

**ZÁTĚŽOVÁ
FUNKČNÍ
DIAGNOSTIKA
VE SPORTU**

**Východiska, aplikace
a interpretace**

Jan Heller

Zátěžová funkční diagnostika ve sportu

Východiska, aplikace a interpretace

Jan Heller

Recenzovali: prof. MUDr. Václav Zeman, CSc.
prof. PaedDr. Ján Junger, Ph.D.

Vydala Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum
Redakce Barbora Klímová a Lenka Ščerbaničová
Grafická úprava Kateřina Řezáčová
Sazba DTP Nakladatelství Karolinum
Vydání první

© Univerzita Karlova, 2018

© Jan Heller, 2018

ISBN 978-80-246-3359-6

ISBN 978-80-246-3391-6 (online : pdf)



Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum 2019

www.karolinum.cz
ebooks@karolinum.cz

OBSAH

Úvod	7
I. ÚLOHA ZÁTĚŽOVÉ FUNKČNÍ DIAGNOSTIKY VE SPORTU	11
1. Historie zátěžové funkční diagnostiky ve sportu	13
2. Historie zátěžové funkční diagnostiky v bývalém Československu	16
3. Význam zátěžové funkční diagnostiky ve sportu	20
II. OBECNÉ ZÁSADY ZÁTĚŽOVÉ FUNKČNÍ DIAGNOSTIKY	25
4. Indikace zátěžové funkční diagnostiky ve sportu	27
5. Volba zátěžových testů dle různých kritérií a hledisek	32
6. Specificita a ekologie zátěžových testů	38
III. METODICKÉ ASPEKTY ZÁTĚŽOVÝCH TESTŮ	41
7. Spiroergometrie – test VO_2 max	43
7.1 Test VO_2 max – zátěžový protokol	44
7.2 Test VO_2 max – výstupy a hodnocené parametry	48
8. Zátěžové protokoly anaerobních testů	52
8.1 Wingate test dolních končetin	55
8.2 Wingate test horních končetin	62
8.3 Test F-v, síla-rychlost (respektive odpor-rychlost)	66
8.4 Boscův test opakovaných výskoků	73
8.5 Anaerobní testy na běhacím koberci	77
8.6 Intermitentní anaerobní testy	80
IV. PŘÍKLADY VYUŽITÍ ZÁTĚŽOVÉ FUNKČNÍ DIAGNOSTIKY V RŮZNÝCH SPORTECH	87
9. Atletické běhy	89
10. Badminton	102
11. Basketbal	112
12. Cyklistika	121
13. Fotbal	129
14. Judo	142
15. Kanoistika	150
16. Karate	165
17. Krasobruslení	171
18. Lední hokej	182
19. Lyžování – alpské disciplíny	194
20. Lyžování – běh	201
21. Orientační běh	211
22. Plavání	217

23. Sportovní gymnastika	230
24. Squash	243
25. Stolní tenis	251
26. Taekwondo	260
27. Tenis	276
28. Volejbal	286
29. Zápas	294
Souhrn	304
Summary	306

ÚVOD

Fyziologie tělesné zátěže se zaměřuje na sledování odezvy organismu na zatížení a na studium adaptací navozených fyzickým zatěžováním. Důležitou součástí tohoto studia představuje popis a charakterizace různých fyzicky a psychicky náročných výkonů a identifikace vhodných morfologických a funkčních charakteristik, které podmiňují úspěšné zvládnutí těchto náročných činností a výkonů. To se týká například širokého spektra psychofyzicky náročných profesí, jako jsou ozbrojené, bezpečnostní a záchranné složky, nebo letecký a kosmický personál atd., které jsou v centru zájmu pracovní fyziologie a pracovního lékařství, letecké fyziologie a kosmické medicíny a dalších příbuzných oborů. K oblasti psychofyzicky náročných profesí lze přiřadit i rozmanitou oblast sportovních výkonů, které se vyznačují vysokou variabilitou intenzity a doby trvání zatížení, způsobu energetické úhrady, nároků na rychlost, sílu, vytrvalost a koordinaci, respektive techniku pohybu. Tyto výkony jsou na jedné straně podmíněny výrazným rozvojem fyziologických funkcí specifických pro dané sportovní zaměření, na druhé straně jsou charakterizovány vysokou ekonomikou či úsporností práce, což bývá podmínkou dosažení vysokých sportovních výkonů. Fyziologie tělesné zátěže aplikovaná do oblasti sportu se proto zaměřuje na popis a charakterizaci sportovních výkonů a identifikaci vhodných fyziologických charakteristik pro různé sportovní činnosti a výkony, které se mohou značně lišit v závislosti na úrovni sportovní výkonnosti, od rekreační a amatérské úrovně, přes výkonnostní sport až po elitní či vrcholovou sportovní úroveň. Studium sportovních výkonů a morfologických a funkčních předpokladů pro jejich realizaci představuje významnou oblast výzkumu rozsahu funkcí a limitních možností lidského organismu a obohacuje mimo jiné svými poznatky i oblasti řady aplikovaných fyziologických oborů včetně srovnávací fyziologie. Praktickým motivem pro studium zákonitostí a mechanismů tréninkových adaptací je sportovní soutěžení a růst sportovních výkonů. Zvyšování objemu a intenzity tréninku přitom nemusí vždy navozovat žádoucí tréninkové adaptace, ale naopak může někdy vést k poklesu výkonnosti a syndromu únavy a přetrénování. To je podnětem pro výzkumy, které se zaměřují na odhalování vrozených dispozic pro různé pohybové činnosti a sportovní výkony i na větší či menší míru individuální adaptability, která limituje efektivitu sportovního tréninku a nárůst sportovní výkonnosti. Dalším významným motivem výzkumu jsou zdravotní aspekty pohybu člověka, kdy je zřejmé, že fyzické zatěžování vhodné frekvence, intenzity a objemu může podporovat a udržovat zdraví a působit profylakticky i terapeuticky pro řadu zdravotních problémů souvisejících s hypokinezou a současným civilizačním stresem. Otevřenou otázkou ale zůstává volba individuálně vhodného typu zátěže, individuálně vhodné intenzity, doby trvání a frekvence adaptačních podnětů. Obecně doporučované

sporty a pohybové aktivity nemusí být vždy vhodné pro jednotlivce, kteří se navzájem liší svými individuálními morfologickými a funkčními dispozicemi. I tato skutečnost vyzdvihuje význam kvalifikované diagnostiky, na jejímž základě by se mělo realizovat odborné poradenství pro oblast pohybových aktivit a sportu.

Základní místo v této kvalifikované diagnostice zaujímá zátěžová funkční diagnostika se svými východisky a principy, standardizovanými metodami i způsoby vyhodnocení a interpretace výsledků. Laboratorní zátěžová funkční diagnostika zpravidla představuje i tzv. „zlatý standard“, ke kterému se vztahují různě modifikované zátěžové testy, a to jak testy terénní, tak i laboratorní sportovně specifické diagnostiky, využívající různé trenažéry a formy zařízení, které modelují více či méně zdařile pohybovou činnost probíhající v reálných podmínkách daného sportu. Podobně laboratorní zátěžová funkční diagnostika představuje standard i pro mnohé výkonové či motorické testy. Ty bývají zaměřeny na posouzení úrovně pohybových schopností nebo komponent zdatnosti, ale zpravidla vyžadují i nějakou dovednost, respektive techniku pohybu, což může výrazně limitovat jejich výpovědní hodnotu. Výsledky v mnoha výkonových či motorických nebo v tzv. specifických zátěžových testech proto ovlivňuje významným způsobem zácvek, kdy se se zvyšujícím počtem opakování daného testu zlepšuje i jeho výsledek. V případě terénních testů jsou výsledky diagnostiky významně ovlivňovány zejména proměnlivými podmínkami zevního prostředí, které mohou měnit náročnost výkonu a mohou ovlivňovat reakci vyšetřovaného jedince na zátěž. Podmínky zevního prostředí mohou mít někdy vliv i na kvalitu činnosti diagnostické techniky, jako je tomu např. v případech extrémní vlhkosti či výrazně vysokých či výrazně nízkých teplot. Závislost výsledků diagnostických testů na řadě zjevných, ale i skrytých zevních a vnitřních faktorů problematizuje jejich validizaci, reliabilitu i senzitivitu na změny trénovanosti, ať již ve smyslu zlepšení trénovanosti jako celku či vybraných komponent trénovanosti nebo naopak poklesu funkcí v průběhu detréningu. Typickým příkladem problematické terénní diagnostiky jsou tzv. „celostní“ testy, které nelze validizovat ani se nelze kvalifikovaně vyjádřit k jejich reliabilitě a senzitivitě.

