal*. Praha, Grada publishing 1999
- VELENSKÝ, M. *Pojetí basketbalového učiva pro děti a mládež*. Praha, Karolinum 2008

12 Rozvoj vytrvalostních schopností v gymnastice (Horkel, Horklová)

Charakteristickým rysem jednotlivých druhů gymnastiky jsou koordinačně náročná cvičení v relativně stabilních podmínkách. Posuzování výkonů vychází z kritérií obtížnosti, složitosti a kompozice cvičení za předpokladu správného technického a estetického provedení. Z tohoto důvodu se v rozvoji pohybových schopností u gymnastiky upřednostňuje rozvoj koordinačních a pohyblivostních schopností. U sportovní gymnastiky též schopností silových. Vytrvalost je ve sportovní gymnastice relativně na okraji, ale uplatňuje se v dlouhodobém procesu cvičení (Kučera, 1997).

V současné době vrcholová gymnastika mužů i žen pokračuje v prudkém rozvoji zaměřeném především na zvýšení obtížnosti pohybového obsahu závodních sestav. Tato vysoká obtížnost musí být provedena na požadované úrovni, která je dána pravidly. Aby soutěžní gymnastický výkon nebyl náhodný, je třeba jej v tréninku mnohokrát opakovat. Pro stabilizaci gymnastické výkonnosti je nutné, jak uvádí Fejtek (1989) u ženského gymnastického čtyřboje, dosáhnout takové úrovně kondiční připravenosti, jež by převyšovala požadavky kladené jednotlivými disciplínami gymnastického víceboje. Dokonale ekonomický dynamický stereotyp se vyznačuje minimem funkčních souhybů (Havlíčková, 1994). Zvládnutí dokonalé techniky pohybových struktur je tedy možné za předpokladu propojení kondiční a technické složky sportovního tréninku. Z tohoto důvodu je anaerobní a aerobní kapacita gymnastů a gymnastek chápána jako faktor limitující výkon (Heller, 1988).

Výkony ve sportovní gymnastice patří z časového hlediska mezi výkony rychlostně vytrvalostní, kromě přeskoků, s intenzitou submaximální až relativně maximální, kde již dochází k tvorbě laktátu. U déletrvajících cvičení prostných a na kladině se udává již menší podíl oxidativní dodávky energie (Fejtek, 1989). Tyto disciplíny řadíme mezi výkony krátkodobě vytrvalostní. Podobně i v moderní gymnastice náleží cvičení jednotlivkyň do výkonů krátkodobě vytrvalostních se submaximální intenzitou činnosti. Výjimku tvoří společné skladby, které délkou trvání sestav odpovídají

výkonům střednědobě vytrvalostním, se střední intenzitou motorické činnosti. Z dalších druhů gymnastiky je pro rozvoj funkční zdatnosti využíván aerobik, který považujeme za pohybový program vytrvalostního charakteru střední intenzity na moderní hudbu (Skopová a Beránková, 2008).

V tréninkové jednotce pro rozvoj vytrvalostních schopností doporučujeme využívat specifické didaktické formy (kruhový trénink, cvičení na stanovištích, doplňková cvičení) a soutěže (kdo déle vydrží, opakuje cvičení apod.) Cvičební tvary by měly být dokonale zvládnuty a dbáme i na estetické provedení. V průběhu tréninku je nutno využívat metod motivačních a fixačních, zvláště pak metodu opakování cvičebních tvarů, vazeb a sestav. V ročním tréninkovém cyklu zařazujeme rozvoj vytrvalosti v přechodném období, ve kterém využíváme nesespecifické prostředky (běh, plavání). V přípravném období se zaměřujeme na rozvoj vytrvalosti již prostředky gymnastickými. Za velmi dobrou trénovanost považujeme, když závodník nebo závodnice dokáže dokonale předvést s plnou obtížností dvě sestavy bezprostředně po sobě. Toto provedení přispívá ke standardizaci výkonu závodníků a tuto vytrvalost definujeme jako speciální vytrvalost gymnastů.

Metody pro rozvoj lokální vytrvalosti

Série zahrnují cvičení zaměřená na:

- zatížení svalstva horních končetin a pletence ramenního
- zatížení flexorů trupu
- zatížení extenzorů trupu
- zatížení svalstva dolních končetin

Metoda silově vytrvalostní

Počet opakování:	(20 – 50 i více) nebo doba činnosti (30 sec. až do odmítnutí)
Počet sérií:	3 – 6
Velikost odporu:	30 – 40 % maxima
Rychlost pohybu:	střední až pomalá
Odpočinek mezi sériemi:	30 – 60 sec.

Cvičení statická:

- vzpor na kruzích
- přednos ve vzporu na bradlech (kruzích)
- shyb na hrazdě
- záklon v sedu pokrčmo
- přednos ve svisu na žebřinách
- svis vznesmo na žebřinách

Cvičení dynamická:

- shyby ve svisu ležmo na nízké hrazdě
- kliky ve vzporu ležmo na stálkách
- kliky ve vzporu ležmo – nohy na lavičce
- kliky ve vzporu klečmo
- ze vzporu klečmo vzpor ležmo vysazeně (na špičkách)
- přednožování v lehu na zádech
- z lehu na zádech vzpažit – v sedu skrčit přednožmo (ruce obejmou bérce pod koleny)
- přednožování ve svisu na žebřinách
- z lehu na bříše na konci švédské bedny, nohy kolmo k zemi, zanožování do roviny náradí
- z lehu na bříše na švédské bedně, předklon trupu (kolmo k zemi), opakovaně zvedat trup do roviny náradí
- leh na bříše – vzpažit (s uchopením náčiní), opakované hrudní záklony
- výstupy na lavičku L (P)
- výstupy na lavičku L (P), P (L) skrčit přednožmo
- opakované přeskoky kroužícího švihadla snožmo vpřed (vzad)
- dvojšvihy s kroužením švihadla vpřed (vzad)
- přeskoky kroužícího švihadla vpřed (vzad) střídnož se skrčováním přednožmo povýš
- cval stranou (vpřed) s kroužením švihadla před (vzad)
- házení a chytání plného míče mírně nad hlavu
- cvičení s činkami (cvičení lze provádět i v sedu na velkém míči)
 - úzký podřep rozkročný – připažit: opakovaně předpažit a zpět

- široký podřep rozkročný – připažit vpřed (dlaně dovnitř): opakovaně upažit a zpět
- úzký podřep rozkročný – vzpažit: opakovaně skrčit vzpažmo
- podřep zánožný P (L) – L (P) opřena o stehno, P (L) zapažit povýš: opakovaně skrčit zapažmo povýš
- úzký podřep rozkročný – P (L) předpažit, dlaň vzhůru L (P) skrčit předpažmo, dlaň nad ramenem: opakovaně výměna paží

Metoda opakovaných úsilí (kulturistická)

Počet opakování:	8 – 15
Počet sérií:	3 – 6
Velikost odporu :	60 – 80 % maxima
Rychlost pohybu:	střední až pomalá
Odpočinek mezi sériemi:	1 – 3 min.

- z lehu na zádech, vzpažit – sklapovačky
- shyby ve svisu nadhmatem (podhmatem) na hrazdě doskočné
- náskoky do vzporu na hrazdě po ramena
- kliky ve vzporu na bradlech
- kliky ve vzporu s přednožováním a zanožováním na bradlech
- ze zákmihu ve vzporu klik, u předkmihu vzpor a zpět na bradlech
- ze zákmihu u vzporu klik, u předkmihu vzpor – zákmih na bradlech
- z předkmihu ve vzporu klik, u zákmihu vzpor – předkmih na bradlech
- komíhání ve vzporu na kruzích
- šplh bez přírazu na laně
- přednožit vzhůru ve svisu na žebřinách
- výskoky na tři díly bedny
- přeskoky švihadla snožmo do dřepu
- přeskoky složeného švihadla na čtvrtinu snožmo

Metoda kruhová

Počet opakování:	6 – 20 nebo doba trvání (30 – 60 sec.)
Počet stanovišť :	6 – 12
Počet sérií:	3
Velikost odporu :	30 – 50 % maxima
Odpočinek mezi sériemi:	1 – 2 min.

Příklad č. 1

1. Přeskoky snožmo přes švihadlo.
2. Kliky s oporou stehem o 2 díly bedny.
3. Výdrž ve shybu na hrazdě.
4. Ve svisu zády k žebřinám – přednožit skrčmo
5. Ze shybu stojmo průvleky do svisu vzadu na hrazdě po ramena
6. Náskoky do vzporu na hrazdu po ramena.

Příklad č. 2

1. Komíhání klicmo na bradlech.
2. Ve svisu vzadu na žebřinách – přednožit povýš
3. Výskoky na 3 díly bedny.
4. Výmyky na hrazdě dosažné.
5. Vzpor na koni na šíř – přešvihy skrčmo vpřed a vzad.
6. Komíhání ve vzporu na kruzích.

Metody pro rozvoj globální vytrvalosti

Rozvoj rychlostně vytrvalostní schopnosti

Intervaly zatížení:	15 - 50 s.
Intenzita cvičení:	maximální
Počet opakování:	4 - 25
Počet sérií:	4 - 6
Interval odpočinku:	2 - 5 min.
Odpočinek mezi sériemi	2 - 5 min.
Charakter odpočinku:	aktivní (klidná chůze, protahovací cvičení)

Výběr cvičení:

- výmyk na hrazdě doskočné – vzpor – sešín vpřed do svisu
- vzepření vzklopmo na hrazdě po ramena (na nižší bradlové žerdi) do vzporu – odkmih vzad do stoje na zemi
- vzepření vzklopmo po spádu vzad na hrazdě po ramena
- toč vpřed zvolna na kruzích
- vzepření tahem souruč na kruzích
- kola odbočmo na koni na šíř
- střídání přešvihů únožmo a výšvihu odbočmo na koni na šíř
- vzepření vzklopmo z podporu na pažích vznesmo na bradlech
- vzepření u zákmihu (předkmihu) z podporu na pažích na bradlech
- zákmihem stoj na rukou na bradlech
- výmyk zadem do vzporu vzadu na hrazdě po ramena – seskok s obratem
- přemet stranou, vpřed
- salto vzad na trampolíně
- jeden až dva kotouly s vyhozením náčiní
- cvalový poskok – nůžkový skok – cvalový poskok – skok se zanožením
- přísun – příklep vpřed – přísun – příklep vzad (možno využít i náčiní)
- tři dálkové skoky se stupňovaným odrazem a rozsahem roznožení
- tři dálkové skoky přes kroužící švihadlo, poslední dvojšvihem
- různé přeskoky švihadla na místě s půlobraty vlevo (vpravo), střídají se skoky vpřed a vzad

Rozvoj krátkodobé vytrvalostní schopnosti

Intervaly zatížení:	50 – 120 s.
Intenzita cvičení:	relativně maximální
Počet opakování:	10 - 30
Počet sérií:	4 - 6
Interval odpočinku:	2 - 3 min.

Odpočinek mezi sériemi: 2 - 5 min.
Charakter odpočinku: aktivní (klidná chůze, protahovací cvičení)

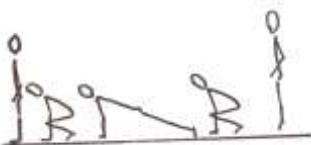
Při cvičení na nářadí a v prostných doporučujeme postupně vyrovnávat poměr mezi vazbami prvků, polovinami sestav a celými sestavami.

