

Vybrané charakteristiky výkonu ve sportovní gymnastice a jejich diagnostika

Selected characteristics of artistic gymnastics achievements and their diagnostics

Jan Chrudimský, Michal Štefl

Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy, Praha

Abstrakt

V příspěvku předkládáme přehled výsledků studií, které se zabývají problematikou identifikace výkonů ve sportovní gymnastice mužů a žen, a zároveň nabízejí možnosti jeho diagnostiky. Charakteristickým znakem sportovněgymnastického výkonu je přesná a formálně dokonalá realizace různě náročných dovedností koordinačně estetického charakteru. Změna kvality výkonu je provázána řadou morfologických, strukturálních a z nich plynoucích funkčních změn, které je vhodné dlouhodobě sledovat a hodnotit. Za nejčastěji využívané můžeme označit testy statické i dynamické síly, dále anaerobní a aerobní kapacity a dynamiky tepové frekvence v podmínkách soutěžního výkonu.

Abstract

By the content of article we are bringing a view about research study results, which deal with identification achievement in men's and women's artistic gymnastics and at the same time brings scope of their diagnostics. The characteristic attribute of artistic gymnastics achievement is correct and formally excellent realizations of different gymnastic skills with variety of their difficulty. Qualitative changes of gymnastics achievements are followed by many morphological, structural and their results from functional changes, which is useful longitudinally monitor and evaluate. As the most frequently are possible designate tests of static and dynamic power, anaerobic and aerobic capacity and also a test of heart rate dynamic during gymnastics competitions.

Klíčová slova: sportovní gymnastika, sportovně gymnastický výkon, diagnostika, výkonnostní ukazatele

Key words: artistic gymnastics, gymnastic performance, diagnostic, achievement indices

Tento příspěvek vznikl v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu 2011-263601 a VZ UK FTVS v Praze, MSM 0021620864.

Úvod

Dlouhou a bohatou historii sportovní gymnastiky, závodního odvětví zařazeného do programu olympijských her již na prvních hrách v roce 1896, dokumentuje její vývoj. Zpočátku byly do programu soutěží zařazovány i ne zcela typické disciplíny sportovní gymnastiky mužů a žen (šplh na laně, překážková dráha, hromadná cvičení prostná, cvičení na kruzích v hupu apod.), tak jak je známe ze současnosti. Ustálením obsahu soutěží ve sportovní gymnastice mužů (disciplíny – akrobacie, kůň na šíř, kruhy, přeskok, bradla, hrazda) a žen (disciplíny – přeskok, bradla, kladina, prostná) byly položeny základy pro její rozvoj. Za znaky vývoje můžeme považovat postupné zvyšování obtížnosti cvičebních tvarů, celkovou náročnost a obtížnost gymnastických sestav v jednotlivých disciplínách gymnastického víceboje mužů i žen, morfologické, strukturální a funkční změny organismu sledovaných gymnastů a gymnastek.

Z hlediska sledování morfologických, strukturálních a z nich plynoucích funkčních změn organismu sportovních gymnastů a gymnastek je nutné nalézt odpovídající parametry, jejichž prostřednictvím můžeme sledovat a hodnotit reaktivní odezvy organismu na specifické zatížení v průběhu gymnastických

soutěží nebo adaptační změny jako výsledek působení tréninkových podnětů realizovaných prostřednictvím dílčích částí sportovní přípravy ve sportovní gymnastice.

Výkon ve sportovní gymnastice a jeho diagnostika

Sportovní gymnastiku zpravidla řadíme mezi sporty koordinačně estetického charakteru, kdy výkon můžeme charakterizovat jako průběh, výsledek nebo změnu v pohybové činnosti se sportovněgymnastickým obsahem respektujícím aktuální možnosti cvičence, dané vrozenými dispozicemi, vlivem tréninkových podnětů, působením okolního prostředí apod. Pohybové dovednosti se odehrávají za omezujících podmínek, které vyplývají z fyzikálních zákonitostí pohybových činností, typu gymnastického nářadí, jeho mechanických vlastností a předpisů uvedených v pravidlech sportovní gymnastiky.