Ve sportu, podobně jako v dalších činnostech člověka, jsou patrné aspekty racionalizace a efektivity. V oblasti sportu se týkají např. výběru talentů, vytváření návrhů programů sportovní přípravy a zpětnovazební hodnocení jejich efektivity, a to jak vcelku, tak i v dílčích oblastech předpokladů sportovního výkonu. V oblasti vrcholového či elitního sportu je tlak na efektivitu a následně i racionalizaci tréninkové přípravy a zpětnovazebního ověřování efektivity dílčích kroků přípravy zřejmý, vzhledem k náročnosti a nákladnosti této přípravy. Ale i v oblasti výkonnostního nebo systematického rekreačního sportu se řada sportovců zajímá o možnosti racionalizace svého tréninku na základě průběžných kontrol a hodnocení tréninkových efektů, např. ověřování vlastních kapacit ve vztahu k vytyčeným krátkodobým či dlouhodobým výkonnostním cílům. Na této sportovní úrovni bývá racionalizace přípravy zaměřena například na přerozdělování času a sil mezi zaměstnáním, rodinou a ostatními volnočasovými aktivitami. Funkční zátěžová diagnostika se může kvalifikovaně vyjádřit k realnosti vytyčených krátkodobých či dlouhodobých výkonnostních cílů s ohledem na aktuální stav jedince a individuální možnosti sportovní přípravy.

Hovoříme-li o racionálním přístupu ve sportovní přípravě, je třeba zmínit i řadu faktorů, které zjednodušený technokratický model „příčina – následek“ mohou výrazně ovlivňovat. V prvé řadě se jedná o širokou biologickou variabilitu, která je oproti ostatním příslušníkům živočišné říše u člověka nesmírně široká. Lze zmínit širokou variabilitu morfologie kosterního svalu člověka a rozmanitost metabolického vybavení, pestrost genetických predispozic k fyzickým či psychofyzickým aktivitám různého typu, omezené či naopak široké možnosti

adaptability člověka, variabilitu fyziologických regulací i různou citlivost na vnější i vnitřní vlivy podmiňující naši zdatnost a výkonnost. Někteří jedinci například pocítují vyšší, jiní naopak nižší meteosenzitivitu, tj. individuální citlivost, respektive reaktivitu na náhlé změny atmosférických přesunů, na změněnou ionizaci vzduchu a změny zemského magnetismu. Z vnitřních vlivů, které ovlivňují naši zdatnost a výkonnost, lze uvést v první řadě biorytmicitu a závislost na ranním či večerním chronotypu sportovce. Pro sportovce, kteří se při svých soutěžích musí často přesunovat přes různá časová pásma je významná odolnost na desynchronizaci rytmu a schopnost následně rychlé a kvalitní opětne resynchronizace. Pro některé jedince jsou uvedené faktory málo významné či téměř nepodstatné, ale u jiných mohou zásadním způsobem ovlivňovat jejich výkonnost.

Do procesu kontroly zdatnosti a trénovanosti vstupuje řada faktorů psychosociální povahy. Přístup amatérského sportovce, který od testování očekává rady a doporučení pro splnění svých sportovních cílů, se bude významně lišit od přístupu příslušníků záchranných a bezpečnostních sborů, rozhodčích a dalších profesí s tzv. minimálními standardy na zdatnost a výkonnost. U řady z nich, podobně jako u stárnoucích profesionálních sportovců, mohou výsledky testování významně ovlivnit jejich další setrvání v profesi a udržení stávajícího sociálně ekonomického statusu. Jejich úzkost a obavy se navenek často projevují negativním přístupem k testování, bagatelizací smyslu zátěžového vyšetřování a zpochybňováním jeho validity pro výkon dané profese či sportovní výkonnost v určité disciplíně. Naopak mladí kondičně dobře připravení kolegové těchto stárnoucích profesionálů budou v daném případě příznivé výsledky zátěžových testů spíše přeceňovat a na základě závěrů zátěžové funkční diagnostiky požadovat víceméně automatické získání profesionální pozice nebo zařazení do elitních sportovních týmů. Průběh a výsledky zátěžového testování mohou významně záviset na míře vnitřní motivace, očekávání a sebedůvěry, odlišné reakce lze očekávat při pravidelném kontrolním testování a jiné, provázené úzkostí a stresem, při vyřazovacím výběru sportovců do užších elitních týmů. Celkově průběh zátěžového testování a jeho výsledky významně závisí i na zkušenostech a empatii vyšetřujícího týmu vůči testované osobě, u osob poprvé testovaných, starších osob či jedinců, kteří vykazují známky úzkosti a stresu, je třeba ponechat dostatečný prostor pro habituaci a seznámení se s technologiemi, vysvětlení jednotlivých fází testování a jejich smyslu i principy kontroly a zajištění bezpečného zatěžování. U osob opakovaně testovaných může být instrukce stručnější, důležité je přitom navazovat na minulé dosažené výsledky. Během přípravy na test a v průběhu zátěžového testování je třeba s vyšetřovaným jedincem vytvořit neformální vztah, pozitivně jej motivovat a dát mu najevo, že provedení úspěšného zátěžového testu je jejich společným cílem.

Z výše uvedených poznámek je patrné, že zátěžová funkční diagnostika aplikovaná ve sportu má široké využití v objektivizaci různých aspektů zdatnosti a výkonnosti lidského organismu. I přes primární biologickou orientaci logicky navazuje na sociálněpsychologické disciplíny aplikované v dané oblasti. Svými výstupy směřuje především do empirických vědních oblastí, což dokumentuje tendence k matematizaci výsledků i jejich vyjadřování ve fyzikálních jednotkách. Záměrem publikace je podat přehled o zátěžových testech využívaných v diagnostice u sportujících, se zaměřením na standardní aerobní a anaerobní zátěžovou diagnostiku, s uvedením vlastních zkušeností získaných v různých oblastech zátěžové funkční diagnostiky. Druhá část monografie přináší příklady využití zátěžové funkční diagnostiky v různých sportech a sportovních odvětvích, kde jsou uváděny vlastní výsledky zátěžové funkční diagnostiky a jsou následně konfrontovány a diskutovány s výsledky i diagnostickými koncepty srovnatelných domácích i zahraničních studií.

I. ÚLOHA ZÁTĚŽOVÉ FUNKČNÍ DIAGNOSTIKY VE SPORTU

1 HISTORIE ZÁTĚŽOVÉ FUNKČNÍ DIAGNOSTIKY VE SPORTU

K hodnocení zdatnosti a výkonnosti se využívá celá řada postupů a metod. Z historického pohledu lze posuzování zdatnosti a výkonnosti člověka zaznamenat již ve starověku, například při hodnocení výsledků tvrdého výcviku mladých chlapců v antické Spartě v 8. století př. n. l. S odhady zdatnosti a výkonnosti se lze setkat i v pozdějších staletích, zejména při posuzování způsobilosti pro výkon fyzicky náročných profesí nebo pro službu v armádě. K přesnějšímu měření lidské výkonnosti ale dochází až koncem 17. století, kdy roku 1699 sepsal francouzský matematik a astronom Philippe de La Hire (1640–1718) pojednání o měření síly člověka, a to prostřednictvím nošení a zvedání zátěže a srovnáváním síly člověka se silou koně. Podobně Angličané Graham a Desaguliers vytvořili v Londýně roku 1763 dynamometr k měření svalové síly bez zapojení synergických svalových skupin a v roce 1798 zkonstruoval a v roce 1801 následně definitivě upravil Francouz Edmé Régnier první praktický dynamometr pro měření stisku ruky, tahu paže a síly zad (Pearn, 1978). V průběhu devatenáctého století se uplatňoval v hodnocení tělesné zdatnosti výkonnosti německý turnerský koncept zaměřený na hodnocení tělesných výkonů různé obtížnosti, nebo se vycházelo z různých neurologicko-motorických konceptů či antropologických hledisek, která rozpracoval anglický genetik a antropolog F. Galon. První výkonové či motorické testy byly vypracovány koncem devatenáctého století v USA (např. Dudley Allen Sargent, autor *Intercollegiate Strength Tests*, IST 1880 nebo Luther Halsey Gulick, zakladatel *Athletic League of the YMCA*, 1890). Francouzský fyziolog J. E. Marey (1830–1904) se snažil testy motorických projevů zobjektivizovat, a proto zdokonalil dynamometr tak, že byl schopen měřit vyvíjenou sílu s přesností na jeden gram. Později se začaly vyvíjet tzv. pneumatické dynamometry a chůze člověka byla zachycována na dráze s elektrickými kontakty.