Příklady cvičení bez náčiní a s náčiním:

- vzpor ležmo – vzpor dřepmo a zpět



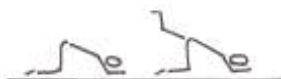
- stoj spojný: vzpor dřepmo – vzpor ležmo – vzpor dřepmo – vzpřím (výskok)



- vzpor klečmo: střídavě zanožit L a P (totéž s posilovací gumou)



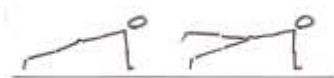
- podpor na předloktích klečmo (hlava v prodloužení trupu, položená na ruku): opakovaně hmity pokrčmo zánožmo L (P) (totéž s posilovací gumou)



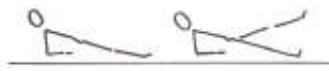
- podpor na předloktích klečmo (hlava v prodloužení trupu, položená na ruku): opakovaně hmity v zanožení (totéž s posilovací gumou)



- vzpor ležmo: mírné zanožení L a P (totéž s posilovací gumou)



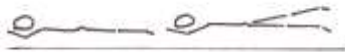
- podpor na předloktích vzadu ležmo: přednožit poníž L a P



- podpor na předloktích vzadu ležmo: skrčit přednožmo povýš L – přednožit – přinožit (totéž P)



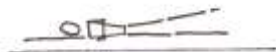
- leh na břicho - pokrčit vzpažmo zevnitř, čelo na hřbety rukou: opakovaně hmity v zanožení P (L)



- leh na břicho - pokrčit vzpažmo zevnitř, čelo na hřbety rukou: opakované hmity pokrčmo zánožmo P (L)



- leh na pravém (levém) boku – P (L) vzpažit, L (P) pokrčit předpažmo (dlaň opřena o podložku): opakovaně hmity v unožení L (P) (totéž s posilovací gumou)



- stoj spojný – špičky na okraji obrácené lavičky, paty na zemi: opakované výpony se skrčením zapažmo (totéž s činkami)



- za chůze nebo běhu střídat plynule různé polohy paží napjatých nebo pokrčených (totéž s činkami)

Příklad cvičení na náradí:

- 4 x polovina sestavy
- 2x polovina sestavy, 1 x celá sestava
- 2 x celá sestava

Příklad cvičení v prostných:

- 8 x akrobatická řada
- 2 x polovina sestavy bez převratových skoků
- 4 x akrobatická řada, 1 x polovina sestavy

Příklad využití nespécifického zatížení:

- běh střední intenzitou (30 s.), druhá polovina sestavy na nářadí
- dynamická rozvíčení pro rozvoj lokální vytrvalosti (20 s.), druhá polovina sestavy v prostných

Pro cvičení v moderní gymnastice doporučujeme procvičovat vazby tanečních kroků, skoků, obrátů a rovnováhy s manipulací náčiní.

Příklady vazeb:

- přeskoky střídnož s pohybem z místa a dvojšvihy na místě (kroužení švihadla vpřed nebo vzad) v sérii 30, 10, 30, 10, 30
- přeskoky střídnož s meziskokem a střídavě skoky snožmo a ve dřepu bez meziskoku v sérii 20, 10, 20, 10, 20
- kutálení míče po zemi s pohybem cvičenky z místa
- vazby s odrážením míče o zem – odrazit míč šikmo stranou pod přednoženou nohou, při dálkovém skoku a ve váze předklonmo
- kroužení obruče s pohybem z místa (chůzí, během, tanečními kroky), střídát s kroužením obruče v čelné rovině s vlnou stranou
- kroužením obruče vpřed, 4 přeskoky snožmo s meziskokem na místě střídát s 2 přeskoky střídnož z místa s navázáním dvojného obrátu ve výponu zkřížném
- kruhy a oblouky se stuhou v rovině bočné (čelné) na místě s hmity podřepmo a výponem střídát s chůzí či během s kresbou stuhy (vlnovky, spirály)
- vazby oblouků, kruhů, osem a vln i s přeskoky v držení stuhy obouřuč (jedna ruka drží stuhu za tyčku, druhá za volný konec)
- kombinace čelných kruhů velkých na místě a malých s pohybem z místa (běh, skoky, taneční kroky)

Rozvoj střednědobé vytrvalostní schopnosti

Intervaly zatížení:	2 - 3 min
Intenzita cvičení:	submaximální
Počet opakování:	nelze-li danou intenzitu udržet, cvičení ukončit
Počet sérií:	2 - 3

Interval odpočinku: 3 – 5 min.
Odpočinek mezi sériemi: 2 - 5 min.
Charakter odpočinku: aktivní (klidná chůze, protahovací cvičení)

Sportovní gymnastika:

- dvě povinné nebo dvě volné sestavy v prostných bez převratových akrobatických skoků
- povinná a volná sestava na kladině bez prvků vyšší obtížnosti
- sestava v prostných bez obtížných tvarů, následují tři akrobatické řady s plnou obtížností (závěrečný doskok do jámy)
- sestava v prostných s plnou obtížností, následuje 5 x běh po obvodu cvičební plochy a sestava v prostných bez prvků vyšší obtížnosti

Moderní gymnastika

- dvě povinné nebo dvě volné sestavy jednotlivkyň následující bezprostředně za sebou

Literatura

FEJTEK, J. *Kondiční bioenergetické aspekty výkonu a tréninku ve vrcholové sportovní gymnastice žen*. Kandidátská disertační práce. Praha: FTVS UK, 1989

HAVLÍČKOVÁ, L. *Fyziologie tělesné zátěže I. Obecná část*. Praha: UK, 1994, s. 180, ISBN 80-7066-506-8

HELLER, J. aj. Fyziologické aspekty rozvoje rychlosti a vytrvalosti u mladých gymnastů vrcholové výkonnosti. *Lékař těl. Vých.*, 16, 1988, č. 1, s. 51 – 55.

KUČERA, M. Působení jednotlivých sportů na organismus. In.: DYLEVSKÝ, I. aj. *Pohybový systém a zátěž*. Praha: Grada, 1997, s. 123 – 133, ISBN 80-7169-258-1

SKOPOVÁ, M. a BERÁNKOVÁ, J. *Aerobik, kompletní průvodce*. Praha: Grada, 2008, s. 208, ISBN 978-80-247-1746-3

13 Rozvoj vytrvalostních schopností v horolezectví (Louka, Černá)

Vytrvalostní schopnosti jsou velmi důležité ve všech horolezeckých disciplínách a tvoří podstatnou složku finálního výkonu. Vzhledem k širokému spektru současných horolezeckých aktivit, počínaje sportovním lezením, kde dominuje silová vytrvalost horní poloviny těla, jak uvádějí např. Hess (1999), Tefelner (1999) a Winter (2007), až po expediční horolezectví, kde dominují vytrvalostní schopnosti celého organismu se zvýšeným důrazem na zatížení dolních končetin, kdy je třeba navíc počítat se specifickými požadavky aklimatizace organismu, jak uvádí např. Rotman (1996, 1997), Schrang (1997), Bernkopf (2001), Louka (2008, 2010).

Rozdělení horolezectví dle charakteru výkonu a prostředí:

- **Sportovní lezení** – závody, bouldering, skalky, nízké velehory do 2500m n. m. Zde dominují silové vytrvalosti horní poloviny těla, požadavky na aklimatizaci jsou minimální, důležitá je všeobecná vytrvalost, především jako důležitý předpoklad zvládnutí náročného speciálního lezeckého tréninku. V opačném případě dochází k častému výskytu poranění prstů, loktů a ramene z důvodu lokálního přetížení.

- Horolezectví v horách
- Horolezectví v nízkých velehorách do 3000m.n.m.
- Horolezectví ve středních velehorách 3000 – 6000m.n.m.
- Horolezectví ve vysokých velehorách nad 6000m.n.m.

Horolezecký výkon v horách se skládá nejen z vlastního lezení, ale i z dalších činností, např. chůze se zátěží – batohem ve strmém terénu, jümarování atd. Sklon svahu podmiňuje různý energetický výdej, intenzitu a způsob zapojení pracujících svalů. Limituje rychlost výstupu i sestupu. Chůze po nerovném terénu rychlostí 5-6 km/h vyžaduje 30-40% VO₂max a lze ji vykonávat po mnoho hodin. Oděv, obuv a náklad zvyšuje zatížení o 1/3, tj. na 50-60% VO₂max. Při sklonu terénu vyšším než 20° je výdej energie zcela závislý na vertikální složce pohybu člověka s nákladem. Výstup rychlostí 450-500 výškových m/h odpovídá průměrně 50% VO₂max, sestup

rychlostí 1000 výškových m/h 30-40% VO₂max. Při výstupu v technicky obtížném terénu se snižuje energetický výdej, což se vysvětluje menšími hodnotami srdeční frekvence (Rotman, 1997, Bernkopf, 2001).

Tab.č.1 Příklady činností v horolezectví, jejich charakteristika a intenzita zatížení (Bernkopf, 2001).

Příklady činností	Intenzita (SF t/min)	Nesená zátěž (kg)	Nadmořská výška(mn.m .)	Doba (hod.)
Turistika–malé převýšení	100 – 150	do 5 kg	0 – 1000	do 6 h.
Vysokohorská turistika Jednodenní horolezecké túry prováděné z horských chat	120 – max.	do 15 kg	1000 – 3000	do 14h.
Horolezectví ve velehorách Expediční horolezectví	140 – max.	cca 25 kg	3000 a výš	dny - týdny

Vliv atmosférického tlaku

Hlavním fyziologickým problémem horolezectví ve velehorách je působení sníženého barometrického tlaku. Je obecně známo, že se stoupající nadmořskou výškou klesá teplota, barometrický i parciální tlak O₂ (tab. č.2).

Tab. č.2 Vztah mezi nadmořskou výškou, barometrickým tlakem, parciálním tlakem kyslíku a teplotou (Havlíčková, 1994).

Výška (m n.m.)	Barometrický tlak (kPa)	Parciální tlak O ₂ (kPa)	Teplota (°C)
0	101,1	25,8	15
2000	79,3	15,3	2
5000	53,9	10,0	-18

Nízký atmosférický tlak způsobuje hypoxii a následné snížení

výkonnosti organismu. Tlak u moře je asi 760 mmHg, na Mt. Blancu (4808m.n.m.) 420 mmHg a na vrcholu Mt. Everestu (8848m.n.m.) už pouze 230 mmHg (Schubert, 2009). Změny, ke kterým v lidském těle ve vysokohorském prostředí dochází, dělíme na reaktivní a adaptační (Havlíčková, 1994).

Reaktivní změny

Reaktivní změny jsou bezprostředními odpověďmi na pobyt ve vysokohorském prostředí. Díky změnám tlaku a parciálnímu tlaku kyslíku ve vzduchu vzniká řada příznaků změny zdravotního stavu, hlavně při rychlém postupu do vyšších nadmořských výšek. Jsou to: zvýšená činnost srdce, bolest hlavy, nechutenství, poruchy spánku, únava, zvýšená diuréza atd., v krajním případě kóma a smrt. (Rotman, 1997).

Negativní příznaky by se měly do několika dnů vytrazit – jestliže se tak nestane, mluvíme o akutní horské nemoci. Záleží, mimo jiné, na individuálních dispozicích jedince a nadmořské výšce.