Za unikátní znaky pohybových činností ve sportovní gymnastice považujeme nároky na rozvoj konkrétních kompetencí cvičence, pregnantně definovaný způsob realizace a interpretace gymnastických činností a dovedností, metodiku hodnocení gymnastických výkonů, vycházející ze subjektivních soudů sboru rozhodčích, a způsob lokomoce. Při realizaci gymnastických dovedností jsou různou měrou využívány dva lokomoční systémy, které jsou tvořeny komplexy horní končetiny-trup a trup-dolní končetiny (Libra 1984). Charakteristický způsob lokomoce ve sportovní gymnastice je podmíněn skladbou a konstrukcí závodních nářadí i typem gymnastických dovedností, které tvoří pohybový obsah každé disciplíny gymnastického víceboje mužů i žen. Zatímco v disciplínách, jejichž obsah je převážně tvořen cvičebními tvary v podporech a visech (víceboj muži – kůň na šíř, kruhy, bradla, hrazda; víceboj ženy – bradla o nestejně výši žerdí), kdy je výhradně využíván systém horní končetiny-trup, v ostatních disciplínách mužského i ženského víceboje jsou gymnastické dovednosti realizovány prostřednictvím kombinovaného využívání obou systémů. Samotný pohybový obsah všech disciplín gymnastického víceboje mužů i žen, tedy i způsob lokomoce, je naplňován prostřednictvím odlišných typů svalové kontrakce (excentrická, koncentrická, izometrická i izotonická), danými nároky na časoprostorové uspořádání jednotlivých segmentů těla a jejich dynamické změny (pohyby statické, vedené, švihové).

Různá a postupně se zvyšující koordinační náročnost gymnastických dovedností, prezentovaná např. změnou způsobu provedení (od provedení skrčmo k provedení schylmo nebo od schylmo k toporně), zvyšujícím se počtem obrátů kolem vertikální či horizontální osy nebo jejich vzájemnou kombinací, je základem zvyšování obtížnosti gymnastických dovedností. Za nutnou podmínku zvyšování obtížnosti gymnastických dovedností považujeme schopnost gymnasty produkovat potřebnou energii k jejich realizaci, potažmo sílu, a to sílu vnitřní (Hiley; Yeadon 2003, Reid; Kopp 1983, Takei; Dunn; Blucker 2007, Yeadon; Brewin 2003; Yeadon; King; Sprigins 1998). Produkce vyšší úrovně vnitřní svalové síly pak umožňuje zisk větší hybnosti, větší úhlové rychlosti. Narůstající mechanická energie potřebná k realizaci náročných gymnastických dovedností s sebou nese zvyšující se mechanické zatížení biologických struktur (jednotlivých tělesných tkání a jejich komplexů), jak na její produkci, ale také na její převod či absorpci (Brüggermann 2005).

Narůstající nároky na úroveň produkce výkonů ve sportovní gymnastice se projevují v požadavcích na kultivaci a aktuální stav funkční připravenosti organismu a jeho soustav. Funkční kapacitu organismu sportovce můžeme považovat za základní podmínku pro učení se, realizaci a interpretaci gymnastických dovedností. Morfologické, strukturální a z nich vyplývající změny funkčních předpokladů jako výsledek adaptace organismu, jsou přímo závislé na úrovni a intenzitě stresových podnětů. Vytváření stresových situací a manipulace s nimi se primárně odehrává v jednotlivých složkách sportovního tréninku. Různé metody, techniky a procedury pak vyvolávají rozličné odezvy v organismu sportovce. V zásadě se snažíme vyvolat takové kvalitativní i kvantitativní změny organismu sportovce, aby co nejvíce odpovídaly požadavkům a struktuře konkrétního sportovního výkonu. Ve sportovní gymnastice se převážně jedná o změny morfologické, strukturální a funkční.

Pojetí výkonu ve sportovní gymnastice, souhrn požadavků na jeho realizaci a principy hodnocení vytvářejí sumu předpokladů, na jejichž základě jsou definovány antropometrické parametry jedince vhodné pro sportovní gymnastiku. Jedním z ukazatelů, který je hodnocen, je somatotyp (Pavlík, J., 2003, Tůma a kol., 1979).

Soustavná a systematická sportovní příprava s sebou přináší změny ve stavbě a složení těla. Projevy změn mohou být měřeny, sledovány a hodnoceny prostřednictvím různých parametrů, jako jsou např. tělesná hmotnost, tělesná výška nebo množství podkožního tuku, určení aktivní tělesné hmoty apod. Z výsledků publikovaných studií vyplývá, že sportovní gymnastky a gymnasti jsou v porovnání s ostatními sportovci nižšího věku a mají nižší hmotnost.