Počátky zátěžové funkční diagnostiky jako laboratorního vyšetřování zdatnosti a výkonnosti lze zaznamenat již koncem 19. století (Van Praagh & Franca, 1998). Například již roku 1883 využil v Německu hesenský lékař C. Speck klikovou ergometrii pro hodnocení pracovního výkonu horních končetin. Nedlouho poté, počátkem roku 1897, ve Francii Elysée Bouny zkonstruoval první mechanicky brzděný bicyklový ergometr a ve stejném roce Američané E. O. Atwater a F. G. Benedict použili první bicyklový ergometr brzděný dynamem pro měření výdeje energie při práci v kalorimetrické komoře. Bicyklový ergometr s torzním brzděním zkonstruoval v roce 1914 švédský fyziolog Magnus Gustaf Blix. Rozvojem elektromagneticky brzděného bicyklového ergometru se zabývali okolo roku 1909 Benedict, Atwater a Carpenter, přičemž prototyp byl následně v roce 1912 zdokonalen a od roku 1913 byl tento typ ergometru široce využíván Augustem Kroghem pro fyziologická měření (Kolesár

& Mikeš, 1981). V Berlíně Nathan, Zuntz a Lehmann vyvinuli v roce 1889 běhací pás, který byl následně v roce 1915 využit Francisem Gano Benedictem a Hansem Murschhauserem k fyziologickému výzkumu lokomoce člověka.

Také anaerobní zátěžová diagnostika má obdobně dlouhou tradici. První výskokové testy k objektivizaci rychlostně-silového výkonu dolních končetin na pneumatické silové desce v testu vertikálního výskoku rozpracoval v roce 1885 francouzský fyziolog E. J. Marey. Krátkodobé testy maximálního výkonu na bicyklovém ergometru zavedli do praxe již v roce 1913 Benedict a Cathcarty (Van Praagh & Franca, 1998).

Jeden z prvních kardiiovaskulárně zaměřených testů podle Cramptona z roku 1913 porovnával hodnoty srdeční frekvence a systolického krevního tlaku vstoje a vleže, přičemž se předpokládalo, že zdatnější jedinec bude vykazovat maximální zvýšení v krevním tlaku, zatímco srdeční frekvence zůstane beze změn, což by mělo svědčit o kvalitní činnosti splanchnického mechanismu, který kompenzuje změny polohy bez zvýšených nároků na aktivitu srdce. Podobně kardiiovaskulární test podle Baracha z roku 1919 posuzoval energetické nároky oběhového systému pomocí krevního tlaku a srdeční frekvence, přičemž tzv. energetický index byl stanoven jako součet systolického a diastolického krevního tlaku a poté vynásoben srdeční frekvencí (Kolesár & Mikeš, 1981).

Za průkopníky v oblasti měření spotřeby kyslíku a výdeje oxidu uhličitého při zatížení se považují Francis Gano Benedict a Hans Murschhauser, kteří přispěli k tomu, že se již koncem dvacátých let dvacátého století prosadil názor, že maximální spotřeba kyslíku a kyslíkový dluh představují dva hlavní faktory limitující výkonnost člověka. Rozvoj fyziologie tělesné zátěže významně ovlivnil Dán Augustin Krogh (1874–1949), který studoval výměnu plynů v plicích, využití sacharidů a tuků při různých typech zátěže a jako první změřil systolický objem srdeční s pomocí oxidu dusíku, vytvořil řadu originálních diagnostických přístrojů a za vyřešení problémů transportu dýchacích plynů do svalů a jejich difuze ve svalech obdržel v roce 1920 Nobelovu cenu. Rozvojem metod ergometrických vyšetření se zabývali zejména představitelé tzv. skandinávské školy Lars-Olof Wahlund, Torgny Sjöstrand, Gerhard Asmussen, Erik Hohwu-Christensen, Heeboll Nielsen a Per Olof Åstrand. Druhým významným centrem rozvoje fyziologie tělesné zátěže byla americká „Harvard Fatigue Laboratory“ (1927–1946) založená biochemikem a fyziologem L. J. Hendersonem (1878–1942) a chemikem D. B. Dillem (1891–1986). Fatigue Laboratory se intenzivně věnovala problematice pracovní kapacity, tělesné zdatnosti, odezvy organismu na zátěž v různých extrémních podmínkách i otázkám energetického metabolismu a problematice zotavení. Zejména v období druhé světové války laboratoř pracovala na konkrétních úkolech dle potřeb americké armády, ale záhy po ukončení války byla její činnost zastavena (Tipton, 1998; Máček & Máčková, 2008). Některé směry zátěžové diagnostiky intenzivně rozvíjené ve dvacátých letech minulého století se ale později výrazněji neposadily, např. Master a Oppenheimer v období 1925–1929 zavedli tzv. Masterův test, využívající vystupování na schůdek, step-test, respektive později vystupování na dvojitý schůdek, což zavedli do praxe kolem roku 1927 Felberbaum a Fin-silver. Podobně zatěžování dřepy, například v Martinetově nebo Ruffierově testu, nebo běh na místě, využívaný v Schellongově a Carlsonově testu či v Lianově testu nebo v Letunovově zkoušce, se v současné zátěžové diagnostice uplatňují jen omezeně (Kolesár & Mikeš, 1981).

Literatura

- Kolesár, J. & Mikeš, Z. (1981). *Ergometria v klinickej praxi*. Martin, Osveta, 229 s.
- Máček, M. & Máčková, J. (2008). Začátky zátěžového testování v České republice, význam Mezinárodního biologického programu (IBP). *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 17(4), 206–211.
- Pearn, J. (1978). Two early dynamometers. A historical account of the earliest measurements to study human muscular strength. *Journal of Neurological Science*, 37(1–2), 127–134.
- Van Praagh, E. & Franca, N. M. (1998). Measuring maximal short-term power output during growth. In E. Van Praagh (Ed.) *Pediatric anaerobic performance*, s. 155–189, Champaign, Human Kinetics.
- Tipton, C. M. (1998). Contemporary exercise physiology: fifty years after the closure of Harvard Fatigue Laboratory. *Exercise and Sport Science Review*, 26, 315–339.

2 HISTORIE ZÁTĚŽOVÉ FUNKČNÍ DIAGNOSTIKY V BÝVALÉM ČESKOSLOVENSKU

Zakladatelem oboru sportovní medicíny, respektive tělovýchovného lékařství v bývalém Československu, byl profesor MUDr. Jiří Král (1899–1995), který již v roce 1928 založil první lékařskou poradnu pro sportovce. Nicméně rozvoj zátěžové funkční diagnostiky lze zaznamenat až v období po druhé světové válce. Mezi zakladateli české fyziologie tělesných cvičení vynikali zejména prof. MUDr. Vladislav Kruta (1908–1979), prof. MUDr. Václav Seliger (1916–1980) a prof. MUDr. Miloš Máček (1922–2015). V roce 1948 byl prof. Králem na nynější 1. lékařské fakultě Univerzity Karlovy založen první Ústav tělovýchovného lékařství, kde bylo zřízeno fyziologické oddělení, jehož vedením byl pověřen prof. V. Kruta, fyziolog a vojenský lékař, který získal zkušenosti se studiem lidské výkonnosti během války při pobytech v armádních ústavech ve Velké Británii. Jeho prvním asistentem se stal MUDr. Václav Seliger. Ten ale záhy přešel na nově založený Institut, později Fakultu tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy (1953) budovat novou katedru fyziologie a prof. Kruta odešel na místo vedoucího katedry fyziologie na lékařskou fakultu do Brna (Máček, 2008). Profesor Seliger se intenzivně zabýval rozvojem techniky pro funkční zátěžovou diagnostiku, v padesátých letech se podílel na vytvoření zařízení pro telemetrické monitorování srdeční frekvence, zasloužil se o tuzemskou výrobu elektromagneticky brzděných bicyklových ergometrů (v podniku Kolínské cukrovarny) a zavedl poměrně náročnou, ale přesnou metodu analýzy vydechaných plynů pomocí interferometrů Zeiss, za průběžné kontroly Scholanderovým přístrojem. Jako první v celosvětovém měřítku v průběhu šedesátých let zjišťoval v terénních podmínkách energetický výdej při sportovních aktivitách různého typu (Seliger, 1967) a tyto jeho výsledky jsou v publikacích zaměřených na fyziologii sportu citovány dodnes. K základním charakteristikám práce prof. Seligera a jeho týmu byly vysoké nároky na kvalitu metodik a následnou přesnost a spolehlivost výsledků. Vždy dával přednost práci se staršími a jednoduššími, ale spolehlivými přístroji oproti automatickým analyzátorům, které vyhovují rutinním vyšetřením, ale nemusí být dostatečně přesné a vhodné pro vědecké práce. Kritické hodnocení vlastních výsledků pro něj představovalo podnět pro zpřesňování metodik a postupů, aby se vyloučily možné technické chyby a minimalizoval rušivý vliv lidského faktoru, ať již ze strany vyšetřujícího personálu či vyšetřovaných osob. Významným stimulem pro rozvoj zátěžové funkční diagnostiky v tuzemských podmínkách bylo r. 1966 vyhlášení Mezinárodního biologického programu (IBP), který měl dokumentovat zdravotní, funkční, výživový i antropologický stav populace a shromáždit i další biologické údaje, které by sloužily jako základ pro srovnání dalších údajů v budoucnosti. Program vyhlásilo UNESCO ve spolupráci s WHO a program probíhal v letech 1967–1974. Koordinací tohoto programu za