Adaptační změny - aklimatizace

Aklimatizace je proces relativně dlouhodobého přizpůsobení organismu na prostředí umožněný adaptačními mechanismy. Nad 5300m se nejedná o aklimatizaci, ale o dočasnou adaptaci. Z hlediska fyziologie dochází u aklimatizovaného člověka ke zklidnění srdeční činnosti, plicní ventilaci, ke zmnožení erytrocytů a hemoglobinu. Takto adaptovaný člověk pak může podávat dobrý výkon i ve velehorském prostředí. Výkon v nadmořské výšce nad 3000m není určován trénovaností jedince, nýbrž dobrou aklimatizací (Rotman, 1996, Louka, 2007). Aklimatizace probíhá vždy stupňovitě - po etapách. V praxi to znamená, že se člověk po úspěšné aklimatizaci na dosaženou výšku, ve vyšší nadmořské výšce, musí novým podmínkám znovu přizpůsobovat. Doba potřebná pro aklimatizaci je individuálně odlišná a navíc závisí na rychlosti výstupu, dosažené absolutní výšce, překonaném relativním výškovém rozdílu a zdravotním stavu jednotlivce, viz tab. č.3 (Rotman, 1996). Schrang (1997) uvádí, že vytrvalostní trénink je naprosto nezbytný pro dosažení dobré výkonnosti po aklimatizaci, ale i v plném aklimatizovaném stavu dochází ke snížení výkonnosti o 10% na každých 1500m výšky.

Tab. č.3 Doba aklimatizace ve vztahu k nadmořské výšce (Rotman, 1996)

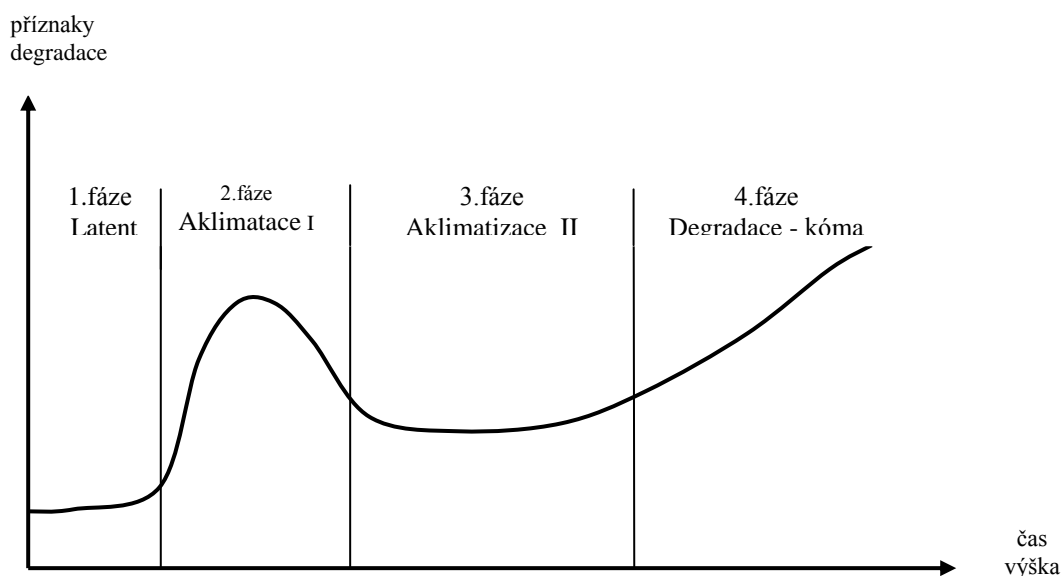
Výška	Doba aklimatizace
3000 m	2-3 dny
4000 m	3-6 dní
5000 m	2-3 týdny
nad 5300 m	nelze se dlouhodobě přizpůsobit

Jak ukazuje tabulka č.3, výškám nad 5300 m se již dlouhodobě přizpůsobit nelze. Nad touto hranicí dochází i při maximálním šetření ke zhoršování zdravotního stavu a snižování výkonnosti (tzv. výšková deteriorace), a to tím rychleji, čím výše se člověk zdržuje. Úplné tělesné zotavení je možné jen pod touto hranicí. (Pelikán, 1999, Schubert, 2007)

Richalet a spol. rozlišují čtyři fáze pobytu ve výšce, jak ukazuje graf č.1 (Rotman, 1997):

- a) Latentní fáze – trvá prvních 6 hodin po příchodu do výšky, bez příznaků akutní horské nemoci.
- b) Aklimatace I – období získávání aklimatizace s velkým rizikem aklimatizačních poruch resp. horské nemoci.
- c) Aklimatizace II – období 2-3 týdnů, během kterých je člověk optimálně přizpůsoben výšce a je schopen největších fyzických výkonů.
- d) Fáze degradace (deteriorace) – období, ve kterém dochází ke zhoršení fyzických i psychických funkcí.

Graf č.1 Čtyři fáze adaptace na výšku – křivka naznačuje průběh zhoršování fyzických a psychických funkcí organismu (Rotman,1997)



Špatná aklimatizace může přivodit různé poruchy. Nejčastěji je to akutní horská nemoc se všemi jejími formami - výškový plicní otok, výškový mozkový otok atp. Příznaky poruchy aklimatizace jsou různé, počínaje bolestí hlavy, nevolnostmi od žaludku, nechutenstvím, nespavostí, ztrátou výkonnosti, zrychlením ranního tepu, krvácením do sítnice atp. a konče poruchami chování, těžkými halucinacemi, dušností, suchým kašlem, cyanózou, poruchami vědomí atp. Poruchy jsou individuální a nemusí být vždy všechny patrné.

Řešením těchto problémů jsou různá léčebná opatření, ale vždy platí, že postiženému se uleví po sestupu do nižších nadmořských výšek, ve kterých by měla probíhat i léčba. Přejít do nižší polohy nelze nahradit žádnou jinou léčbou.

Obecná pravidla aklimatizace

Vystupovat po etapách a vždy přespat v nižší než dosažené výšce.

Dodržovat dobu aklimatizace podle velikosti nadmořské výšky (viz tab. č.3). Na každých 500 m překonané výšky mají připadnout dvě přenocování. Přespávat pokud možno co nejnižše. Spát v poloze s mírně zvýšenou horní polovinou těla. Dodržovat dostatečný přísun tekutin.

Sledovat průběh aklimatizace a při potížích sestoupit do nižších poloh. Jak již bylo řečeno, v reakci na nadmořskou výšku existují

individuální rozdíly. Avšak i osoby s nepříznivou dispozicí mohou vystoupit do extrémních výšek, jestliže dodrží výše popsaná pravidla. Optimálně trénovaný atlet-vytrvalec se na výšku aklimatizuje stejně dobře či špatně jako zcela netrénovaný jedinec. Teprve po ukončení aklimatizace má velký význam ve výkonu i trénovanost horolezce (Rotman, 1997).

Opakovaná aklimatizace i přerušované návraty do nížiny se kumulují. Proto se člověk s více výstupy do nadmořských výšek zpravidla lépe přizpůsobuje novým podmínkám (Schrang, 1997, Pelikán, 1999, Schubert, 2006).

Výzkum

V současnosti je problematika vytrvalostních schopností v horolezectví řešena jako specifická problematika v oblasti sportovního lezení, kde jsou výzkumné práce zaměřeny jak na rozvoj obecné vytrvalosti, např. Vomáčko, L. (1997), Šefl, J. (2009), tak na rozvoj speciální vytrvalosti Tefelner (1999), Kaláb, M. (2010). Například ve výzkumu, realizovaném v rámci diplomové práce na KTV PF UJEP v Ústí nad Labem uvádí Hess (1999) pozitivní vliv speciálního a velmi intenzivního tréninku formou boulderingu na výkonnost v disciplíně lezení na obtížnost.

První výzkumy v oblasti účinků vysoké nadmořské výšky jsou datovány do počátku 20. století, kdy v Himálaji působily první britské expedice v letech 1921, 1922 a 1924, kde, jak uvádí Gillman (1996), byla řešena i problematika využití kyslíku, možnosti přežití nad hranicí 7500m. n. m. a pod ní.

R. Messner a P. Habeler dne 8. 5. 1978 svým výstupem na Mt. Everest bez využití kyslíku ukončili spekulace, zda je to vůbec možné (Messner, 1993).

Problematika rozvoje vytrvalostních schopností v souvislosti se specifickými požadavky v oblasti aklimatizace organismu je řešena ve dvou polohách. Především se jedná o snahu využití tzv. vysokohorského tréninku jako metody, jež umožňuje zvýšit vytrvalostní kapacitu organismu a následně toto navýšení využít při výkonu v nížinách či malých nadmořských výškách (1800 – 2500 m n. m.). Pro výkony ve vyšších výškách, např. expediční horolezectví, je doporučen kvalitní rozvoj obecné vytrvalosti, ale především dokonalá aklimatizace.

Tuto problematiku jsme řešili ve výzkumu realizovaném v rámci diplomové práce na KTV PF UJEP v Ústí n. L., Bernkopf (2001). Výzkum byl zaměřen na problematiku kondiční přípravy před výkonem ve velehorách a následně řešil problematiku aktuální výkonnosti ve výškách 4000 – 4600 m.n.m. Dospěli jsme k závěrům:

- V době zahájení aklimatizace /4 - 5 dnů/ nebyl ve výkonu sledovaných osob významný rozdíl.
- Po uplynutí doby aklimatizace - horolezci, kteří měli lepší parametry VO₂max již před akcí, vykazovali výrazně lepší výkonnost i v následujících dnech.

Další sledování, prováděná v rámci expedic do nejvyšších velehor, ukazují na nutnost kvalitního rozvoje vytrvalostních schopností jak aerobního, tak anaerobního zatížení, např. Louka (1995) – kazuistika v rámci expedice Cho-Oyu, sledování hodnot srdeční frekvence jako prostředku kontroly aklimatizace. Zjištěny byly značně vysoké hodnoty i při velmi pomalém pohybu ve výškách nad 7000 m.n.m. 170 – 188t/min. v objemu 4 – 8 h., při odpočinku zklidnění na 120-130 t/min, z měření vyplývají velmi vysoké nároky na kardiovaskulární systém.

Louka (2000), Brod Peak – Karákóram, Pákistán, pravidelné sledování 6 osob pomocí měřičů SF a pulzního oxymetru. Byly zjištěny např. trvale vysoké hodnoty SF během spánku ve výškách nad 6000m n. m., před aklimatizací se pohybovaly mezi 120 – 135 t/min., po aklimatizaci dochází ke snížení na 90 – 100t/min.

Podobné výsledky byly zjištěny v průběhu expedice Mt. Everest 2004, kdy byly sledovány 3 osoby. Při spánku ve výšce 6800m.n.m. byly zjištěny průměrné hodnoty SF 128 t/min. v rozpětí 105 – 165 t/min. Při pobytu v tzv. ABC / předsunutý tábor/ ve výšce 6200 m n. m., kdy aklimatizace proběhla hladce, se hodnoty klidové SF pohybovaly na 38% max. SF, tj. saturace byla na 83 - 85% O₂. Po 32 dnech pobytu a několika výstupech nad 7000 m n. m. se začala projevovat maladaptace organismu a došlo od přibližně 25. dne ke zhoršení měřených parametrů, pokles saturace O₂ až na 58 % O₂ a zvýšení klidové SF o 13% u všech tří sledovaných osob, což bylo řešeno sestupem do výšky 5000m n. m., Louka (2004).

Nejen naše výzkumy, ale i další práce ukazují, že kromě optimální aklimatizace je nezbytný kvalitní rozvoj vytrvalostních schopností.

Rozvoj vytrvalostních schopností – metody, prostředky a charakteristika

Následující kapitolu jsme rozdělili na dvě části. Celková /obecná/ vytrvalostní příprava a specializovaná vytrvalostní příprava. Obě podkapitoly obsahují stručnou charakteristiku, přehled metod, zásobník cviků a příklady tréninkových jednotek.

Celková /obecná/ vytrvalostní příprava

Cílem je zlepšení vytrvalosti aerobního charakteru, která vede k efektivnějšímu využívání kyslíku ve svalech. Základem je zatížení v intenzitě 130 – 160 t/min v objemu jedné a více hodin, frekvence zatížení 3 - 6 x týdně v závislosti na celkovém objemu práce, výkonnostní úrovni a časových možnostech jedince.