V souladu se zvyšující se technickou náročností osvojovaných nebo realizovaných gymnastických dovedností nabývá na významu silová komponenta výkonu. Tendence je výrazně patrná v pohybovém obsahu cvičení na kruzích, ale i v jiných disciplínách víceboje mužů i žen, kde primární způsob lokomoce¹ je vykonáván prostřednictvím systému horní končetiny-trup. Náročnost cvičebních tvarů je dána požadovaným typem svalové kontrakce a potřebnou vnitřní silou, kterou je nutné vyprodukovat. Nemalej vliv mají i požadavky pravidel sportovní gymnastiky, kdy dynamický nebo statický způsob provedení gymnastických dovedností a jejich kombinace klade různé nároky na funkční připravenost svalového aparátu. Stimulace silových předpokladů se uskutečňuje prostřednictvím rozličných prostředků, technik a metod, které se od sebe liší v rámci svého účelu i obsahu. Jejich implikace do sportovní přípravy přináší kvalitativně i kvantitativně odlišný vliv na úroveň silových schopností.

Zde vyvstává problematika vlivu stimulace silových schopností na svalovou hypertrofii (Bührle; Werner 1984). Frekventovanou metodou stimulace silových předpokladů v tréninku sportovních gymnastů a gymnastek je využívání mnohonásobného opakování jednoduchých gymnastických dovedností silového charakteru, které ve svém důsledku vedou k nárůstu svalové hmoty a k celkové svalové hypertrofii (Sands; McNeal; Jemni; Delong 2000).

Z fyziologického hlediska je do jisté míry svalová hypertrofie žádoucím efektem. Větší objem svalu je nezbytným předpokladem pro zlepšení výkonu v silových testech (statických i dynamických), ale v jejím důsledku se zvyšuje i tělesná hmotnost. Význam svalové hypertrofie se vztahuje k dvěma hlavním vytrvalostním problémům ve sportovní gymnastice², a to v poslední akrobatické řadě v sestavě v akrobacii a v sestavě na koni na šíř, které jsou pravděpodobně v relaci se zásobami CP, ATP a velikostí hlavních svalů podílejících se na výkonu v dané disciplíně. Proto příčný průřez svalu může být považován za základ vytrvalosti ve sportovní gymnastice (Major 1996).

Pohybový obsah v disciplínách akrobacie, přeskok (platí pro víceboj mužů i žen) a kladina je převážně tvořen dovednostmi vyžadující opakované „odrazy“ a následné „doskoky“, jejichž realizace je podmíněna i explozivně silovými projevy. K testování výsledné odrazové síly lze využít dynamometrické desky, která zachycuje dynamické změny zatížení při vertikálních skocích. Výsledky studií zaměřených na testování explozivně silových schopností ukázaly, že dosažené výsledky lze využívat pro posuzování aktuálního stavu rozvoje explozivně silových schopností dolních končetin, odrazové vytrvalosti dolních končetin, určení individuálně optimální výšky seskoku při plyometrické metodě stimulace silových schopností, schopnosti využívat elastickou energii, diferenciaci odrazových schopností a změny těchto schopností v průběhu sportovní přípravy a při výběru pohybově nadaných jedinců (Zemková; Hamar 2005, Kyselovičová; Zemková 2010). Rovněž doskok, který je spojen se zakončením všech závodních sestav a se všemi akrobatickými prvky ve sportovní gymnastice, by měl být v zájmu výzkumných pracovníků a trenérů. Byly vypracovány mnohé kinematické rozborů, nicméně konečná analýza závisí zpravidla na diagnostických schopnostech trenérů a jejich zkušenostech (Marinšek 2010).

Strukturální a morfologické změny závislé na charakteru tréninkového a soutěžního zatížení zasahují celý organismus sportovce. Svalová hypertrofie, způsobená zvýšenou enzymatickou (především glykolytickou) kapacitou a vyšší akumulací energetických rezerv v nejčastěji zatěžovaných svaích, provází i změny podpůrného aparátu a kardiovaskulární soustavy. Důsledkem opakovaného zvýšeného perifer-

1 Lokomoci chápeme nejen jako přemístování vlastní hmoty těla prostřednictvím silových impulsů činných svalových komplexů, ale i lokomoci spojenou s manipulací s gymnastickým náčiním a na nářadí. Základem lokomočně-manipulačních kompetencí realizátora gymnastických činností a dovedností je schopnost vykonat potřebnou svalovou sílu končetin a účinně ji převést na další, zpravidla hmotnější segmenty těla.