Československo byl pověřen prof. MUDr. Václav Seliger, vedoucí katedry fyziologie FTVS UK. Celkově bylo na osmi participujících pracovištích (FTVS UK, 1. LF UK, 2. LF UK, sportovně lékařské oddělení ÚVN Praha, LF UK v Hradci Králové, LF MU Brno, LF UP Olomouc a LF UK Bratislava) vyšetřeno 2186 mužů a 1576 žen ve věkových skupinách 12, 15, 18, 25, 35, 45 a 55 roků, kde byly uplatněny zásady náhodného výběru. Spolupráce na řešení programu měla velký význam pro metodické i technické sjednocení zátěžové funkční diagnostiky na tuzemských pracovištích a kladla vysoké nároky na kvalitu všech prací. Výsledky programu slouží dodnes jako národní populační normy ukazující průměrnou funkční kapacitu náhodně vybraného vzorku naší průměrné populace (Seliger a Bartůněk, 1976). Do vyšetření nebyli záměrně zahrnuti ani sportovci s vyšší výkonností ani osoby nějakým způsobem oslabené. Velký počet vyšetřených, jejich reprezentativní výběr i dodržení jednotné metodiky programu IBP doznaly vysokého zahraničního ocenění a jsou dodnes v celosvětovém měřítku unikátní (Máček & Máčková, 2008). Zůstává otázkou, zda jsou hodnoty získané před 40 lety ještě dnes použitelné, protože se mění způsob výživy, celkový výdej energie pohybem i celkový způsob života, který se odráží v tělesné hmotnosti populace a podílí se v mladších věkových kategoriích na sekulárním trendu růstu. Nicméně novější studie Máčka a Máčkové (1996) prokázala, že výsledky Mezinárodního biologického programu (IBP) jsou ve shodě s novějšími nálezy obdobných evropských i severoamerických studií a lze je i nadále využívat jako referenční hodnoty jak u dětí a mládeže, tak i skupin dospělých ve věku 25 až 60 let.

Řada autorů pro hodnocení naměřených morfologických a funkčních ukazatelů používá jako referenční hodnoty různé zahraniční normy, ty ale v řadě případů nepředstavují reprezentativní výběry populace a zpravidla jde o záměrné výběry motivovaných osob, jako například rozsáhlá studie Jacksona et al. (1995) u mužů ve věku 25–70 let, zaměstnanců NASA. Také v našich domácích podmínkách byla provedena obdobná šetření, která ale vzhledem k omezenému rozsahu a způsobu výběru osob nelze považovat za reprezentativní, a proto výsledky těchto studií nemohou být využívány jako spolehlivé referenční hodnoty pro tuzemskou populaci (Jirák et al., 2004a, 2004b).

Uplatňování funkční zátěžové diagnostiky u sportujících, obdobně jako celý systém sportovní přípravy, probíhalo od padesátých let do roku 1989 pod větším či menším tlakem ze strany státních a politických orgánů, protože sportovní úspěchy státní reprezentace byly propagací politického systému na domácím, ale zejména na mezinárodním poli. Odhlédneme-li od politických tlaků a od nich se odvíjejících negativních jevů ve sportu, lze na druhé straně s odstupem více jak dvou desetiletí pozitivně hodnotit některé jiné aspekty podpory sportu a organizace sportovní přípravy. Například lze velmi pozitivně hodnotit činnost bývalé Zdravotnické rady a Vědeckometodického oddělení ÚV ČSTV za nemalé úsilí při rozsáhlé ediční činnosti, podpory mezinárodní spolupráce i pořádání tuzemských i mezinárodních konferencí a seminářů. Charakteristickým trendem této činnosti bylo propojování oblastí teorie, tj. výzkumu, vývoje a oblasti sportovní praxe, což bylo někdy sice obtížné, ale ve svých důsledcích přínosné. Výzkumní pracovníci byli nuceni interpretovat výsledky výzkumných studií až na úroveň praktických aplikací a odpovídat tím na aktuální problémy praxe. Naopak mnozí pracovníci sportovní praxe byli díky spolupráci s výzkumnou sférou motivováni k využívání kvalitního systému vzdělávání a doškolování a následně se někteří z nich integrovali do výzkumných týmů a napomáhali oboustrannému přenosu informací mezi sportovní teorií a sportovní praxí. V neposlední řadě byl přínosný přímý vzájemný kontakt odborníků z akademické a servisní oblasti i ze sportovní praxe, který byl podporován tzv. „přenosovými“ semináři i rozsáhlou ediční činností. Ta měla dílčím způsobem kompenzovat ome-

zenou dostupnost zahraničních informací i nedostatek přímých zahraničních kontaktů. Pro oblast funkční zátěžové diagnostiky bylo jedním z významných počínů Vědeckometodického oddělení ÚV ČSTV v roce 1983 vydání příručky „Soubor funkčních zátěžových vyšetření sportovců v laboratoři i v terénu“, kterou pod vedením prof. Máčka zpracoval tým 17 autorů, zpravidla sportovních lékařů, spolupracujících s reprezentačními týmy. V příručce byly shrnuty dostupné poznatky o možnostech funkční zátěžové diagnostiky v daném sportovním odvětví a autoři kapitol popsali i vlastní zkušenosti s funkčním vyšetřováním a jeho využitím ve sportovní přípravě v daných sportovních disciplínách. Obdobně v roce 1988 vyšel jako metodický dopis Vědeckometodického oddělení ÚV ČSTV souborný materiál „Diagnostika trénovanosti a pretrénovanosti vrcholových športovcov“, jehož hlavním editorem byl MUDr. Dušan Hamar z FTVŠ UK z Bratislavy. Ucelený materiál zpracovalo 17 sportovních lékařů, včetně tří zahraničních odborníků, zde byly nejnovější poznatky výzkumu konfrontovány se zkušenostmi sportovních lékařů, kteří aplikovali specifické postupy zátěžové funkční diagnostiky a vyhodnocovali dosažené výsledky v průběhu přípravy vrcholových sportovců.

Od devadesátých let lze, jako součást rozsáhlých společenských změn, zaznamenat jistý odklon fyziologických a tělovýchovně lékařských pracovišť od problematiky sportu a sportovní přípravy, a zaměření zejména na oblast primární a sekundární prevence a dalších klinických aplikací zátěžové medicíny. Uplatňování zátěžové funkční diagnostiky u sportujících jedinců, s výjimkou povinných tělovýchovně lékařských prohlídek (preventivních, speciálních a orientačních u boxerů i u technických sportů a činností) se dostalo zcela do kompetence jednotlivých sportovců a jejich trenérů, respektive realizačních týmů, za menší či větší podpory jednotlivých sportovních svazů či sportovních klubů. Širší využití zátěžové funkční diagnostiky u sportujících limituje někdy jejich ekonomická náročnost, častěji ale nedosta- tečné know-how, respektive omezené znalosti a zkušenosti, jak vhodně pracovat s výsledky diagnostiky. Někdy může být překážkou i časová náročnost, kdy vrcholoví sportovci do svého programu jen obtížně zařazují jeden či dva dny bez zatížení, které by měly předcházet vlastnímu testování. Využívání zátěžové funkční diagnostiky se v současnosti zpravidla pře- sunuje často do kompetence kondičních trenérů, kteří rozhodují o typech diagnostických testů i o období přípravy, kdy je bude sportovec využívat. To se odráží i v postupné obměně nabídky a poptávky v oblasti diagnostických testů, kde se náročnější a obtížněji interpretovatelné testy nebo invazivní vyšetření jako například svalová biopsie nebo odběry venózní krve pro posouzení hormonálních regulací, přestávají sportovní praxí využívat a zvyšuje se poptávka po jednodušších a časově i technicky méně náročných testech s pokud možno jednoznačnými výstupy do sportovní přípravy. V praxi to mnohdy znamená odklon od ověřených a spolehlivých metodik a technologií a využívání zjednodušených a méně přesných metod hodnotících odezvu organismu na zatížení. To s sebou na druhou stranu mnohdy nese bohužel i riziko jistého zjednodušení a snížených nároků na validitu a reliabilitu diagnostických testů (Heller, 2013).

Literatura

- Hamar, D. et al. (1987). *Diagnostika trénovanosti a pretrénovanosti vrcholových športovcov*. Praha, VMO ÚV ČSTV.
- Heller, J. (2013). Vyšetřovací metody sportujícího jedince. In S. Bartůňková et al. (Eds.), *Fyziologie pohybové zátěže*, s. 196–213, Praha, Univerzita Karlova.