Prostředek	Intenzita zatížení	Doba zatížení	Metoda
Souvislý běh	120-140t/min.	60 – 120 min	Souvislého zatížení
Souvislý běh	130-160t/min.	60 – 120 min	Fartlek
Kolo MTB	120-150t/min.	120 – 240 min	Souvislého zatížení
Lyže - běh	120-160t/min.	120 – 240 min	Fartlek
Plavání	120-160t/min.	10x5min.	Opakované zatížení
Spinning	140-160t/min.	60 – 90 min	Fartlek
Chůze, chůze s batohem, 10-15 kg	120-160t/min.	120-300 min	Souvislého zatížení
In-line bruslení	120-150t/min.	60 – 120 min	Souvislého zatížení

Příklady tréninkových jednotek

1/ Metoda souvislého zatížení s proměnlivou intenzitou - fartlek

Prostředek: běh

Fartlek je metoda souvislého zatížení s proměnlivou intenzitou zatížení. Intenzita běhu se řídí subjektivními pocity běžce a vychází z celkového tréninkového zadání. Tzn.: jestliže je cílem tréninku aerobní vytrvalostní rozvoj, mělo by se základní souvislé tempo – intenzita zatížení, pohybovat v rozmezí 130 – 150 t/min. a úseky zrychlení v délce cca 100 – 200 m na začátku každé páté minuty, by měly být realizovány v intenzitě 150 – 175 t/min. Celkový objem zatížení: 1 - 2 h. Celý trénink lze koncipovat jako určitou hru s rychlostí, zvláště pokud běží skupinka běžců přibližně stejné výkonnosti.

Výhody:

- velmi efektivní metoda;
- napomáhá rozbíjení tréninkového stereotypu;
- časově a materiálově nenáročná.

Nevýhody:

- zatěžuje převážně jen dolní končetiny;
- zvláště ve skupině je snadné přetrénování.

2/ Metoda souvislého zatížení s proměnlivou intenzitou - fartlek

Prostředek: lyže - běh

Běh na lyžích je velice vhodnou formou pro rozvoj obecné vytrvalosti pro horolezce všech disciplín, protože zatěžuje nejen dolní končetiny, ale i svalstvo trupu a horních končetin. Jedná se tedy o velmi komplexní zatížení všech velkých svalových skupin. Dalším přínosem je prostředí, ve kterém zatížení probíhá, protože napomáhá celkové adaptaci organismu.

Není příliš důležité, zda běh probíhá klasickým či volným způsobem, důležité je, aby intenzita zatížení probíhala v rozmezí převažující aerobní práce, tj. 120 – 160 t/min. a celkový objem byl 2 – 4 h.

Dále je velmi důležité, aby nedocházelo ke zbytečnému vyčerpání organismu dehydratací a energetických zásob, proto doporučujeme pravidelně po 20 – 30 min. pít teplého iontového a energetického

nápoje. Při tréninku, který trvá více než 2 h., doporučujeme i energetické gely či tyčinky apod. z důvodu možného ohrožení hypoglykemickým stavem.

Výhody:

- velmi efektivní metoda;
- komplexní zatížení všech velkých svalových skupin;
- adaptace organismu na horské prostředí, chlad, vítr apod.

Nevýhody:

- závislost na podmínkách – sníh, upravené stopy;
- časová dostupnost a materiálová náročnost;
- zvládnutí základní běžecké techniky.

3/ Metoda souvislého zatížení

Prostředek: chůze, chůze s batohem 10 – 15 kg

Chůze patří mezi opomíjené základní tréninkové prostředky z důvodů domnělé nízké intenzity zatížení. Zvláště v kombinaci se zátěží. Stačí 4 – 8 kg a intenzita se zvýší na úroveň volného běhu při srovnatelně shodných parametrech horolezce, dále je možné intenzitu regulovat kopcovitým terénem. Jako zátěž můžeme používat i malé činky v ruce, speciální vestu se zátěží, zátěž připevněnou suchým zipem na zápěstí a kotnících.

Důležité je, aby převažovala intenzita zatížení v rozmezí 120 – 160 t/min. a celkový objem může být 2 – 8 h. Zbytečnému vyčerpání organismu dehydratací a energetických zásob předcházíme pravidelnou konzumací iontového a energetického nápoje v intervalech 30 min. Při tréninku, který trvá více než 2 h., doporučujeme stravu - např. tatrunku, energetické gely či tyčinky apod. z důvodu možného ohrožení hypoglykemickým stavem.

Výhody:

- nenáročné na vybavení;
- nenáročné na dovednosti;
- chůze se zátěží a v kopcovitém terénu optimálně zatěžuje svalové skupiny dolních končetin i trupu;
- oproti běhu nejsou nárazy přetěžovány klouby kolen, kyčlí a páteř.

Nevýhody:

- může být problematická dostupnost vhodného terénu;
- při příliš vysoké váze batohu může dojít k přetížení kloubů a páteře.

Specializovaná vytrvalostní příprava

Cílem je rozvoj vytrvalostních schopností na kvalitativně vyšší úrovni. Uvedený trénink lze využít ve specializované etapě dospělých a mládeže od 16 let, kteří již mají za sebou etapu základního tréninku v rozsahu min. 2 – 3 let. Využívají se především metody intervalové, metody opakovaného zatížení a trénink ve vysokohorském prostředí. Vysokohorský trénink je trénink probíhající ve vyšší nadmořské výšce. Z hlediska sportovního tréninku považujeme za vhodnou nadmořskou výšku pro rozvoj vytrvalostních schopností výšku okolo 2000m.n.m.

(1800 – 2500 m n. m.) (Dovalil, 2002) (Neumann, 1999).

Tradiční trénink ve vysokohorském prostředí využívá efektu adaptace organismu na vyšší nadmořskou výšku a následného přetrvání zvýšených parametrů, např. zmnožení červených krvinek apod. po dobu 3 – 4 měsíců ((Dovalil, 2002).

Důležité je neuspěchat aklimatizaci a nepřetrénovat se. V prvních dnech by měla převažovat intenzita zatížení v rozmezí 120 – 150 t/min. a celkový objem může být 2 – 5 h. Teprve po úplné aklimatizaci můžeme zahájit trénink na vyšší intenzitě zatížení. Důležité je předejít vyčerpání organismu dehydratací dostatečnou a pravidelnou konzumací iontových a energetických nápojů v celkovém množství 5 – 6 l/den.

Vysokohorský trénink nabízí několik základních variant, Neumann (1999):

- spíme ve výšce do 1500m, trénujeme ve výšce okolo 2500 m n. m.
- spíme ve výšce cca 2500 m n. m., trénujeme ve výšce cca 1500 m n. m.
- spíme ve výšce cca 2500 m n. m., trénujeme ve výšce cca 2500 m n. m.

První varianta je nejvíce využívána, poslední varianta je nejnáročnější, ale přináší největší efekt, pokud ji sportovec zvládne. Při

vysokohorském tréninku je velmi důležitá osobní zkušenost, protože reakce organismu na zatížení ve výškách jsou velmi individuální a pro některé jedince je takový trénink vyloženě nevhodný, Neumann (1999).

Důležitou roli při vytváření plánu hraje předchozí zkušenost s vysokohorským tréninkem. Zásadní význam má zpětná kontrola reakce organismu na zatížení. Nestačí pouze záznam SF během výkonu, ale rozhodující jsou hodnoty ranní klidové SF a SpO₂ zjištěné pomocí pulzního oxymetru nebo SF pomocí sporttesteru, Louka (2000, 2004, 2009).

Charakteristika zatížení, prostředek	Intenzita zatížení	Doba zatížení	Metoda
Bouldering/ lezecký trenažér	160- 170t/min	90min.	intervalová extenzivní
Lezení v kombinaci s během	120 – 180T/min	120- 240min.	intervalová extenzivní
Běh	150- 180t/min.	60 – 120 min	intervalová extenzivní
Kolo silniční, horské	150- 180t/min.	120 –180 min	fartlek
Lyže - běh	150- 180t/min.	3x /3x 10´/ 2´volně/	intervalová extenzivní
Spinning	150- 180t/min.	60 – 90 min	intervalová extenzivní
Chůze s batohem v kopcích	150- 180t/min.	120–180 min	souvislá
In-line bruslení	150- 180t/min.	120–180 min	intervalová extenzivní
Lezecký trenažér	150- 180t/min.	120–180 min	intervalová extenzivní
Vysokohorský trénink		10-18 dní	

Příklady tréninkových jednotek

1/ Metoda intervalová extenzivní

Prostředek: bouldering / lezecký trenažér

Lezecký trenažér je zařízení, na kterém můžeme v místnosti kontinuálním způsobem simulovat lezení, aniž bychom se pohybovali vertikálním či horizontálním směrem. Na zařízení lze nastavit rychlost pohybu či náročnost – sklon. Pro rozvoj vytrvalosti je nutné lézt po velkých chytech, aby bylo možné dodržet objem i intenzitu zatížení. Intenzita zatížení 150-170t/min.

Rozcvičení 15 min.

Zatížení: 3 x 3 x 5 min. lezení/ 10s. odpočinku, strečink

30min. vyklusání, vyjetí na kole 120-130t/min.

Závěrečný strečink: 15 min.

Výhody:

- nezávislost na počasí;
- snadná regulace intenzity a objemu;
- struktura pohybu je velmi blízká normálnímu lezení.

Nevýhody:

- obtížná dostupnost;
- vysoká pořizovací cena;
- značný stereotyp.

2/ Metoda intervalová extenzivní

Prostředek: lezení v kombinaci s během

V přírodních podmínkách využíváme možnosti boulderingu nebo lezení s jumarem, kdy nejsme závislí na partnerovi, v kombinaci s během, chůzí, či jízdou na kole.

Tréninková jednotka:

- rozcvičení volný běh 15 min., strečink
- 3x 10min. běh SF 150 – 170t/min./ 5 min. lezení
- 3x 5min. běh SF 170- 180t/min/ 5 min. lezení
- 3x 10min. běh SF 150 – 170t/min./ 5 min. lezení.

Volný běh 15 min. 120 t/min., strečink 15 min.

Výhody:

- snadná regulace intenzity a objemu;
- komplexní struktura pohybu;
- pestré, zábavné.

Nevýhody:

- nutnost vhodných možností pro lezení bez jištění partnerem;
- nevhodné pro začátečníky
- nutná znalost sebejištění.

3/ Metoda souvislé i intervalové metody - vysokohorský trénink

Prostředky: chůze, běh, lezení, MTB, lyže – běžky, skialpy

I. Fáze – aklimatizace 3 – 5 dní

Individuální trénink:

dopoledne: běh/kolo souvislé zatížení 130 – 150t/min v objemu 1 - 2h

odpoledne: volné lezení 2 – 3 hod, odpočinek dle zvažení, strečink, regenerace, masáže.

II. Fáze – ukončená aklimatizace

Metoda intervalová ANP /intenzita intervalů na úrovni anaerobního prahu/

Prostředky: lezení v kombinaci s během, s jízdou na kole či chůzí do kopců se zátěží

Tréninková jednotka:

Rozcvičení volný běh 15 min., strečink

- 3 x /10min. běh SF ANP - 20 min. lezení – 5 min. strečink /
- 3x /5 min. běh SF 90% max. SF, 10 min. lezení - 5 min. strečink/
- 3 x /10min. běh SF ANP - 20 min. lezení – 5 min. strečink /

Volný běh 30 min. 130t/min., strečink 30 min.

