



ZÁTĚŽOVÁ DIAGNOSTIKA V TĚLOVÝCHOVNÉ A SPORTOVNÍ PRAXI

IVAN STRUHÁR, JAN NOVOTNÝ, MARTINA BERNACIKOVÁ,
KATEŘINA KAPOUNKOVÁ, VLADIMÍR POSPÍCHAL, IVA TOMÁŠKOVÁ

MASARYKOVA
UNIVERZITA

IVAN STRUHÁR A KOLEKTIV AUTORŮ

**ZÁTĚŽOVÁ DIAGNOSTIKA V TĚLOVÝCHOVNÉ
A SPORTOVNÍ PRAXI**

Masarykova univerzita

Brno 2019

Autoři:

Mgr. Ivan Struhár, Ph.D.

prof. MUDr. Jan Novotný, CSc.

Mgr. Martina Bernaciková, Ph.D.

MUDr. Kateřina Kapounková, Ph.D.

Mgr. Vladimír Pospíchal, Ph.D.

MUDr. Iva Tomášková, Ph.D.

Knihu recenzoval:

Mgr. Michal Kumstát, Ph.D.

Obsah

Úvod	7
1. Zátěžová diagnostika jako komplexní nástroj posouzení tělesné zdatnosti	8
1.1 Anamnéza	9
1.2 Cíle a podstata zátěžových testů	10
1.3 Volba testu	10
1.4 Bezpečnost během vykonávání zátěžového testu	12
1.5 Úloha ergometrie a spiroergometrie	13
2. Testování anaerobní kapacity a silových schopností organismu	15
2.1 Laboratorní možnosti testování	15
2.1.1 Spiroergometrie jako test anaerobních schopností	15
2.1.2 Wingate test	17
2.1.3 Anaerobní test na běhátku	24
2.1.4 Výskoková ergometrie (Boscův test a jeho modifikace)	28
2.1.5 Dynamometrie	35
2.2 Terénní možnosti testování	45
2.2.1 Sprint na 20 metrů	45
2.2.2 Sprint na schodech	47
2.2.3 Sprint fatigue test	51
2.2.4 Running Based Anaerobic Sprint Test	53
2.2.5 Hexagon test	55
2.2.6 505 agility test	57
2.2.7 T-Test	59
2.2.8 Quadrant jump test	61
2.2.9 Zjištění jedno opakovatelného maxima v bench press testu	63
2.2.10 Zjištění jedno opakovatelného maxima v leg press testu	65
2.2.11 Vertikální výskok	68
2.2.12 Hod medicinbalem	70
2.2.13 Skok do dálky z místa	72
3. Testování aerobní kapacity a funkční zdatnosti oběhového systému	75
3.1 Laboratorní možnosti testování	75

3.1.1	Spiroergometrie jako test aerobních schopností (VO ₂ max, ventilační prahy)	75
3.1.2	Predikce maximální spotřeby kyslíku (VO ₂ max)	81
3.1.3	Test/Index W170 (W150, W130)	86
3.1.4	Polohový test s analýzou variability srdeční frekvence (VSF, HRV – heart rate variability)	91
3.2	Terénní možnosti testování	94
3.2.1	Step testy – obecná charakteristika	94
3.2.2	Cooperův test na vzdálenost 2,4 km	102
3.2.3	Andersen test	105
3.2.4	Vameval test	106
3.2.5	Beep test	108
3.2.6	Určení anaerobního prahu	111
4.	Testování koordinačních schopností	113
4.1	Testy statické rovnováhy	113
4.2	Testy dynamické rovnováhy	113
4.3	Star excursion balance test	115
4.4	Hop testy	116
5.	Případová studie – Spiroergometrie na běhátku	119
6.	Všeobecné testy pro vybrané sporty	124
	Literatura	126