- Jackson, A. S., Beard, E. F., Wier, L. T., Ross, R. M., Stuteville, J. E. & Blair, S. N. (1995). Changes in aerobic power of men, ages 25–70 years. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(1), 113–120.
- Jiráček, Z., Šimíček, J., Tomášková, H., Bužga, M., Tučníková, Z. & Zavadilová, V. (2004a). Vývoj fyzické zdatnosti a zdravotní stav mužské a ženské populace severomoravského regionu ve věku 15–18 let za posledních 25 let. *České pracovní lékařství*, 5(3), 161–168.
- Jiráček, Z., Šimíček, J., Tomášková, H., Bužga, M., Čermáková, Z. & Tesař, Z. (2004b). Vývoj fyzické zdatnosti a zdravotní stav mužské a ženské populace severomoravského regionu ve věku 45 až 60 let za posledních 25 let. *České pracovní lékařství*, 5(3), 107–116.
- Máček et al. (1983). *Soubor funkčních zátěžových vyšetření sportovců v laboratoři i v terénu*. Praha, VMO ÚV ČSTV – Olympia.
- Máček, M. (2008). Historie zátěžového testování – vývoj nových metod. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 17(3), 158–161.
- Máček, M. & Máčková, J. (1996). Platí ještě dnes hodnoty získané v Mezinárodním biologickém programu v letech 1968 až 1974? *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 9(1), 1–3.
- Máček, M. & Máčková, J. (2008). Začátky zátěžového testování v České republice, význam Mezinárodního biologického programu (IBP). *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 17(4), 206–211.
- Seliger, V. & Bartůněk, V. (1976). *Mean values of various indices of physical fitness in the investigation of Czechoslovak population aged 12–55 years*. Prague, Czechoslovak Union for Physical Culture, 117 s.
- Seliger, V. (1967). *Energetický metabolismus u vybraných tělesných cvičení*. Praha, Universita Karlova.

3 VÝZNAM ZÁTĚŽOVÉ FUNKČNÍ DIAGNOSTIKY VE SPORTU

Hovoříme-li o úloze zátěžové funkční diagnostiky ve sportu, je třeba zdůraznit, že podle Evropské charty sportu, přijaté v roce 1992, se sportem rozumí všechny formy tělesné činnosti, které ať již prostřednictvím organizované účasti či nikoli, si kladou za cíl projevení či zdokonalení tělesné a psychické kondice, rozvoj společenských vztahů nebo dosažení výsledků na všech úrovních. Ve starším pojetí se sportem označovaly pouze pohybové aktivity, které se vyznačují jasnými pravidly, podle kterých se soutěží, tj. dochází k poměrování jejich výsledků a převažovala výkonnostní kritéria. Současné pojetí sportu je tedy širší a bere v úvahu celé kontinuum různorodých aktivit a úrovní, na kterých je sport provozován, tj. vrcholovou, respektive profesionální či poloprofesionální úroveň, výkonnostní, respektive poloprofesionální či amatérskou úroveň, i rekreační úroveň. Prvek soutěžení přitom zůstává primární, ale mimo soutěžení a zvyšování výkonnosti se při provozování sportu klade důraz i na upevňování zdraví, vhodné využití volného času, dodržování rovného přístupu ke sportu a šíření zásad fair play. V článku 7 Evropské charty sportu se přímo odkazuje na nezbytnost zajištění odborné lékařské péče a využívání poznatků sportovních věd, pomoc vědeckému řízení sportu a tréninku i dalšímu vzdělávání trenérů a dalších funkcionářů v oblasti sportu, což bezprostředně souvisí s postavením a úlohou zátěžové funkční diagnostiky.

V široké oblasti sportu se zátěžová funkční diagnostika týká v prvé řadě vyšetřování zdatnosti a výkonnosti jedince. Zdatnost zahrnuje soubor předpokladů optimálně reagovat na různé podněty prostředí, které mohou být různého druhu, například teplotní, akustické, hypoxické, vibrační, psychické atd. nebo podnět prostředí představuje pohybové zatížení. Zdatnost se někdy definuje jako připravenost nebo způsobilost organismu konat práci, vyrovnat se s vnějšími nároky, respektive odolávat aktuálním vlivům okolí. Fyzická zdatnost je součástí obecné zdatnosti, představuje schopnost řešit dané úkoly spojené s pohybovým výkonem bez zjevné únavy nebo se charakterizuje jako optimalizace funkcí organismu při řešení vnějších úkolů spojených s pohybovým výkonem a způsobilostí odolávat vnějšímu stresu (Beunen, 2001). Termín fyzická zdatnost v širším pojetí představuje schopnost přiměřeně reagovat na vlivy zevního prostředí jako je fyzická zátěž a teplotní vlivy, v užším slova smyslu znamená míru adaptace na fyzickou tj. zejména pohybovou zátěž, eventuálně komplexnější typy zátěží, mezi nimiž dominuje pohybová zátěž (Heller, 2013).

Výkonnost představuje schopnost podávat objektivně měřitelný výkon v určité pohybové oblasti nebo sportovním odvětví. Výkonnost oproti zdatnosti či přesněji fyzické zdatnosti představuje užší a méně obecnou oblast. Sportovní výkonnost znamená dispozici podávat určitý výkon či opakovaně podávat určitý výkon na poměrně stabilní úrovni. Úroveň výko-

nů jako výsledků sportovní činnosti se hodnotí různým způsobem podle pravidel příslušné sportovní specializace. Ve sportovním výkonu se vždy odrážejí vrozené dispozice, které mají povahu vloh nadání či sportovního talentu, které jsou latentní a teprve vhodná a přiměřená aktivní činnost, vhodně uspořádaný, dlouhodobě a cílevědomě vedený tréninkový proces umožní jejich projev a odhalí jejich míru, respektive možnosti adaptability jedince. Sportovní výkonnost je dále podmíněna vlivy prostředí, zejména sociálními, ekonomickými, demografickými i konkrétními geografickými podmínkami – nadmořská výška, zeměpisná šířka, mořské pobřeží a vodní plochy a toky, dostupnost sportovišť atd. (Heller, 2013).

K hodnocení zdatnosti a výkonnosti se využívá celá řada postupů a metod. I přes výše uvedenou komplexnost zdatnosti se využívají pro posuzování míry zdatnosti zejména laboratorní zátěžové testy stanovující v laboratoři přímo úroveň maximální spotřeby kyslíku – $VO_2\max$ (maximální test na bicyklovém ergometru nebo na běhacím koberci) nebo nepřímě (step test, test W_{170} , Křížův test) nebo méně přesnými terénními testy odhadu $VO_2\max$ (Cooperův 12min. test, Balkeho 15min. test, testy chůze na 2 km nebo 1600 m, respektive testy založenými na stupňování rychlosti pohybu jako je Légerův test člunkového běhu nebo Bouchard-Légerův test na atletické dráze). Principem těchto testů je odhad úrovně $VO_2\max$ (s ohledem na věk a pohlaví jedince) podle překonané vzdálenosti nebo dosažené rychlosti běhu podle nejvyššího absolvovaného stupně zátěže v testu. Výběr vhodného testu je dán především cílem konkrétního testování, například ve funkční zátěžové diagnostice u sportujících jedinců se vždy zohledňuje potřeba přesnosti a spolehlivosti výsledků, na jejich základě se účinky tréninku vyhodnocují a dále řídí, proto se zde upřednostňují standardní metodiky zátěžových testů. Podobné nároky na přesnost a spolehlivost budou dodržovány i u pacientů, u nichž probíhají intervenční programy různého typu. Pokud je ale záměrem diagnostiky jen orientační informace o stavu fyzické zdatnosti či aerobní výkonnosti u různých poměrně početných skupin populace, bude možno využívat i metody nepřímého stanovení úrovně $VO_2\max$ nebo využít k odhadu hodnoty $VO_2\max$ některého z terénních vytrvalostních testů. Interpretace a další zpracování takto získaných výsledků ale musí zohledňovat jejich nižší výpovědní hodnotu a na základě takto získaných výsledků nelze realizovat složitější výzkumné analýzy.

Mimo výše uvedenou aerobní zdatnost (též tzv. kardiovaskulární nebo kardiopiracní vytrvalost) se k hodnocení fyzické zdatnosti využívá i vyšetření tělesného složení (procento tělesného tuku a množství tukuprosté hmoty), eventuálně se míra fyzické zdatnosti posuzuje i podle výsledků dosažených ve vybraných motorických či výkonových testech, zejména testech síly a flexibility. Tato oblast charakteristik jedince se označuje termínem „zdravotně orientovaná zdatnost“, což znamená, že prostřednictvím daných charakteristik lze dílčím způsobem hodnotit zdravotní stav či míru zdravotních rizik některých tzv. „civilizačních chorob“ (zejména metabolický syndrom).