Výhody:

- velmi efektivní;
- prokazatelný nárůst výkonnosti;
- komplexní adaptace organismu na horské prostředí, nejen na

vyšší nadmořskou výšku.

Nevýhody:

- ekonomická, organizační náročnost;
- může dojít k přetížení až k přetrénování organismu.

4/ Metoda vysokohorské přípravy ve výškách 4000 – 6000 m n. m **Prostředky:** chůze, skialpy, lezení

Pokud je cílem horolezce výstup ve velehorách nad 7000m.n.m., pak je možné zařadit i vysokohorskou přípravu ve vyšších polohách, např. ve výškách 4000 – 6000 m n. m. Snažíme se o tzv. modelový trénink, kdy se co nejvíce přibližujeme charakteru činnosti, jež nás čeká při finálním výkonu.

I. Fáze – aklimatizace 3 – 7 dní, v závislosti na aktuální výšce
Tréninková jednotka: chůze, lezení, souvislé zatížení 130 – 140t/min v objemu 3 - 5h., intenzita dle pocitů.

I. Fáze – ukončená aklimatizace
Tréninková jednotka: chůze, lezení, souvislé zatížení 130 – 170t/min v objemu 5 - 8h., intenzita dle pocitů.

Využíváme aklimatizace a tzv. zbytkové klimatizace pro následný výkon ve výškách nad 6000 m n. m., kdy díky předchozímu pobytu ve výškách probíhá aklimatizace výrazně rychleji, efektivněji a navíc se ušetří čas a energii pro vlastní výkon /výstup/.

Literatura:

BERNKOPF, M. *Vybrané aspekty kondiční přípravy v horolezectví s využitím*

DOVALIL, J. et al. *Výkon a trénink ve sportu*. 3.vyd. Praha: Olympia, 2009. ISBN 978-80-7376-130-1

GILLMAN, P. *Everest*. Trango 1996. 1. Vydání. ISBN 80-901977-5-2

HESS, P. *Sportovní trénink v soutěžním lezení*. Diplomová práce. KTV PF UJEP Ústí n. L. 1999, 82s.

KALÁB, M. *Vliv specifického a nespecifického tréninku na lezecký výkon*. Bakalářská práce. Praha: UK FTVS. 2010

LOUKA, O. et al. *Základy lezení na umělé stěně - vyb. kapitoly*. Ústí nad Labem: UJEP, 2008. ISBN 80-7044-592-0

LOUKA, O. et al. *Základy turistiky a sportů v přírodě*. UJEP. Ústí n. L. 2010. ISBN 978-80-7414-302-1

LOUKA, O. *Zpráva - expedice Cho-oyu*. 2000. (Nepublikováno).

- LOUKA, O. *Zpráva - expedice Brod Peak – Karakoram*, 2000. (Nepublikováno).
- LOUKA, O., *Zpráva o expedici Everest, Tibet*. 2004. (nepublikováno).
- LOUKA, O., HNÍZDIL, J. *Využití pulzního oxymetru při trekkingu ve velehorách*. KTV PF UJEP, Sborník pohyb, výchova, zdraví 2009. Ústí n. L. ISBN 978-80-7414-213-0
- LOUKA, O., PYŠNÝ, L. *Treking ve vysokých velehorách jako rekreační aktivita*. Těl. vých. Sport Mlád., 67, 2001. č. 3, s. 37 - 40 ISSN 1210 - 7689
- MESSNER, R. *Moje osmitisícovky*. Bratislava. 1993. Tatran. 1. Vydání. ISBN 80-222-0425-0
- NEUMANN, G. aj. *Metody, kontrola a vyhodnocení vytrval. Tréninku*. Praha: GRADA 2004. ISBN 80-247-0947-3
- PELIKÁN, J. Lékařské zabezpečení výprav do velehor. In ROTMAN, I. Bulletin Lékařské komise a Společnosti horské medicíny. Praha: Český horolezecký svaz, 1999, s. 12-22.
- ROTMAN, I. *Aklimatizace v horách*: 1. vyd. Lysá n. Labem: Alpy vydavatelství horské literatury, 1997. ISBN 80-85613-83-2
- ROTMAN, I. *Aktuality horské medicíny*. Praha, Bulletin ČHS, č. 2, 1996.
- ROTMAN, I. *Horolezectví*. In HELLER, J. aj. Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 3. díl. 1.vyd. Praha: UK – Karolinum, 1996, s. 106-124. ISBN 80-7184-225-7.
- SCHRAG, K. *Horská turistika, Trekking*: 1. vyd. Praha: Goldstein & Goldstein, 1997. ISBN 80-86094-05-7.
- SCHUBERT, P. *Bezpečnost a riziko na skále, sněhu a ledu. I*. 1.vyd. Plzeň: Kletr.1997.
- SCHUBERT, P. *Bezpečnost a riziko na skále, sněhu a ledu. II*. 1.vyd. Plzeň: Kletr.1999.
- ŠEFL, J. *Posouzení závislosti tělesné zdatnosti a lezeckého výkonu ve sportovním lezení*. Diplomová práce. Praha: UK FTVS 2009.
- TEFELNER, R. *Trénink sportovního lezce*. Rudolf Tefelner, 1999.
- VOMÁČKO, L. *Současný stav sportovního lezení a jeho trénink*. Praha: UK FTVS. 1997.
- WINTER, S. *Sportovní lezení*. Kopp. České Budějovice. 2007. ISBN 978-807232-294-7.

14 Rozvoj vytrvalostních schopností v nohejbalu (Kresta)

Úvod

Nohejbal se těší velké oblibě nejen u rekreačních hráčů, ale má i svou závodní formu. Dle našeho názoru není v současnosti tréninkovému procesu v této závodní formě věnována patřičná pozornost. Zejména to platí o kondiční přípravě. Aspektů, jež tento fakt ovlivňují, je několik. Na přední místa bychom mohli uvést nedostatek odborné literatury, která se věnuje rozvoji kondičních schopností v nohejbalu. Toto souvisí se vzdělaností trenérů, hráčů v oblasti pohybových schopností. Tímto příspěvkem bychom chtěli napomoci k nápravě současného stavu předložením kapitoly o rozvoji vytrvalostních schopností v nohejbalu.

Tělesnou přípravu, v teorii sportovního tréninku lze rozdělit na základní a speciální. Vytrvalostní (základní) přípravu, lze v nohejbalu úspěšně realizovat aplikací poznatků z pramenů, které se této problematice podrobně věnují. Míjíme tím poznatky z jiných sportů, popř. základní teoretická východiska k rozvoji vytrvalostních schopností (např. Dovalil a kol., 2005, Psotta, 2006, Kaplan, 1999 aj.). My se v dalším textu zaměříme na rozvoj vytrvalostních schopností v rámci speciální přípravy hráče nohejbalu. Popř. se budeme snažit přiblížit rozvoj vytrvalostních schopností nohejbalistů činnostmi, jež se v nohejbalu vyskytují.

Vyjdeme-li z premisy, že dobrý výkon hráče v nohejbalovém utkání je podmíněn odpovídajícím stupni rozvoje pohybových schopností, je třeba tyto schopnosti rozvíjet. Vytrvalostní schopnosti mají své místo v kondičním tréninku nohejbalistů, protože jejich úroveň může přímo ovlivňovat kondiční - tedy i herní výkon nejenom smečářů, ale i ostatních hráčů (nahrávačů, polařů, blokařů). Tuto domněnku, se kterou se plně ztotožňujeme, podporují i další autoři, kteří se v minulosti okrajově kondiční přípravou v nohejbalu zabývali (Kovanda, 1976, Žigala, 2001, Stehlík, 2003).

Současný stav poznání v oblasti rozvoje vytrvalostních schopností v nohejbalu

Pro východiska k aspektům rozvoje vytrvalostních schopností by bylo vhodné znát analýzy herního výkonu hráče v utkání, resp. jeho kondiční části. Bohužel v současnosti nejsou k dispozici věrohodné analýzy výkonu hráče z pohledu kondičních schopností, a tudíž jsme nuceni vycházet z určitých premis týkajících se determinace vytrvalostního výkonu nohejbalisty.

Několik málo známých údajů se vztahem k vytrvalosti uvádíme. Průměrná doba trvání jednoho setu v utkání je jedním ze stěžejních ukazatelů. Kovanda (1976) uvádí průměrná trvání jednoho setu cca 10 min ve hře trojic a cca 7 min ve hře dvojic. Utkání se však hraje 2-3 sety a během jednoho dne je hráč nucen sehrát většinou více utkání. Je třeba brát v potaz také charakter pohybové aktivity v této sportovní hře, který nazýváme intermitentní (podrobněji Psotta, 2003). V nohejbalu, dle publikovaných studií, dochází ke střídání pohybové aktivity a inaktivity hráče (Stejskal, 2002; Žigala, 2001; Kresta, 2004). Jediné fyziologické údaje o nohejbalu pocházejí z šedesátých let. Průměrná spotřeba kyslíku za minutu je při hře jednotlivců 3,5-4,5 litru, tedy obdobná, která byla tehdy naměřena veslařům. Ventilace vzduchu byla naměřena u trénovaných sportovců při nohejbalové hře kolem 93 litrů za minutu. Při pětisetovém zápase byla hráčům naměřena ztráta hmotnosti 1,6 kg (Seliger a Choutka, 1961).

Smečář potřebuje pro útočnou činnost (útočné údery) až 25krát opakovaně zvedat dolní končetiny (Stejskal, 2002) do výšek až kolem 2m (Kresta, 2004). Blokař musí opakovaně stavět blok, pohybovat se poskoky na síti. Nahrávač a polař realizují opakované běhy různými způsoby. Proto u hráčů hraje relevantní roli lokální specifická vytrvalost. V delších zápasech družstev (několik utkání po sobě) se stává důležitější i vytrvalost dlouhodobá. Z časového hlediska odhadujeme, že ve hře se objevuje zejména vytrvalost rychlostní krátkodobá. Z hlediska energetického krytí se přikláníme k spíše anaerobní vytrvalosti.

Rozvoj vytrvalostních schopností v rámci speciální tělesné přípravy

Metody a jejich charakteristiky jsou uvedeny v obecné části této monografie. Trenér musí vzít vždy v úvahu typ vytrvalostních schopností, který by rád rozvíjel, dále zvolí adekvátní popsané metody. Příklady cvičení uvádíme níže. Výběr vhodných metod a konkrétních cvičení (v rámci speciální přípravy) by měl respektovat didaktické zásady tělovýchovně vzdělávacího procesu. Jedná se zejména o zásadu uvědomělosti a aktivity (vysvětlit, proč rozvíjet vytrvalost, motivovat hráče k interiorizaci), zásadu přiměřenosti (věku, pohlaví apod.), zásady individuálního přístupu a emociálnosti (navodit dobrou atmosféru při cvičení). V neposlední řadě je třeba respektovat zásadu soustavnosti a trvalosti. Samozřejmostí by mělo být dodržování didaktických forem tréninku. Ve vytrvalostní přípravě bychom měli brát v úvahu fakt, že i když hráč smečuje pouze jednou nohou, není vhodné rozvíjet lokálně pouze jen jednu polovinu těla. Právě naopak, rozvoj by měl být symetrický, popř. s kompenzačním účinkem, právě díky preferenci jedné dolní končetiny při např. útočném úderu. Při jednostranném zatěžování může docházet ke svalovým dysbalancím, které mohou vést např. k nesprávnému držení těla a jiným negativům.