Seznam použitých zkratek

a [$m \cdot s^{-2}$]	zrychlení v aktivní fázi odrazu
ADP	adenozindifosfát
AED	automatický externí defibrilátor
ANS	autonomní nervový systém
ATP	adenozintrifosfát
CP	kreatinfosfát
EKG	elektrokardiografie
EPOC	excess post-exercise oxygen consumption, pozátěžový nadkladový příjem kyslíku
Fmax	maximální síla
h [cm]	výška výskoku
h/tc [$cm \cdot s^{-1}$]	výška výskoku/doba kontaktu
H/Q	poměr hamstringy vs. quadriceps
HF	high frequency, pásmo vysoké frekvence
HR	heart rate, minutová srdeční frekvence
HRR	heart rate reserve, maximální srdeční rezerva (HRMAX – HRKLID)
HRmax	maximal heart rate, maximální minutová srdeční frekvence
HRV	heart rate variability, VSF
LF	low frequency, pásmo nízké frekvence
LAm _{ax} [$mmol \cdot l^{-1}$]	maximální koncentrace laktátu v maximálním testu
ΔLA_{40} [$mmol \cdot l^{-1}$]	vzestup koncentrace laktátu v krvi v submaximálním testu oproti výchozí pozátěžové hodnotě
M	moment síly
M _{peak}	maximální moment síly
MAOD	maximal accumulated oxygen deficit, maximální akumulovaný kyslíkový deficit
MSR	maximální srdeční rezerva, HRR
MTB	mountain bike, horské kolo
Nu	normalized units, normalizované jednotky
O ₂ -deficit	kyslíkový deficit
O ₂ -debt	kyslíkový dluh (EPOC)
O ₂	minutový příjem kyslíku
O ₂ max	maximální minutový příjem kyslíku
O ₂ max . kg ⁻¹	maximální minutový příjem kyslíku v přepočtu na 1 kg hmotnosti
O ₂ peak	vrcholový minutový příjem kyslíku

$(O_2/SF)_{max}$	maximální tepový kyslík
P	výkon (jednotka watt – W)
P _{max}	maximální výkon
R	pozitivní kmit v EKG křivce
RCP	respiratory compensation point, bod respirační kompenzace
RER	respiratory exchange ratio, poměr výměny dýchacích plynů (= VCO_2/VO_2)
SF	minutová srdeční frekvence, HR
SF _{max}	maximální minutová srdeční frekvence, HRMAX
SVB	sympatho-vagal balance, index sympatiko-vagové rovnováhy t _{max}
[s]	doba trvání maximálního testu
T _c [s]	doba kontaktu s podložkou
T _f [s]	doba letu
P _{akt} [W . kg ⁻¹]	výkon v aktivní fázi odrazu
P [W. kg ⁻¹]	průměrný výkon
TK	krevní tlak
TS	total score, celkové skóre aktivity ANS
v	rychlost pohybu tělesa vůči jinému tělesu
VA	vagal activity, aktivita vagu (parasympatiku)
CO ₂	minutový výdej oxidu uhličitého
VE/VO ₂	ventilační ekvivalent pro kyslík (množství ventilovaného vzduchu při příjmu 1 l O ₂)
VE/VCO ₂	ventilační ekvivalent pro oxid uhličitý (množství ventilovaného vzduchu při výdeji 1 l CO ₂)
VLF	very low frequency, pásmo velmi nízké frekvence
VSF	variabilita srdeční frekvence, HRV
VT1	první ventilační práh
VT2	druhý ventilační práh (odpovídá RCP)
W170 (W150, W130)	výkon při SF 170 (150, 130)
W	práce