K hodnocení výkonnosti se využívá širokého spektra laboratorních funkčních zátěžových testů i terénních vyšetření a výkonových (motorických) testů, kterými lze objektivizovat dílčí předpoklady sportovního výkonu, což se samozřejmě liší v jednotlivých sportovních disciplínách a často i věkových a výkonnostních kategoriích. Pro vrcholové sportovce se budou využívat poněkud odlišné laboratorní a terénní testy než například pro výběr talentované mládeže.

Někdy se hovoří o tzv. výkonově orientované zdatnosti, čím se myslí zdatnost či dílčí složky zdatnosti, které podmiňují určitý pohybový výkon, jehož výsledek je kvantifikován a hodnocen jako sportovní nebo pracovní výkon. Výkonově orientovaná zdatnost tedy podmiňuje sportovní výkon, ale i úroveň zdravotně orientované zdatnosti může více či méně podmiňovat sportovní výkonnost. Těsnější vztah mezi výkonově a zdravotně orientovanou

zdatností bude např. ve vytrvalostních sportech či sportovních hrách aerobního typu, méně těsný vztah lze předpokládat u sportů rychlostního a silového typu nebo u technických a koordinčně náročných sportů.

V zátěžové diagnostice zaměřené na hodnocení fyzické zdatnosti a kondice se zpravidla volí zatížení velkých svalových skupin, kdy by práce neměla klást zvláštní nároky na techniku pohybu a pohybové dovednosti, charakteristické jsou přitom standardizované podmínky testování. Diagnostika výkonnosti, která představuje dispozici podávat určitý – výkon na poměrně stabilní úrovni či speciální trénovanosti, která je definována jako souhrnný stav připravenosti sportovce, charakterizující aktuální míru jeho přizpůsobení požadavkům příslušné sportovní specializace se naopak orientuje na zatěžování specifických svalových skupin, přičemž by zátěžový model měl zahrnovat specifické techniky, respektive speciální pohybové dovednosti. U testů tohoto typu zpravidla bývá nižší standardizace testu (Heller, 1997). Vlivem tréninku dochází v organismu člověka k řadě změn na nejrůznějších úrovních i v různých systémech, přičemž se jedná jak o změny specifické, tak i nespecifické. Týkají se techniky, kondice, taktiky a psychiky, jak jednotlivě, tak především ve vzájemných vazbách. Fyziologie zátěže pro posuzování trénovanosti nabízí řadu vhodných diagnostických postupů, především pokud jde o funkční stav organismu sportovce. Lze se k němu vyslovit na základě komplexního hodnocení funkcí organismu v klidu, při zatížení i po ukončení zatížení, tj. ve zotavení.

Hodnocení zdatnosti, výkonnosti, respektive stavu trénovanosti je poměrně složité s ohledem na dostupnost a výpovědní hodnotu referenčních norem. Pro hodnocení úrovně zdatnosti lze využít například starší národní normy vytvořené v letech 1968–1974 v rámci Mezinárodního biologického programu (IBP), jejichž hodnoty jsou podle Máčka a Máčkové (1996) referenční i dnes. Řada autorů pro hodnocení naměřených morfologických a funkčních ukazatelů používá jako referenční hodnoty různé zahraniční normy, které ale zpravidla nepředstavují reprezentativní vzorky populace, ale záměrné výběry motivovaných osob. Také v našich domácích podmínkách byla provedena obdobná šetření, která ale vzhledem k omezenému rozsahu a způsobu výběru osob nelze považovat za reprezentativní, a proto výsledky těchto studií nemohou být využívány jako spolehlivé referenční hodnoty pro tuzemskou populaci.

Pro vyšetřování a posuzování fyzické zdatnosti zůstává nadále „zlatým standardem“ maximální aerobní test, test ventilačního anaerobního prahu popřípadě, pokud je maximální zatížení kontraindikováno nebo je omezena jeho dostupnost, lze využít i submaximální zátěžové testy zaměřené na nepřímé stanovení úrovně $VO_2\max$. V posledních desetiletích se k odhadu úrovně fyzické zdatnosti poměrně široce využívají různé baterie motorických (výkonových) testů, především s ohledem na technickou nenáročnost a možnost vyšetřit větší množství osob v terénních podmínkách mimo laboratoř. Na druhou stranu jsou výsledky výkonových či motorických terénních testů méně přesné a jsou více zatíženy technickými chybami i vlivy proměnlivých vnějších podmínek než standardní laboratorní testy.

Důležitým aspektem hodnocení zdatnosti a výkonnosti je problematika tzv. biologického věku. Týká se jak hodnocení zdatnosti a výkonnosti dětí a mládeže, zpravidla jako biologická akcelerace či naopak retardace oproti chronologickému věku, tak i dospělých osob středního a vyššího věku, kdy se řada jedinců odlišuje hodnotami morfologických a funkčních parametrů referenčnímu rozmezí pro danou věkovou kategorii. Úroveň zdatnosti s narůstajícím věkem vykazuje obecně klesající trend, ale vhodnou individuálně přiměřenou pohybovou aktivitou lze tento trend výrazně zpomalit. V praxi se to týká vyšetřování sportovců středního a vyššího věku, kdy pro hodnocení dosažených výsledků je třeba dohledat referenční hodnoty

pro danou sportovní činnost, daný věk i výkonnostní úroveň (například soutěžní na mezinárodní úrovni v kategorii Masters, národní soutěžní, výkonnostní nebo rekreační).

Hodnocení výkonnosti, respektive stavu trénovanosti je především intraindividuální, hodnotí se změny a posuzují se vzájemné vztahy těchto změn u téhož jedince, zatímco srovnávání výsledků mezi různými sportovci navzájem, tj. interindividuální hodnocení, má spíše orientační hodnotu. Jako referenční hodnoty lze využívat výsledky dosažené v zátěžových testech u skupin obdobného věku a výkonnostní úrovně nebo lze použít výsledky, které dosáhli v daných v zátěžových testech elitní sportovci daného zaměření, například členové reprezentačních týmů, což lze charakterizovat jako cílová kritéria pro daný sport či sportovní disciplínu. Řada údajů zjištěných u elitních sportovců mezinárodní úrovně ale nebývá veřejně dostupná, jedná se o důvěrné informace, které bývají jen někdy publikovány v odborném tisku a to až po delším časovém odstupu. Ve funkční zátěžové diagnostice sportovců je žádoucí provádět longitudinální šetření, tj. opakovaná diagnostická vyšetření shodnými typy testů, a to v přesně určených obdobích ročních cyklů přípravy a následně vyhodnocovat výsledky na základě znalosti všech relevantních tréninkových a anamnestických údajů, zejména zdravotní, sportovní i sociální a pracovní anamnézy. Pro hodnocení výkonnosti se zpravidla využívá širší spektrum zátěžových testů, jejichž metodiky a protokoly se mohou mezi jednotlivými pracovišti výrazně lišit. Při interpretaci výsledků je ale vždy třeba brát v úvahu komplexní podmíněnost sportovního výkonu a racionálně zvažovat význam či váhu daného parametru pro komplex předpokladů sportovního výkonu. Každý vrcholový sportovec má své genetické předpoklady, individuální míru adaptability i individuální historii své sportovní přípravy, která mohla, ale vždy nemusela být optimální. Je třeba respektovat vzájemné vazby techniky, kondice, taktiky a psychiky. K funkčnímu stavu organismu sportovce se lze vyslovit až na základě komplexního hodnocení funkcí organismu v klidu, při zatížení i po ukončení zatížení, tj. v zotavení. V oblasti vrcholového sportu se v některých případech interpretace výsledků funkční zátěžové diagnostiky spíše orientuje na detekci slabých míst (princip „nejslabšího článku řetězu“) vrcholového sportovce než výši některých parametrů výkonnosti a trénovanosti (Heller, 2013).

Alternativním přístupem v hodnocení výkonnosti, pokud se nebere v úvahu priorit a odlišná váha, respektive význam jednotlivých funkčních parametrů pro danou sportovní disciplínu, je tzv. normování testových výsledků. Výsledky získané v jednotlivých testech se převádějí na odvozené a normují se, například jako tzv. z-body, kdy se odchylka testového výsledku od průměru normované populace dělí směrodatnou odchylkou, užívá se tzv. normovaná matice nebo hodnocení podle kvantilů, tj. relativního pořadí výsledků v dané normové populaci. Výsledkem normování výsledků pak mohou být různé typy hodnotících tabulek nebo grafů pro různé kategorie sportujících populací.