2 Autorův předpoklad je založen na výsledcích měření koncentrace krevního laktátu po skončení závodních sestav, in: Jemni; Friemel; Lechevalier; Origas 2000.

ního odporu v cévním řečišti, způsobeného častými izometrickými kontrakcemi velkých svalových skupin při vzájemné fixaci jednotlivých částí těla, zvláště dolních končetin vzhledem k trupu, dále při setrávání ve statických polohách nutných k provedení cvičebních tvarů vyznačujících se silovou výdrží v gymnastických sestavách, je dokumentovaná zvýšená kapilarizace svalů a hypertrofie myokardiální stěny (D'Andrea; Riegler; Cocchia a další 2010, Fagard 1997).

Sportovní příprava ve sportovní gymnastice se vyznačuje vyšším objem tréninkového zatížení, hodnoceno prostřednictvím tréninkových hodin a různou intenzitou zatížení. Proměnlivost intenzity se odvíjí podle tréninkového období. Zatímco v přípravném období je intenzita (hodnoceno prostřednictvím „čistého cvičebního“ tréninkového času) nižší, směrem k období závodnímu se intenzita zatížení zvyšuje a snižuje se počet tréninkových jednotek. Celkové tréninkové zatížení se rovněž liší i u různých věkových a výkonnostních kategorií. Vliv intenzivní sportovní přípravy v prepubertálním a pubertálním období dokumentují některé studie. Výsledky naznačují, že intenzivní tréninkové zatížení na úrovni 15 až 18 hodin týdně před a během puberty může zpomalit růst, což může mít za následek snížení konečné výšky (Burt; Naughton; Higham; Landeo 2010). Na druhou stranu vzrůst gymnastek je podmíněn geneticky (Caine; Lewis; O'Connor; Howe; Bass 2001).

Kvantitativní a kvalitativní změny ve složení a stavbě těla jsou mimo jiné podmíněny stravovacími návyky. Velký problém spočívá především v rozporuplných názorech na stravovací návyky, které panují mezi trenéry, rodiči a samotnými cvičenci (Kerr; Berman; De 2006). Důsledkem nevhodných stravovacích návyků je malnutrice vrcholově trénujících gymnastek (López-Varela; Montero; Chandra; Marcos 2000; Soric; Misigoj-Durakovic; Pedisic 2008). Nevhodné stravovací návyky spolu s dalšími činiteli (např. specifika obsahu, organizace, realizace tréninku a vyplývající zatížení ve sportovní gymnastice, včetně charakteristiky výkonu) se projevují jako pravděpodobné faktory ovlivňující maturaci gymnastek i zvýšený výskyt úrazů v dětském věku. Ačkoli typy zranění v gymnastice jsou srovnatelné s mnoha jinými sporty, gymnastika je unikátní v tom, že nejvíce úrazů se stane již v dětském věku. Přes vysoké riziko úrazů má však intenzivní gymnastický trénink některé pozitivní účinky na pohybový aparát. Jedním z nich je zvýšení kostní hmoty u gymnastů i gymnastek, což může působit v pozdějším věku jako prevence osteoporózy (Bradshaw 2010).

Sportovní trénink můžeme charakterizovat jako dlouhodobý systematický proces, ve kterém dochází k mnoha adaptačním změnám v závislosti na typu zatížení. Některé morfologické změny spojené s mnohaletým tréninkovým úsilím jsou patrné pouhým pohledem. Pro sportovní gymnasty a gymnastky je charakteristická svalová hypertrofie svalů horní poloviny těla. Mnoho dalších změn však zůstává skryto, přesto jsou podmínkou podávání sportovního výkonu ve sportovní gymnastice. Sportovní výkon lze hodnotit jako množství vykonané práce za čas, resp. jako množství vyprodukované energie potřebné k realizaci zamýšlené činnosti za určitý časový úsek v určitých podmínkách. Podmínky realizace a doba zatížení ve sportovní gymnastice jsou do jisté míry vymezeny pravidly, která v jednotlivých odstavcích určují požadavky na skladbu a obsah gymnastických sestav v jednotlivých disciplínách gymnastického víceboje. Kromě disciplíny akrobacie, kde je délka trvání závodní sestavy omezena časem v maximální délce do 70 vteřin pro muže a do 90 vteřin pro ženy stejně jako pro disciplínu kladina, není délka sestav na ostatních disciplínách nijak limitována. Přesto způsob hodnocení gymnastických výkonů tak, jak je popsán pravidly sportovní gymnastiky, určuje i celkovou dobu trvání závodních sestav na jednotlivých disciplínách gymnastického víceboje žen i mužů. V případě víceboje mužů je z časového hlediska nejkratší disciplínou přeskok ($5 \text{ s} \pm 0,5$), a naopak nejdelší je akrobacie ($64 \text{ s} \pm 6$). Závodní sestavy v disciplínách kůň na šíř ($39 \text{ s} \pm 8$) a bradla ($38 \text{ s} \pm 2$) trvají podobně dlouho, stejně jako v disciplínách kruhy ($44 \text{ s} \pm 5$) a hrazda ($44 \text{ s} \pm 3$)³.