Soubor cvičení pro rozvoj vytrvalostních schopností v nohejbalu

Rozvoj lokální vytrvalosti

Je vázána na oblast silových schopností a my tedy používáme metody s kombinovaným účinkem síly a vytrvalosti. Patří sem metoda vytrvalostní, izometrická, kruhová. Jsou popsány v kapitole Rozvoj silových schopností v nohejbalu, uvedenou ve skriptech Havel, Z. Hnízdil, J. aj.: Rozvoj silových schopností. Ústí n/L., PF 2009.

Rozvoj globální vytrvalosti

Rozvoj rychlostní vytrvalosti

Metoda intervalová

Intenzita zatížení: 90-100 % SF_{max} , vždy co možná nejvyšší pro danou dobu zatížení.

Délka zatížení: 20 sec

Počet opakování: 6

Pauza mezi opakováním: 2 min

Počet sérií: 4

Pauza mezi sériemi: 5 min

Charakter zotavných intervalů: aktivní

Cvičení:

1. Smečování s doběhem – hráč provádí smeč po vlastním nadhozu přes síť, běží na základní čáru hřiště. Tento cyklus opakuje po dobu trvání zátěže. Následuje odpočinek, poté další opakování.
2. Blokování s doběhem – hráč postaví blok na síti, poté běží na základní čáru hřiště. Tento cyklus opakuje po dobu trvání zátěže. Následuje odpočinek, poté další opakování.
3. Vybírání míče – polař vybírá soupeřem zasměčovaný míč v pravé polovině hřiště, ihned přebíhá do levé poloviny a opět vybírá další smeč. Tento cyklus opakuje po dobu trvání zátěže. Následuje odpočinek, poté další opakování.
4. Vybírání míče II – polař vybírá soupeřem zasměčovaný míč v pravé polovině hřiště, ihned zaujímá základní postavení a vybírá ulití („krat’as“) soupeře zahrany do pravé poloviny hřiště. Tento cyklus opakuje po dobu trvání zátěže. Následuje odpočinek, poté další opakování.
5. Vybírání míče III – polař vybírá soupeřem libovolně zahrany míč (smeč, ulití, zatačka atd.) v pravé (levé) polovině hřiště. Po vybrání se vždy vrací do základního postavení. Tento cyklus opakuje po dobu trvání zátěže. Následuje odpočinek, poté další opakování.
6. Nahrávání – hráč provádí nahrávku u pravého kůlu u sítě, ihned běží k druhému (levému) kůlu a provádí opět nahrávku

druhým míčem. Trenér vždy nahrávajícímu míč nadhodí. Tento cyklus opakuje po dobu trvání zátěže. Následuje odpočinek, poté další opakování.

7. Nahrávání II – hráč provádí stojatou nahrávku u pravého kůlu u sítě, poté si míč kopne do levé poloviny hřiště a opět provede stojatou nahrávku. Tento cyklus opakuje po dobu trvání zátěže. Následuje odpočinek, poté další opakování.
8. Nahrávání III – hráč provádí nahrávku z jednoho vyznačeného kruhu do druhého. Nahrávka je provedena vždy z voleje a hráč je nucen se přemísťovat do kruhu, do kterého právě směřuje nahrávka. Tento cyklus opakuje po dobu trvání zátěže. Následuje odpočinek, poté další opakování.
9. Podání – hráč provede servis od pravé postranní čáry a přebíhá k druhému míči, který je připraven uprostřed za základní čarou. Poté opět servíruje a přebíhá k třetímu míči, který je připraven u levé postranní čáry. Tento cyklus opakuje po dobu trvání zátěže. Následuje odpočinek, poté další opakování.

Rozvoj krátkodobé vytrvalosti

Metoda krátkodobých intervalů

Intenzita zatížení: 85-95 % SF_{max}

Délka zatížení: 30 sec

Počet opakování: 10

Pauza mezi opakováním: postupně zkracovaný 6 – 4 – 2 min.

Počet sérií: 1

Pauza mezi sériemi: -

Charakter zotavných intervalů: lehce aktivní

Cvičení: možno využít všech cvičení uvedených pro rozvoj rychlostní vytrvalosti.

Rozvoj střednědobé a dlouhodobé vytrvalostní schopnosti

Kontinuální souvislá metoda intenzivní

Intenzita zatížení: 65 – 85 % SF_{max}

Délka zatížení: 40 min

Počet opakování: 1

Pauza mezi opakováním: -

Počet sérií: 1

Pauza mezi sériemi: -

Charakter zotavných intervalů: -

Cvičení:

1. Hra singlů – hrajeme modelované utkání jeden proti jednomu na singlové hřiště. Hráč má pouze jeden dotek míče (jako v tenisu). Míč musí vždy nechat spadnout na zem po přeletu od soupeře, nesmí se smečovat (možno udeřit míč pouze pod úrovní sítě). Cílem není výhra, ale udržení rovnoměrného zatížení. Nemělo by docházet k výrazným výkyvům v intenzitě činnosti či dokonce k inaktivitě.
2. Nepřerušovaná průpravná hra (utkání nohejbalu) – realizujeme hru trojic, dvojic nebo jednotlivců s cílem omezit (vytěsnit) veškeré přestávky v pohybové činnosti. Je nutná přítomnost podavače míčů, který ihned po ukončení jedné výměny (získání bodu jedním mužstvem), hodí podávajícímu hráči nový míč. Ostatní hráči musí okamžitě zaujmout svá základní postavení. Hráčům je zdůrazněno, že není možné přejít do stavu pohybové inaktivity (stoj).
3. Obíhačka – jeden až dva hráči (popř. více) se postaví na základní čáru po obou stranách hřiště (min. dva proti jednomu). Hráč nejbliže pravé postranní čáře provede servis křížem přes síť a ihned přebíhá na druhou polovinu hřiště. Tento servis odehrává prvním dotykem po dopadu hráč, který je nejbliže pravé postranní čáry a tento opět ihned přebíhá na druhou polovinu hřiště. Toto realizujeme libovolně dlouhou dobu. Cílem není vyřazení

soupeře, ale udržení rovnoměrného zatížení, tj. míče ve hře. Nemělo by docházet k výrazným výkyvům v intenzitě činnosti či dokonce k inaktivitě.

4. Souvislý, rovnoměrný běh kolem hřiště, tělocvičny – s vedením míče fotbalovým způsobem po zemi nebo ve vzduchu (žonglování), popř. driblingem (basketbalově, házenkářsky).
5. Nohejbalové nahrávky vnitřní stranou nohy nad sebe.

Kontinuální střídavá metoda

Intenzita zatížení: srdeční frekvence 130 – 140 t.min⁻¹ a na hranici ANP (160 – 180 t.min⁻¹)

Délka zatížení: 30 min

Počet opakování: 2

Pauza mezi opakováním: 30 min

Počet sérií: 1

Pauza mezi sériemi: -

Charakter zotavných intervalů: - aktivní

Cvičení:

1. Přihrávání o zeď – hráč realizuje přihrávky (nahrávky) o zeď na které je naznačena síť. Možno s dopadem, bez dopadu před odehráním. Nemělo by docházet k inaktivitě.
2. Průpravná hra jiných sportovních her (fotbal, basketbal apod.) – realizujeme hru v počtu 2- 6 hráčů v družstvu dle trenérem modifikovaných pravidel dané sportovní hry. Je nutná přítomnost podavače míčů, který ihned po ukončení akce (míč mimo hru), hodí hráčům nový míč. Hráčům je zdůrazněno, že není možné přejít do stavu pohybové inaktivity (stoj).
3. Průpravná hra (utkání nohejbalu) – realizujeme hru trojic, dvojic nebo jednotlivců s cílem omezit (vytěsnit) veškeré přestávky v pohybové činnosti. Je nutná přítomnost podavače míčů, který ihned po ukončení jedné výměny (získání bodu jedním mužstvem) hodí podávajícímu hráči nový míč. Ostatní hráči

musí okamžitě zaujmout svá základní postavení. Hráčům je zdůrazněno, že není možné přejít do stavu pohybové inaktivity (stoj).

Závěr

Jsme si plně vědomi současného neuspokojivého stavu v tréninkovém procesu nohejbalu (srovnej s ČNS, 2004). Oblast pohybových schopností je na tom zřejmě nejhůře – bývá velmi podceňována samotnými hráči i trenéry. Nepřikláníme se k názoru některých nohejbalistů, že není třeba se věnovat cíleně rozvoji pohybových schopností, že postačí jejich rozvoj v průpravných hrách a utkáních. Důvodem je znalost nohejbalového prostředí, kde se nepohybuje dostatečný počet adekvátně vzdělaných odborníků na rozvoj pohybových schopností, jako tomu je u jiných sportovních her (fotbal, hokej, basketbal atd.). V těchto sportovních hrách se objevují další možnosti rozvoje pohybových schopností (srovnej s Bukač, 2009).

Z vlastní zkušenosti víme, že rozvoj vytrvalostních schopností je u aktérů tréninkového procesu v nohejbale podceňován. Nicméně se domníváme, že tyto schopnosti je třeba metodicky rozvíjet a bez tohoto rozvoje nelze realizovat úspěšnou hru. Velkým problémem je motivace k rozvoji těchto schopností. Hráči a trenéři si neuvědomují, že pohybové schopnosti je možné rozvíjet i zábavnou formou, např. pomocí pohybových her (Kresta, 2003, 2004a, 2004b). Další možnost naznačuje inspirace ve výše jmenovaných jiných sportovních hrách (např. Bukač, 2009). Špatný (nesystematický, žádný) proces rozvoje pohybových schopností se negativně projevuje na herním výkonu samotných hráčů a tím i družstev.

Literatura

BUKAČ, L. Revize kondičního tréninku ve sportovních hrách. *Fotbal a trénink*, 2009, č. 4, s. 12-14. ISSN 1212-3390.

ČNS. *Analýza stavu nohejbalového hnutí v ČR, 5. etapa: trenéři a rozhodčí (výzkum v oblasti trenérství)*. Praha: Český nohejbalový svaz, 2004. [online] c 2005, poslední revize 2005 [cit.2010-12-12].

Dostupné z <http://www.nohejbal.cz>

DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. 1.vyd. Praha:

Olympia, 2005. ISBN 80-7033-928-4.

- KAPLAN, O. *Volejbal*. 1.vyd. Praha : Grada Publishing, spol.s r.o., 1999. ISBN 80-7169-762-1.
- KOVANDA, V. *Nohejbal pro trenéry II. a III. třídy*. Praha : Olympia, 1976.
- KRESTA, J. Pohybové hry a nohejbal 1. *Nohejbal-Footballtennis*, 2003 , roč. 2 , č. 6 , s. 26 .
- KRESTA, J. Pohybové hry a nohejbal 2. *Nohejbal-Footballtennis*, 2004 , roč. 3 , č. 1 , s. 24 .
- KRESTA, J. Pohybové hry a nohejbal 3. *Nohejbal-Footballtennis*, 2004 , roč. 3 , č. 3 , s. 27 .
- KRESTA, J. *Nahrávka jako důležitý aspekt pro útočnou činnost v nohejbale*. Diplomová práce. Ústí nad Labem : UJEP, 2004.
- PSOTTA, R. *Fotbal – kondiční příprava*. 1.vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-0821-3.
- PSOTTA, R. *Analýza intermitentní pohybové aktivity*. 1.vyd. Praha: UK, 2003.
- SELIGER, V. & CHOUTKA, M. Nohejbal ano nebo ne? *Nohejbal-Footballtennis* , 2003 , roč. 2 , č. 4 , s. 17 .
- STEHLÍK, V. *Metodická skripta nohejbalu*. Plzeň : Vlastimil Stehlík, 2003.
- STEJSKAL, P. *Komplexní analýza hry špičkových družstev na ME 2001 v nohejbale trojic*. Diplomová práce. Praha : Universita Karlova, 2002.
- ŽIGALA, M. *Nohejbal*. 1.vyd. Spišská Nová Ves : Žigala Marián, 2001. ISBN 80-968633-6-3.