Literatura

- Beunen, G. (2001). Physical growth, maturation and performance. In R. Eston & T. Reilly (Eds.) *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual*, vol. 1, s. 65–90, London, Routledge.
- Heller, J. (1997). Funkční zátěžová diagnostika a její aplikace ve sportu. *Lékařské listy (Přiloha Zdravotnických novin)*, 46(40), 10–12.
- Heller, J. (2013). Vyšetřovací metody sportujícího jedince. In S. Bartůňková et al. (Eds.) *Fyziologie pohybové zátěže*, s. 196–213, Praha, Univerzita Karlova.
- Máček, M. & Máčková, J. (1996). Platí ještě dnes hodnoty získané v Mezinárodním biologickém programu v letech 1968 až 1974? *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 9(1), 1–3.

II. OBECNÉ ZÁSADY ZÁTĚŽOVÉ FUNKČNÍ DIAGNOSTIKY

4 INDIKACE ZÁTĚŽOVÉ FUNKČNÍ DIAGNOSTIKY VE SPORTU

Jak je uvedeno v kapitole 3, hlavní indikační oblastí zátěžové funkční diagnostiky ve sportu je oblast objektivizace zdatnosti a výkonnosti jedince. Hlavním hlediskem přitom bývá definování cílů – proč využít zátěžovou funkční diagnostiku, jakého typu, v jakém rozsahu, v kterých obdobích roční tréninkové přípravy, co od výsledků zátěžové diagnostiky očekáváme a jak tyto výsledky chceme využít.

Specifické důvody pro uplatňování zátěžové funkční diagnostiky u sportujících jsou zejména:

1. Vyhodnotit silné a slabé stránky jedince a to s ohledem na sport či aktivity, které provozuje a na cíle, které zamýšlí dosáhnout, kdy se závěry zátěžové funkční diagnostiky implementují do konkrétního programu sportovce a slouží i k predikci další výkonnosti vyšetřovaného sportovce.
2. Vyhodnotit účinnost tréninkového programu, aby se zjistilo, zda aplikovaný tréninkový či rekondiční nebo rehabilitační program splnil zamýšlené cíle, navodil žádoucí adaptace a zlepšil příslušné ukazatele dle předpokládaného záměru programu.
3. Napomáhat při výběru talentů nebo vyhodnocení připravenosti pro sportovní soutěž, tj. participovat svými hledisky a metodikami na výběru pro vrcholné sportovní soutěže.
4. V návaznosti na tělovýchovně lékařské prohlídky vyhodnotit funkční a zdravotní stav sportovce nebo cvičence, respektive dílčím způsobem se podílet na řešení klinických problémů spadajících do kompetence tělovýchovného lékařství.
5. Detekovat deficitní složky zdatnosti a výkonnosti a zajistit východiska pro exogenní podporu k dosažení krátkodobých cílů, směřujících ke zvýšení dílčích složek zdatnosti a výkonnosti. Výsledky testování mohou být pomocným ukazatelem dílčích aspektů připravenosti po zranění, nemoci či jiném dlouhodobějším výpadku tréninkové přípravy.
6. Prostřednictvím zátěžové funkční diagnostiky zlepšovat znalosti a porozumění reakce a adaptace organismu na trénink, sportovní zatížení či pohybové aktivity. Podstatné je, aby výstupy diagnostiky byly ze strany sportovců, trenérů a cvičitelů správně, respektive přiměřeně zohledněny v přípravě. Zjištěné změny, tj. zlepšení a zhoršení vybraných kapacit či ukazatelů by měly být monitorovány a hodnoceny nejen trenéry ale i sportovci. Ti by měli přijímat informace z oblasti diagnostiky s pozitivním přístupem a s odhodláním se zlepšovat, a to zejména v oblastech, kde zátěžová funkční diagnostika odhalila dílčí slabší stránky či deficit v kondiční připravenosti sportovce. Zátěžové testování by mělo navozovat soutěživou atmosféru, což může pozitivně ovlivnit trénink a u týmových sportů pozitivně ovlivnit celkové klima v týmu (Heller, 1997; Bird & Davison, 1997).

7. V neposlední řadě zátěžová funkční diagnostika přispívá k zodpovězení řady výzkumných otázek, například o problematice reakcí a adaptací na různé typy vnitřní i vnější zátěže u různých skupin populace. V oblasti zátěžové funkční diagnostiky se setkává a významným způsobem se navzájem obohacuje teorie a praxe sportovních věd, v praxi se ověřují různé teoretické koncepty a modely a na druhou stranu poznatky z tohoto procesu přinášejí podněty pro teorii sportovních věd (Heller, 2013).

Poněkud širší jsou indikace zátěžových testů z hlediska oborů klinické a preventivní medicíny, posudkové činnosti i rehabilitace. V tělovýchovném lékařství je zátěžové vyšetření indikováno zejména s ohledem na posouzení zdravotní způsobilosti jedince ke sportu. Zdravotní způsobilost na základě funkčního zátěžového vyšetření se posuzuje ve všech věkových kategoriích, u dětí a mládeže, ve středním věku i vyšším věku, zejména pokud se muž či žena rozhodnou věnovat se pohybové aktivitě soustavněji a nikdy předtím pohybovou aktivitu neprováděli. Cílem zátěžového vyšetření je v první řadě vyšetření zdravotního stavu a odhalení případných poruch, které by se mohly stát zdravotním rizikem při sportování, zejména funkčních poruch hybného systému. Dále je cílem stanovení tělesné zdatnosti a některých tělesných vlastností pro rozhodnutí, zda jsou stanovené hodnoty v souladu se zamýšleným typem a intenzitou sportovního tréninku. Cílem vyšetření je i doporučení takových pohybových aktivit a sportovních odvětví, které mají pozitivní vliv na upevnění zdraví, zvýšení tělesné zdatnosti v závislosti na věku a zdravotním stavu s cílem dosažení vysoké sportovní výkonnosti, na zvýšení sebedůvěry a psychickou regeneraci (Máček & Máčková, 2011). Při vstupních a preventivních prohlídkách před zahájením sportovní činnosti bývají cca u 10–15 % osob zjištěny nálezy, které vyžadují další vyšetření, pozastavení nebo úplné vyřazení jedinců ze sportovního tréninku, nejčastěji se přitom jedná o poruchy související s pohybovým ústrojím a v druhé řadě podezření nebo poruchy oběhového systému (Wasserman, 1994; Máček & Máčková, 2011). V tělovýchovném lékařství je zátěžové vyšetření jen jedním z širšího spektra různých vyšetření, na jejichž základě se posuzuje zdravotní způsobilost, základní součástí je rozbor osobní a rodinné anamnézy, důkladné fyzikální vyšetření s pečlivou auskultací kardiopulmonálního systému a detailní vyšetření anatomických a funkčních poruch hybného systému, stanovení krevního tlaku, provedení klidového, ideálně i zátěžového elektrokardiografického vyšetření a laboratorní vyšetření krve a moči, které mohou odhalit skryté či počínající zdravotní problémy (Máček & Máčková, 2011).

Obecně lze indikace zátěžových testů členit na:

- indikace diagnostické, které jsou zaměřeny na posouzení funkčního stavu organismu jako celku i na posouzení funkčních rezerv jednotlivých orgánových systémů, na vyšetření zjevných symptomů a nemocí nebo na diagnózu asymptomatických, respektive latentních onemocnění;
- indikace kontrolní či posudkové, které se týkají hodnocení vlivu pohybové aktivity a ověření správnosti její předchozí ordinace i jejího provádění, posouzení účinnosti režimové, dietní a medikamentózní nebo i invazivní, tj. operační terapie, respektive hodnocení výsledků rehabilitace a lázeňské léčby;
- indikace prognostické, které jsou zaměřeny na předpověď průběhu onemocnění a případných recidiv nebo komplikací, na předpověď účinnosti předpokládaných intervencí, včetně operačního rizika, na předpověď fyzické zdatnosti a výkonnosti s posouzením budoucí schopnosti k výkonu povolání, absolvování rehabilitačního programu apod. (Heller, 1996; Placheta & Štejska, 1999).

Ve sportovní fyziologii a tělovýchovném lékařství je zátěžové vyšetření indikováno zejména:

- jako součást preventivních prohlídek sportovců (periodické prohlídky, výběrová řízení, kontrola účinnosti přípravy v jednotlivých etapách tréninkového cyklu);
- v rámci preventivních prohlídek osob s potenciálním kardiovaskulárním a metabolickým rizikem;
- pro posudkové účely, například ke stanovení schopnosti výkonu povolání, posouzení schopnosti rehabilitačního nácviku nebo ke stanovení „bezpečné“ tolerance zátěže rekondičního tréninku;
- pro diferenciálně funkčně diagnostické indikace, například při podezření na ischemickou chorobu srdeční, různé typy arytmií, neurocirkulační astenii, respirační poruchy, vertebrogenní syndrom atd.
- farmakoterapeutické účely, tj. na posouzení vlivu určitých farmak, například antihypertenziv, antidysrytmik, antidiabetik atd., a to nejen v klidu, ale i při zvýšených požadavcích kladených tělesnou zátěží (Heller, 1996; Placheta & Štejfa, 1999).