Úvod

Tento učební text je primárně určen studentům tělovýchovných fakult. Nicméně svou komplexností, a hlavně reálnou využitelností najde své místo určitě i v trenérské praxi. Jedná se o druhé vydání, které jsme připravili s pečlivostí a důrazem na největší praktické využití přímo v terénu. Zaměřili jsme se zejména na přidání terénních testů, které jsou svou výpovědní hodnotou cenným zdrojem poznatků progresu sportovce. Text je vhodný i pro samotné sportovce všech sportovních disciplín. V předložené publikaci autoři poskytují komplexní přehled nejčastěji využívaných testů s cílem objektivního posouzení trénovanosti (výkonnosti) testované osoby a také zjištění reakce organismu (fyziologické i patologické) na zátěž. Klíčovým aspektem každého testování je následná interpretace získaných dat a její využití v praxi. Z tohoto důvodu poskytujeme čtenáři textu v mnoha případech normy, které slouží k rychlému zařazení testované osoby do konkrétní kategorie. V tomto duchu jsme přesvědčeni, že poznání jenom jednoho parametru nerozhoduje o dosaženém úspěchu, respektive neúspěchu v konkrétní sportovní disciplíně. Skutečné mistrovství spočívá v správné interpretaci dat, pečlivém a pravidelném záznamu dosažených výsledků s cílem využitelnosti v tréninku.

Pevně věříme, že text se stane zdrojem informací, které využijete v praxi. Námi prezentované informace vycházejí ze současné odborné vědecké literatury.

Skutečná věda se stává vědou jen tehdy, pokud je možné její výsledky využít v praxi. Proto si přejeme praktickou využitelnost textu.

Autoři

1. Zátěžová diagnostika jako komplexní nástroj posouzení tělesné zdatnosti

Kateřina Kapounková, Iva Tomášková, Ivan Struhár, Ján Novotný

V současném pojetí můžeme tělesnou zdatnost rozdělit na dvě základní subkategorie:

- **výkonově orientovaná zdatnost;**
- **zdravotně orientovaná zdatnost.**

Výkonově orientovaná zdatnost podmiňuje pohybový výkon v konkrétní sportovní specializaci a zahrnuje komponenty jako reakční čas, síla, rychlost, rovnováha nebo koordinace.

Na druhé straně zdravotně orientovaná zdatnost ovlivňuje zdravotní stav člověka a působí hlavně preventivně, například na zdravotní problémy spojené s nedostatkem pohybové činnosti (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). Mezi hlavní komponenty zdravotně orientované zdatnosti patří aerobní zdatnost, tělesná kompozice a svalová zdatnost. Zde je potřeba si uvědomit zásadní rozdíl mezi výkonově a zdravotně orientovanou zdatností. Uvedeme příklad sportovce, který může dosahovat vynikajících výsledků ve své sportovní disciplíně, ale například výrazně překračuje optimální úroveň tělesného tuku nebo nedosahuje aerobní zdatnosti vzhledem k pohlaví a věku. Sportovec má následně, i když pravidelně participuje na vykonávání svých specifických cvičení, vyšší předpoklad k rozvoji chronických neinfekčních onemocnění. Podpora zdravotně orientované zdatnosti proto není aktuální jen v běžné populaci.

V souvislosti s tělesnou zdatností je také důležité ujasnit si dva častokrát nesprávně interpretované pojmy, a to pohybová aktivita a pohybové cvičení. Pohybové cvičení není synonymem pohybové aktivity. Jedná se o subkategorii, kterou můžeme definovat jako pohybovou aktivitu vyžadující fyzickou námahu, která je plánována, strukturována, pravidelně opakována s cílem zlepšení nebo udržení tělesné zdatnosti jako hlavního cíle (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). V tomto bodu chceme čtenáře upozornit na důležitost testování nejen jako zdroje dat, která nám umožňují modifikovat například tréninkový proces, ale i reálnou využitelnost při poznání tělesné zdatnosti člověka ve smyslu prevence chronických neinfekčních onemocnění.

Úvod do zátěžových testů

V následujícím textu poskytneme základní obecnou teorii, kterou je nezbytné znát před samotným testováním. Pro lepší orientaci se zaměříme na anamnézu, cíle a podstatu zátěžových testů, volbu testu a také na bezpečnost, kterou je nutné dodržet při každém testování.