15 Rozvoj vytrvalostních schopností v plavání (Vaněčková)

Jak vyplývá ze struktury plaveckého výkonu, rozvoj motorických schopností je vedle zdokonalování dovedností rozhodující částí tělesné přípravy plavce. Vytrvalostní schopnosti zde zaujímají významné místo. Jsou důležitým prvkem všeobecného kondičního základu u všech plaveckých disciplín. Touto tematikou se u nás zabývá řada autorů: Hoch (1987), Hofer (2003), Juřina (1978), Motyčka (2001).

Na plaveckých výkonech se podílejí všechny vytrvalostní schopnosti, které jsou prezentovány v úvodní části publikace. Z kritéria účelového se uplatňuje u většiny plaveckých disciplín speciální vytrvalost. Z časového hlediska pak všechny typy: rychlostní, krátkodobá, střednědobá a dlouhodobá vytrvalost. Rychlostní vytrvalost je charakteristická pro sprinty 50, (100) metrů, krátkodobá se uplatňuje u všech plaveckých disciplín v distancích 100, (200) metrů. Střednědobá vytrvalost je důležitá při plavání 200, 400, 800 metrových tratí a dlouhodobá vytrvalost se uplatňuje u plaveckých disciplín, které jsou v délce trvání nad 10 minut, tj. 1500 m a disciplíny dálkového plavání tj. 5 km, 10 km, 15 km, 20 km...

Juřina (1978) formuluje podstatu plaveckého výkonu jako schopnost překonávat hydrodynamický odpor, jenž vzniká pohybem plavcova těla ve vodním prostředí. Tento fakt je základním aspektem při rozvoji pohybových schopností plavce. Ať už jde o tratě, jejichž charakter je vytrvalostní, nebo o sprinty, jedno mají společné – dynamický pohyb plavce musí být vždy vykonáván mnohonásobně, nemůže být tedy vykonáván s maximální intenzitou a vždy jde o rozvoj schopností silově vytrvalostních. Silovou vytrvalostí rozumíme schopnost překonávat odpor břemena v podmínkách vytrvalostní činnosti. V plavání jde především o potřebu dynamické silové vytrvalosti. Závislost mezi maximální silou a trváním práce (nebo počtem opakování silových úsilí) je přímá pouze v těch případech, kdy

velikost zatížení v opakovaných pohybech je větší než 30% hodnoty maximální síly (Hoch, 1983).

Je důležité zmínit další specifikum plaveckého sportu, a to obtížnost náhrady vodního prostředí jinými tréninkovými metodami. Tzv. suchá příprava je z tohoto pohledu doplňkem a zpestřením. Tím samozřejmě nelze zpochybnit pozitivní význam všech pohybových dovedností získávaných v rámci tohoto tréninku. Trénink na suchu tvoří sice významnou, ale jen pomocnou součást přípravy plavců. Patří sem cvičení imitující časové, ale i prostorové parametry plaveckých pohybů a používající zatížení, která se přibližují nárokům skutečného plavání. Tato cvičení se většinou provádí pomocí gumových expanderů a ergometrických přístrojů. Rozvoj silově vytrvalostních schopností pomocí uvedených pomůcek je usměrňován velikostí zatížení, počtem opakování a frekvencí pohybů. Další aerobní činnosti na „suchu“ - běh, cyklistika, míčové hry a související pohybové aktivity rozvíjí všeobecné kondiční schopnosti plavce.

Plavecká vytrvalost je takovou vytrvalostí vegetativních a nervosvalových funkcí, která se projevuje ve stabilitě úsilí v opakujících se lokomocích, ale také ve stabilitě jemných pohybových koordinací, které únava narušuje ze všeho nejdříve (Hoch, 1983). Základem pro vytrvalost v plavání je kapacita VO_2 max. Při plavání trati je důležité, na jaké úrovni je spotřeba VO_2 max. Tím je určena horní hranice. Výsledkem je maximální (tj. 80% maxima) délka a rychlost, kterou může plavec plavat bez toho, aby produkoval laktát, který by se objevil při vyšším úsilí (Jursík, 1991). Při plavecké aktivitě, která vyžaduje stanovenou rychlost energetického výdeje, bude mít plavec s vyšší VO_2 max vytrvalostní výhodu. To však neznamená, že jedinci s nejvyšší VO_2 max budou automaticky nejlepšími plavci na delší vzdálenosti. Je to podobné jako u síly: teprve správná technika umožní efektivně využít této fyziologické přednosti. Na druhé straně však, mají-li dva plavci stejnou dovednostní úroveň, pak plavec s vyšší aerobní kapacitou získá rozhodující výhodu v disciplínách trvajících více než několik málo minut.

Existuje všeobecná shoda, že je $VO_2\text{max}$ při maximálním zatížení nejlepší laboratorní mírou plavcovy aerobní kapacity. U normálně aktivních chlapců a dívek se $VO_2\text{max}$ pravidelně zvyšuje asi od 5. až 6. roku, paralelně se zvětšováním tělesných rozměrů. Vytrvalostní trénink může zvýšit $VO_2\text{max}$ prepubertálních dětí o 10-30 % nad hodnoty pozorované u normální populace (Felgrová, 2005).

V plaveckém tréninku se využívají metody, které jsou popisovány v úvodní části publikace. Metody pro rozvoj lokální vytrvalosti jsou vázány na oblast silových schopností a jsou již uvedeny v publikaci Rozvoj a diagnostika silových schopností (Havel, Hnízdil a kol., 2009). Pro rozvoj globální vytrvalosti se v plavání využívají jak metody intervalové a kontinuální, tak i metody opakovací. Při využití jednotlivých metod v konkrétním tréninkovém motivu zvažujeme tyto parametry:

- a) intervaly zatížení (délka souvislého plavání);
- b) intenzitu zátěže (rychlost plavání);
- c) charakter zátěže (plavecký způsob, technika);
- d) počet opakování a počet sérií;
- e) u nesouvislé zátěže interval (délku) odpočinku mezi jednotlivými úseky a náplň odpočinku.

Intervalová metoda

Je nejnáročnějším, ale i neúčinnějším prostředkem pro rozvoj plavecké vytrvalosti. Touto metodou lze za použití rozmanitých programů rychle zlepšit aerobní zdatnost. Zátěžové dávky se střídají s odpočinkem a zotavení není úplné. V plavecké praxi se využívá převážně střednědobých intervalů extenzivního i intenzivního charakteru.

Kontinuální metoda

a) Souvislá metoda

Spočívá v souvislém plavání dlouhých úseků - několikanásobných než ve skutečném závodě. Používá se v začátcích aerobního tréninku a to prakticky u všech plavců, bez ohledu na jejich specializaci. Využívá se jak extenzivní, tak i intenzivní formy. Typická je tendence posilovat souvisle uplavanou vzdálenost, nejlépe kraulem, který je

kondičně nejvhodnějším plaveckým způsobem. Pokud je úroveň této techniky neuspokojivá, s hrubými chybami, je možné plavat libovolně a střídat plavecké způsoby. V počátcích je vhodné směřovat souvislé plavání k určité přiměřené metě, např. 12 minutové plavání (test), u dětí používat soutěžní formy.

S růstem technických dovedností a s rozvojem zdatnosti je nutné rovněž postupně zvyšovat rychlost plavání během souvislé zátěže (Čechovská, 2001). Nutnou podmínkou je plavání technikou bez hrubých chyb. Důležitým úkolem je stabilizace („vyplavání“) optimální individuální techniky (Čechovská, 2009). Vytrvalost je touto metodou získávána pomaleji než například tréninkem intervalovým, ale její výsledky jsou stálejší a déle vydrží. Vytváří podmínky pro zdokonalování techniky plavce, psychické uvolnění od závodní činnosti a radost z pohybu ve vodě, sebedůvěru z uplavaných vzdáleností atd.

b) Střídavá metoda

Podstatou této metody je střídání intenzity při souvislém plavání. Změna intenzity plavání může být navozena změnou techniky plavání, využitím prvkového plavání, pomůcek a podobně (Čechovská, 2001). Střídavá metoda vede k rychlé aktivaci krevního oběhu a dýchání v důsledku střídání rychlosti plavání. Je velice efektivní a zvyšuje se jím využití $VO_2\max$ (Giehrl, Hahn, 2000).

c) Fartleková metoda

Jedná se o rovnoměrné plavání dlouhých tratí prokládaných různě dlouhými zrychlenými úseky podle okamžité volby plavce. Fartlek má možnost velmi bohaté a pestré obměny, např. plavání prvků a střídání více plaveckých způsobů. Intenzita a rychlost je proměnlivá (Tippmann, 1989). Využívání fartleku vyžaduje sebekázeň při dodržení plánovaného zatížení. Je nezbytně nutné střídat nejen obsah zátěže, ale donutit se měnit dostatečně i intenzitu (Čechovská, 2001).

Metoda opakovací

U této metody se mezi opakované zatížení zařazují takové přestávky, které vedou téměř k úplné regeneraci organismu plavce. V

plavecké praxi se metoda používá k rozvoji speciální závodní vytrvalosti. Využívají se zejména krátkodobé a střednědobé opakovací metody.

Vytrvalostní trénink zaměřený na aerobní čerpání energie je významný pro všechny plavecké disciplíny. (Jursík, 1991). V plavecké tréninku je důležité pořadí, v jakém se jednotlivé druhy vytrvalosti rozvíjejí. Rozvoj aerobní vytrvalosti má časově předcházet rozvoji anaerobnímu.

Obecný postup při rozvoji plavecké vytrvalosti:

1. etapa – v této etapě se plavec orientuje na aerobní vytrvalost. Hlavní metodou je volné plavání dlouhých tratí (1500 – 3000 m) rovnoměrnou i střídavou rychlostí. Často je používán fartlek, velká pozornost se věnuje technice plavání. Hmatové vjemy hydrodynamického odporu jsou při pomalém plavání časově delší, což má význam pro rozvoj pocitu odporu vody.

2. etapa – zde je vytrvalostní rozvoj zaměřen na zdokonalení laktátových anaerobních možností. Metodou je intervalový trénink (délka úseků obvykle nepřesáhne 100 m). Intervaly odpočinku jsou polovinou doby zatížení.

3. etapa – trénink je zaměřen na rozvoj alaktátových anaerobních možností, hlavní metodou je zde sprinterský intervalový trénink (plavání velmi krátkých úseků (např. 12,5 m)) maximální rychlostí.

Ovlivnění vytrvalostních schopností nepatří k obtížnějším tréninkovým úkolům. Adaptabilita systémů, které tyto schopnosti podmiňují, je větší než u ostatních kondičních schopností. První změny lze očekávat za několik týdnů. Důležité je ovšem cílené zatížení (Dovalil, 2009).

V následující tabulce (Tabulka 1) je charakter tréninkových metod v plavání z hlediska vlivu na rozvoj rychlosti a vytrvalosti.