Podmínkou zátěžového vyšetření je lékařská prohlídka, jejímž cílem je i pátrání po kontraindikacích zátěžových testů. Rizika zátěžového testu přitom musí zvažovat nejen lékař, který zátěžový test provádí, ale i lékař, který zátěžové vyšetření indikuje.

Z lékařského hlediska se kontraindikace zátěžových testů člení na absolutní a relativní. K absolutním kontraindikacím se řadí akutní onemocnění, nestabilní angina pectoris, závažné poruchy srdečního rytmu, srdeční selhání, globální respirační nedostatečnost a metabolické rozvraty, akutní cévní příhody a plicní embolizace, těsná aortální nebo mitrální stenóza, srdeční a cévní aneurysma, hypertrofické kardiomyopatie, maligní hypertenze, těžká plicní hypertenze, aktivní chronická onemocnění jater, ledvin a štítné žlázy, závažná poškození neurologického nebo ortopedického charakteru. Relativní kontraindikace jsou u obdobných oblastí postižení a poškození oběhového a dýchacího systému a metabolických poruch, ale závisí na míře jejich závažnosti a posouzení rizik a přínosu zátěžového vyšetření, což zůstává v kompetenci odborného lékaře.

Předpokladem efektivity zátěžových testů je to, že musí splňovat kritéria specifity a validity a výsledky testů musí být reliabilní i senzitivní ke změnám specifické výkonnosti. Validita, tj. platnost získaných výsledků vzhledem ke skutečnosti, hodnotí rozsah, kterým test měří právě to, co je cílem měření. V oblasti zátěžové funkční diagnostiky je základním předpokladem definice cílů a zvažování validity jednotlivých prostředků diagnostiky. Nerespektování této zásady může vést k nevhodnému výběru prostředků zátěžové diagnostiky a následně i k mylným závěrům a chybným rozhodnutím. Specifita zátěžových testů zohledňuje faktory jako je intenzita a trvání činnosti, rozhodující systémy zajišťující energetické hrazení, zapojené svalové skupiny, typ aktivity a rozsah pohybů, míra uplatnění odporových sil a vliv různých vnějších podmínek atd. Vyhovění nárokům tzv. specifity vede k využívání specifických ergometrů a trenažérů nebo k preferenci terénního testování. Tyto typy testů ale mohou být zatíženy větší chybou než klasické standardizované laboratorní testy. Proto lze někdy naopak zaznamenat jistý ústup od specifity pro zvýšení přesnosti a spolehlivosti zátěžové diagnostiky.

Reliabilita či reproducibilita vyjadřuje míru celkových chyb, která je dána variabilitou biologického či technického průvodu. Oba typy chyb se snažíme minimalizovat, biologickou chybu například zácvikem, modelovými pretesty, respektováním biorytmicity atd., technické

chyby analýzou možných nepřesností na různých úrovních vstupů, vzorkování, procesu dílčích analýz i zpracování měřených veličin.

Senzitivita představuje rozsah, kterým fyziologické parametry odrážejí možné zlepšení či zhoršení sledované výkonnosti či komponent sledované výkonnosti.

Při praktickém uplatňování zátěžové funkční diagnostiky ve sportu se klade důraz na zajištění nezbytné validity a objektivity prováděných testů, což směřuje k standardizaci vnějších i vnitřních podmínek zátěžové diagnostiky. Standardizace zahrnuje zajištění informovanosti a spolupráce vyšetřované osoby i dodržení všech podmínek testu ze strany vyšetřujícího personálu. Mimo dodržení standardních zátěžových protokolů, rozcvičení, kvality mikroklimatu v laboratoři atd. je důležité i dodržení podmínek, které vlastnímu testování předcházejí, jako dodržení vhodného odstupu od posledního jídla a standardního pitného režimu i dodržení odpočinkového dne před dnem vlastního vyšetření. Dodržení všech podmínek standardizace může představovat problém u terénních testů, kdy proměnlivé faktory vnějšího prostředí mohou ovlivňovat výsledky testování. Velký význam zde hraje i individuální citlivost nebo naopak odolnost vyšetřovaných osob na různé faktory prostředí.

Při zátěžové diagnostice je třeba brát v úvahu také individuálně rozdílné přístupy vyšetřovaných osob. Zatímco někteří jedinci s dobrou vnitřní motivací přistupují k testům racionálně a jsou připraveni přijmout zpětnovazební informaci, ať již bude vyznívat pozitivně či negativně, mnoho jedinců, u kterých výsledek testování zdatnosti fyzické kondice může například ohrozit jejich profesní kariéru (ozbrojené a bezpečnostní složky, záchranáři, sportovní rozhodčí, fyzicky náročné profese, atd.), bude přistupovat k testování s obavami a úzkostí. Podobně tomu může být u některých sportovců či účastníků tréninkových a rehabilitačních programů.

Psychologové poukazují na nezbytnost pozitivního mentálního přístupu, který je základem dosažení optimálních fyzických výkonů, zatímco stres, obavy, rozptylování pozornosti a negativní myšlenky se řetězí ve spirále a negativně ovlivní fyzický výkon.

Dalším významným aspektem je vnitřní motivace, přitom motivace k zátěžovému vyšetření a očekávání se mohou výrazně lišit u začínajících a zkušených sportovců. Méně zkušení účastníci diagnostických zátěžových programů mohou mít častěji nepřiměřeně vysoká nebo naopak nepřiměřeně nízká očekávání (Bird & Davison, 1997). Postoj sportovců k funkční zátěžové diagnostice závisí na individuální zkušenosti. Ověřování různých komponent kondiční přípravy prostředky zátěžové funkční diagnostiky v některých případech nebývá u sportovců oblíbené, protože se diagnostickými postupy může svou povahou, typem práce, intenzitou i technikou pohybu do značné míry lišit od specifických zatížení typických pro daný sport. Zkušenější sportovci zpravidla plně akceptují skutečnost, že kondičně dobře připravený sportovec bývá méně náchylný ke zraněním, vydrží tolerovat delší dobu specifické sportovní zátěže, zvládá náročnější tréninková zatížení a je schopen si udržet vysokou sportovní výkonnost po celou sezónu. Výborně technicky a takticky připravený sportovec své kvality ve sportovní soutěži jen těžko zhodnotí, pokud nebude disponovat dostatečnou úrovní kondičních předpokladů pro danou sportovní specializaci (Mitchell et al., 1994). Kontrola stavu trénovanosti pomocí laboratorních a terénních metod má ve sportu ve vyspělých zemích dlouhodobou tradici, což souvisí s vysokou odborností a profesionalitou trenérů a řídicích pracovníků v oblasti výkonnostního a vrcholového sportu. Systematickou dlouhodobé sportovní přípravy by měla být provázána se systematickou kontrolou trénovanosti vhodnými diagnostickými prostředky. V oblasti profesionálního sportu bývá tento systém důsledně propracován a požadavky na úroveň aerobní a anaerobní připravenosti, vyjádřené v podobě

hodnot vybraných parametrů aerobních a anaerobních zátěžových testů s dílčími korekcemi na věk se běžně objevují v profesionálních smlouvách, jako je tomu například u hráčů ledního hokeje NHL nebo ve světových basketbalových soutěžích.

Literatura

- Bird, S. & Davison, R. (1997). *Physiological testing guidelines*, 3rd ed., Leeds, The British Association of Sport and Exercise Sciences.
- Heller, J. (1996). Indikace a kontraindikace zátěžových testů. In S. Bartůňková a kol. (Eds.). *Praktická cvičení z fyziologie pohybové zátěže*, s. 10–13, Praha, Karolinum.
- Heller, J. (1997). Funkční zátěžová diagnostika a její aplikace ve sportu. *Lékařské listy (Příloha Zdravotnických novin)*, 46(40), 10–12.
- Heller, J. (2013). Diagnostics in competitive and top-level sport: Experience from exercise physiology laboratory. *Acta facultatis exercitationis corporis Universitatis Presoviensis*, (2), 13.
- Máček, M. & Máčková, J. (2011). Zdravotní péče o sportovce. In M. Máček & J. Radvanský (Eds.), *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*, s. 35–76, Praha, Galen.
- Mitchell, J. H., Haskell, W. L. & Raven, P. B. (1994). Classification of sports. *Journal of American College of Cardiology*, 27(4), 845–899.
- Placheta, Z. & Šejfa, M. (1999). Obecné zásady zátěžové diagnostiky. In Z. Placheta a kol. (Eds.), *Zátěžová diagnostika v ambulantní a klinické praxi*, s. 41–50, Praha, Grada Publishing.
- Wasserman, K. (1994). *Principles of exercise testing and interpretation*, 2nd ed., Philadelphia, Williams and Wilkins.