1.1 Anamnéza

Anamnéza (anamnesis = vzpomínání) je souhrn údajů. Anamnéza patří mezi nejdůležitější součásti vyšetření a je jedním ze základních předpokladů úspěšného výsledku testování. Tvorí základ vyšetření, proto by měla vždy předcházet i zátěžovému vyšetření. Stejně jako ostatní údaje jsou i anamnestická data předmětem ochrany dat každého probanda a podléhají povinné mlčenlivosti stanovené aktuálními právními předpisy státu.

V obsahu anamnézy lze rozlišit:

- **Objektivní údaje** – zjistí nezávisle druhá osoba pozorováním (barva kůže, přítomnost třesu, zápachu, pocení, grimasování, zaujatá poloha klienta atd.).
- **Subjektivní údaje** – sděluje proband sám (jeho vnímání zdravotního stavu). Patří mezi ně sdělení klienta o bolesti, svědění, nevolnosti, strachu, úzkosti, starostech, obavách atd.

Všechny získané informace je nutné *zaznamenat přesně a věcně*.

Struktura získávání anamnézy je rozdělena na (Obr. 1):

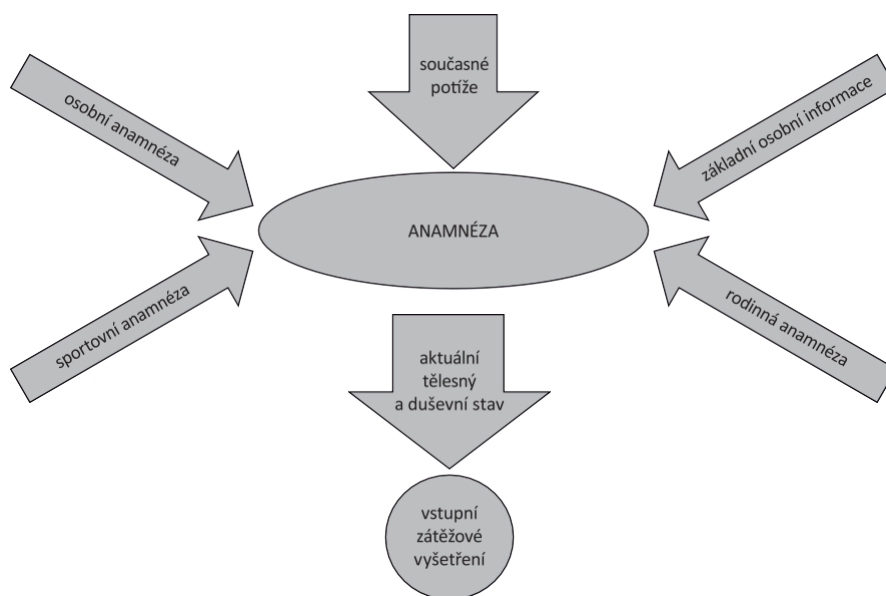
- **Anamnestické údaje**, které lze získat buď z dostupné dokumentace (např. zdravotnické), nebo strukturovaným rozhovorem od probanda (respektive od doprovodu probanda – rodič, trenér apod.).
- **Zjištění příznaků** (určujících znaků nebo rizikových faktorů a jejich příčin) prostřednictvím pozorování k posouzení aktuálního stavu nebo vyšetřením pomocí testů a škál. Anamnestická data je vždy nutné cílit.

Anamnéza obsahuje:

- **Základní osobní informace**, jako jsou národnost, věk, pohlaví, zaměstnání a eventuálně zájmy.
- **Současné potíže** (současný zdravotní stav) – anamnéza je cílena na akutní potíže, které jsou kontraindikací zátěžového vyšetření. Jsou to dotazy na akutní infekční onemocnění (chřipka, viróza apod.), akutní bolesti, dušnost, závratě, křeče, akutní stádium zhoubných nádorů, stavy po úrazech apod.; ze životosprávy je nutné se dotazovat na trvání a kvalitu spánku, stravovací a pitný režim.
- **Osobní anamnézu** zahrnující choroby s trvalými nebo dočasnými následky (spála, infekční žloutenka a jiné). Další dotazy musí být cíleny na onemocnění, která patří mezi kontraindikace zátěžového vyšetření (hypertenze, nádorová onemocnění s metastázami, dekompenzovaný diabetes mellitus apod.). Je nutné zaznamenat škodlivé návyky probanda (kouření, alkohol, drogy).
- **Rodinnou anamnézu** – rizikové faktory v rodině probanda zahrnující nemoci srdce, cév, metabolická a nádorová onemocnění.
- **Sociální anamnézu**. Tato část může být vynechána.