Tab. 1 Charakter tréninkových metod v plavání z hlediska vlivu rozvoje rychlosti a vytrvalosti

Trénink. metoda	Rychlost	Vytrvalost
Sprintérský trénink	90%	10%
Opakovací trénink	80%	20%
Intervalový trénink	40 -50%	50 -60%
Fartlek	25%	75%
Distanční plavání	10%	90%

Převzato (Jursík, 1991)

Testování

Součástí plaveckého tréninku je také zjišťování míry rozvoje kondičních schopností. Jsou využívány kontrolní testy, které napomáhají zjistit efektivitu aplikovaných metod a prostředků. Speciální plaveckou 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 (Neumann et al., 2006). Komplexní výkonnostní diagnostika se v plavání skládá z více testů, jejichž cílem je ověřit rozvoj jednotlivých dílčích schopností a následná konfrontace výsledků s normami. Jako příklad uvádíme nejčastěji zařazované testy vytrvalosti. Patří sem dle Pansolda a

Zinnera (1991) *Stupňovitý test vytrvalosti*. Jeho provedení není však v praxi jednoduché a je k němu zapotřebí nákladného zařízení. Délka trati se pohybuje mezi 200 a 400 m podle toho, zda se jedná o sprintera nebo plavce specializujícího se na delší tratě (4 – 8 x 200 m, 4 – 8 x 400 m). Neumann et al. (2005) uvádí stupňovitý test, kde se testuje 8 x 100 m, 8 x 200 m nebo 4 x 400 m a test je rozložen do pěti stupňů. Oproti jiným možným testovacím postupům v plavání, které probíhají na čas, není v tomto případě přesný čas jednotlivých úseků tolik důležitý. Podstatné je, aby byli sportovci schopni udržet danou rychlost plavání.

Mezi další testy lze uvést:

- *soutěžní nebo kontrolní závod ve speciální disciplíně*
- *Cooperův test*
- *souvislé plavání 30 minut (60 minut)*
- *více testů uvádí Sweetenham a Atkinson (2006).*
- ***Conconiho test pro diagnostiku vytrvalostních schopností plavců***

Pomocí upraveného Conconiho testu lze:

- stanovit anaerobní práh plavce,
- určit cílový čas pro trénink na úrovni anaerobního prahu,
- zjistit přibližnou úroveň aerobní vytrvalosti plavce

Při úpravě základního modelu Conconiho testu je nutno vzít v úvahu jednotlivá specifika plavání. Během testu musí plavec uplavat nejméně 14 – 16 úseků o délce 50 metrů. Při tom musí v každém úseku stupňovat tempo o 0,5 sekundy až do doby, kdy již další zrychlení není možné. Mezi jednotlivými úseky je interval odpočinku 10 sekund. Z časů docílených na jednotlivých padesátimetrových úsecích a z příslušných srdečních frekvencí zaznamenaných v paměti kardiometru je sestaven graf. Z tohoto grafu lze odečíst rychlost plavání a srdeční frekvenci pro výkon na úrovni anaerobního prahu. Pro dostatečně průkazné provedení testu je potřeba nejméně 14 odplavaných úseků. (Viktorjeník et al., 2001).

Před vlastním zahájením testu provede plavec obvyklé rozcvičení a rozplavání. Po rozplavání připevníme plavci na hrudník pás s kardiometrem. Start je proveden z vody a dosažené časy z jednotlivých úseků jsou zaznamenávány do testovacího protokolu (Příloha 1). Pro objektivní vyhodnocení testu je žádoucí zaznamenávat

srdeční frekvenci každých pět sekund. Nezbytnou součástí testu je poskytování zpětné vazby plavci. Po každém uplavaném úseku musí být plavec informován o dosaženém čase. Úkolem plavce je snaha o dodržení časových limitů. Pokud se již nedaří zrychlení na následujícím úseku, odplave plavec ještě dvakrát padesátimetrovou vzdálenost maximálním úsilím. Po ukončení testu zůstává plavec ve vodě pro změření zotavovací hodnoty srdeční frekvence v první, druhé a třetí minutě po zátěži. (Viktorjeník et al., 2001).

Data z protokolu jsou zaznamenávána do grafu – na vodorovnou osu nanášíme hodnoty rychlosti, na svislou osu hodnoty srdeční frekvence. Po spojení bodů vzniká esovitá křivka. V místě odklonu křivky od linearity se nachází hodnota anaerobního prahu sledovaného plavce.

Na základě získaného grafu můžeme rozlišit tyto informace:

- a) Jestliže má křivka pozvolný levopřavý stoupající průběh se zřetelným bodem odklonu od linearity, je u plavce potvrzena vysoká úroveň aerobní vytrvalosti. Zotavovací srdeční frekvence by měla být po jedné minutě nižší než 140 tepů/min, po druhé minutě nižší než 125 tepů/min, po třetí minutě nižší než 110 tepů/min.
- b) Jestliže je křivka velmi strmá, bod odklonu od linearity je ostrý, hodnota srdeční frekvence je vyšší než 190 tepů/min, plavec se relativně brzy dostává k hraničnímu zatížení. Na křivce se tato skutečnost projevuje jejím strmým průběhem a výrazným zlomem. Plavec má nedostatečnou aerobní výkonnost. (Viktorjeník et al., 2001).

Tento upravený Conconiho test je vhodný pro využití v trenérské praxi. Např. z hlediska specifiky vodního prostředí, kde se odezva plavcova organismu může do jisté míry lišit od hodnot naměřených na bicyklovém ergometru ve funkční laboratoři. Přesto je vhodné získané údaje ověřit také v laboratorních podmínkách.

Výzkum

V současné době se stále více daří v rámci komplexní výkonnostní diagnostiky využívat poznatky z oblasti struktury plaveckého výkonu. Na základě mnoha výzkumných studií jsou vytvářeny konkrétní

metodické výstupy. Ty umožňují specifikovat různé cesty zvyšování plavecké výkonnosti. Testováním plavecké výkonnosti se zabývala diplomová práce na katedře tělesné výchovy PF UJEP v roce 2010. Bylo zjištěno, že aplikace intervalových metod byla efektivní z 8 % a současně došlo ke zlepšení fyziologických parametrů plavců (Fibich, 2011)

Plavecké motivy rozvíjející střednědobou a dlouhodobou vytrvalost:

Kontinuální souvislá metoda

zatížení 50 – 70 % maximální rychlosti plavání daného úseku vlastního plavání (bez pacek, ploutví)

- souvislé plavání rovnoměrnou rychlostí kraulem 12 minut (30 min, 1 hod)
- souvislé plavání rovnoměrnou rychlostí kraulem 400m (800 m, 1 km)

Kontinuální střídavá metoda

- souvislé plavání 400 m (800 m, 1 km) se střídavou intenzitou (50 - 70 % max.) např.:
 - střídání úseků 50m kraul rychle (70 %), 50m prsa pomalu (50 %)
 - prvkové plavání (nohy rychle, paže pomalu)
 - střídání plaveckých způsobů (kraul rychle – střídání znak, prsa pomalu)
 - nepravidelné střídání (12,5 m kraul rychle, 12,5m technické cvičení, 50 m kraul pomalu)
 - zrychlení je pouze 5 m před obrátkou a 3 záběry po výjezdu z obrátky

Kontinuální metoda-fartlek

- souvislé plavání 1000 m kraul – fartlek

Intervalová metoda střednědobá intenzivní

- 10 x 50 m (90 – 100 % max) se startovním skokem, pauza mezi úseky 30 s, počet sérií 1 – 3, interval odpočinku mezi sériemi 5 -

10 minut volného vyplavání

Intervalová metoda střednědobá extenzivní

- 10 x 400 (85 – 90 % max) start z vody, pauza mezi úseky 1 minuta.

U všech uvedených tréninkových motivů je možné využít plaveckých pomůcek (ploutve, packy) pro rozvoj silové vytrvalosti.

Plavecké motivy rozvíjející rychlostní (sprinterská) vytrvalost (anaerobně alaktátový režim)

Intenzita zatížení: 90 – 97 % max

- 4 – 6 x 15 m startovní skok, delfínové vlnění pod vodou, 35 m volně vyplavat
- 4 – 6 x 20 m 2 záběry před obrátkou + delfínové vlnění pod vodou, 30 m volně vyplavat

Literatura

- ČECHOVSKÁ, I., MILER, T.: *Plavání*. Praha: Grada 2001, s.130. ISBN 80-247-9049-1.
- ČECHOVSKÁ, I. *Jak rozvíjet vytrvalostní schopnosti v plavání. Technika a trénink*. [online]. 2009, aktualizováno 10.07.2009 [cit. 2011-12-04]. Dostupné <http://www.eplavani.cz/technika_a_trenink/sucha_priprava_v_plavackych_sportech.html >.
- FELGROVÁ, I. Trénink mladého plavce na suchu. *Tělesná výchova a sport mládeže*, 2005, ročník 71, č. 3, s. 24 – 32.
- FIBICH, M. Vliv tréninkových metod na rozvoj vytrvalostních schopností vodních pólistů ve věku 10- 15 let v Děčíně: bakalářská práce. Ústí nad Labem: UJEP, 2011.
- GIEHRL, J., HAHN, M.: *Plavání*. Č. Budějovice: Kopp 2000. s. 127. ISBN 80-7232-126-9.
- HOCH, M. a kol.: *Plavání (teorie a didaktika)*. Praha SPN 1983.
- JURSÍK, D. A KOL. *Teória a didaktika plávania. Športový trénink*. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislavě, 1991
- NEUMANN, Georg; PFUTZNER, Arndt; HOTTENROTT, Kuno. *Trénink pod kontrolou : metody, kontrola a vyhodnocení vytrvalostního tréninku*. Praha: Grada Publishing, 2006. 180 s. ISBN 80-247-0947-3.
- PANSOLD, B., ZINNER, J. Selection, Analysis and Validity of sportspecific and ergometric Incremental Test programmes. *Advances in Ergometry : Med. und Sport*. Berlin 1991, 24, s. 180 - 214.
- SWEETENHAM, W., ATKINSON, J. *Trénink plaveckých šampiónů*. 1. vyd. Praha : Olympia, 2006. ISBN 80-7033-978-0.
- TIPPMAN, P. a kol. *Plavání. Učební text pro trenéry 2. třídy*. Praha: Olympia, 1989.
- VIKTORJENÍK, D., BANK, L., NEULS, F. Stanovení cílového času pro trénink plavce vytrvalce. *Tělesná výchova a sport mládeže*, 2001, ročník 67, č. 1, s. 43 – 47.

Příloha 1

Conconiho test pro trénink plavců vytrvalců

Testovací protokol

Jméno:

Datum:

Metry	čas na 50 m	tepová frekvence	rychlost
50			
100			
150			
200			
250			
300			
350			
400			
450			
500			
550			
600			
650			
700			
750			
800			

Zotavovací srdeční frekvence:

po 1 minutě:

po 2 minutě:

po 3 minutě:

Příloha 2

Přepočítávací tabulky pro Conconiho test

Čas na 50 m	m.s ⁻¹	Čas na 50 m	m.s ⁻¹	Čas na 50 m	m.s ⁻¹
0:28,00	5,69	0:36,00	2,68	0:44,00	1,47
0:28,50	5,40	0:36,50	2,57	0:44,50	1,42
0:29,00	5,12	0:37,00	2,47	0:45,00	1,37
0:29,50	4,87	0:37,50	2,37	0:45,50	1,33
0:30,00	4,63	0:38,00	2,28	0:46,00	1,28
0:30,50	4,41	0:38,50	2,19	0:46,50	1,24
0:31,00	4,20	0:39,00	2,11	0:47,00	1,20
0:31,50	4,00	0:39,50	2,03	0:47,50	1,17
0:32,00	3,81	0:40,00	1,95	0:48,00	1,13
0:32,50	3,64	0:40,50	1,88	0:48,50	1,10
0:33,00	3,48	0:41,00	1,81	0:49,00	1,06
0:33,50	3,32	0:41,50	1,75	0:49,50	1,03
0:34,00	3,18	0:42,00	1,69	0:50,00	1,00
0:34,50	3,04	0:42,50	1,63	0:50,50	0,97
0:35,00	2,91	0:43,00	1,57	0:51,00	0,94
0:35,50	2,79	0:43,50	1,52	0:51,50	0,91