Další anamnestická data souvisí s tím, za jakým účelem je zátěžové vyšetření prováděno. Pokud se jedná o sportovce, pak je vhodné anamnézu doplnit ještě i o sportovní anamnézu, která by měla být cílena na sportovní přípravu probanda. Slouží ke zjištění podstatných údajů o sportovní činnosti (trénink v posledním období).

U některých probandů je anamnéza doplněna i o farmakologickou anamnézu. Především je nutné zjistit pravidelné užívání léků, které by mohly zkreslit výsledky zátěžových testů (například užívání betablokátorů).



Obr. 1 Anamnéza

1.2 Cíle a podstata zátěžových testů

- Zjistit funkční schopnost člověka a posoudit připravenost k pohybovému (sportovnímu) výkonu:
 - vyhledávání talentů pro sport,
 - posouzení efektivity tréninku.
- Získat vodítka pro řízení intenzity tréninkové zátěže nebo pohybové léčby.
- Odhalit skryté oslabení organismu (poruchy, nemoci).
- Posoudit druh a míru poškození a dysfunkce orgánů a systémů.

1.3 Volba testu

Podstatnou částí samotného koncipování testu je dodržení následujících vlastností, které je nutno vzít v potaz. Test by měl být:

- 1) příslušný (specifický) a platný (validní) – skutečně zjišťuje to, co chceme zjistit,
- 2) dostatečně přesný (precizní),
- 3) dostatečně nebo přiměřeně citlivý (senzitivní),
- 4) s co nejmenší chybou,
- 5) spolehlivý (reliabilní) – dává stejné výsledky při jeho opakování,
- 6) opakovatelný – lze jej opakovaně provádět stejným způsobem,
- 7) objektivní – je co nejméně ovlivněn osobou testovanou i testující.

Uvedené vlastnosti testu mají zásadní význam zejména při porovnávání výsledků v průběhu času. Použití jiného testovacího protokolu, byť se stejným cílem testování, je faktor, který zásadně ovlivňuje získané hodnoty z testu. Vzhledem k častým chybám proto doporučujeme postupovat v následujícím pořadí:

- 1) Uvědomit si, co je cílem testu, kterého chceme dosáhnout.
- 2) Promyslet, který z ukazatelů (parametrů) testované vlastnosti člověka je nevhodnější.
- 3) Promyslet vlastnosti různých testů, druhy a způsoby zatížení, měření a vyhodnocování výsledků.
- 4) Zvážit další podmínky realizace (prostorové, časové, finanční, organizační, personální, přístrojové, materiální).
- 5) Vybrat vhodný test.

Dalším podstatným bodem je volba místa realizace testování. Laboratorní i terénní testování má své výhody i nevýhody. V níže uvedené tabulce uvádíme krátkou charakteristiku.

Tab. 1 Charakteristika zátěžových testů vzhledem k místu realizace

Zátěžové testy		
V laboratoři	← VÝHODY – NEVÝHODY →	V terénu
stabilnější	fyzikálně-chemické podmínky prostředí vzduch, voda – teplota, proudění atd.	nestabilní
přesnější	zátěž, provedení, dávkování	variabilnější
lepší	možnost sledování odezvy organismu	horší
menší – malá	podobnost zátěže – přenositelnost výsledků v testu a v tréninku či soutěži	větší – vysoká
lepší – dobrá	opakovatelnost, možnost srovnání výsledků	horší