Z charakteristiky doby trvání gymnastických výkonů realizovaných v soutěži je patrné, že potřebná energie je získávána především prostřednictvím anaerobních mechanismů s různým podílem tvorby kyseliny mléčné a jejích solí (Jemni; Friemel; Sands; Mikesky 2001; Jemni; Sands; Friemel; Delamarche

3 Časové charakteristiky byly získány na Mistrovství Evropy 2006 Volos, publikováno in: Amigo; Evrard; Ballarini Pedro; Faciabén 2007.

2003). Především koncentrace laktátu v krvi má prokazatelný vliv na výkon ve sportovní gymnastice (Heller; Bunc; Nováková; Dlouhá; Tůma 1998). Limitující je laktátová tolerance, která ovlivňuje kvalitu provedení gymnastických dovedností hlavně v závěru závodních sestav (Fejtek 1989).

Zmíněné morfologické změny kardiovaskulárního systému jsou provázeny rovněž změnami funkcí. Výsledky dílčích studií poukazují na fakt, že vzrůstající náročnost gymnastických dovedností realizovaných v závodních sestavách se projevuje nárůstem srdeční frekvence, která se v posledních čtyřiceti letech zvýšila z rozpětí 135 až 151 tepů za minutu na dnešních 190 tepů za minutu (Jemni; Friemel; Sands; Mikesky 2001).

Mimo výše prezentované vybrané charakteristiky výkonu existují ve sportovní gymnastice činitelé, kteří se při realizaci sportovně gymnastických dovedností uplatňují a na jejichž míru uplatnění a rozvoje je zpravidla usuzováno na základě výsledků ve specifických testech. Výběr testových úkolů plyne z charakteristiky specifické gymnastické motoriky. Koordinační náročnost gymnastických dovedností vyžaduje sledování a hodnocení, pro sportovní gymnastiku charakteristických, pohybových schopností kondičních, koordinačních a hybridních. Úroveň rozvoje komplexu koordinačních schopností významně ovlivňuje produkci výkonů ve sportovní gymnastice. Současné metody pro testování koordinace i přes možnost využití počítačového záznamu ve své klasické podobě mnohokrát nenaplnují očekávání. Z tohoto důvodu jsou často používány různě modifikované alternativy standardizovaných testů. Jednou ze složek koordinace je rovnováha. Ačkoli je tato schopnost z velké části geneticky podmíněna, lze ji do značné míry rozvíjet a kultivovat. Smysl pro rovnováhu má ve sportovní gymnastice zvláštní roli, schopnost udržovat statickou i dynamickou rovnováhu je podmínkou řady gymnastických dovedností. Ke stanovení rovnovážných schopností se využívají metody posturografické. Základem bývá Rombergova zkouška (Kruczkowski 2007). Testovaná osoba stojí ve standardních polohách s otevřenými či zavřenými očima na stabilometrické desce, která zaznamenává drobné titubace do stabilogramů. V podmínkách sportovní gymnastiky jsou schopnosti udržovat statickou i dynamickou rovnováhu, testovanou prostřednictvím realizace vybraných gymnastických dovedností, hodnoceny a analyzovány v závislosti na věku, výkonnostní úrovni nebo délce sportovní praxe (Polishchuk; Mosakowska 2007, Kerwing; Trewartha 2001). Rombergovu zkoušku lze doplnit o rotační pohyby okolo vertikální a horizontální osy.

Orientace v prostoru a v čase je podmíněna dokonalou součinností vestibulárního aparátu, interoreceptorů a exteroceptorů. Dále schopností CNS a nižších řídicích center analyzovat získané informace a volit adekvátní motorickou reakci. Náročnost gymnastických dovedností je mnohdy podmíněna nemožností efektivního využití všech systémů najednou. Především je omezeno uplatnění zrakové kontroly při realizaci dovedností rotačního charakteru (např. salto vpřed nebo vzad) i v kombinaci s rotací kolem vertikální osy. Výzkumné studie se zabývají vlivem délky sportovní praxe ve sportovní gymnastice, případně ve srovnání s jinými sportovními odvětvími, na realizaci různě náročných dovedností koordinačního charakteru s omezením zrakové kontroly (Asseman; Caron; Crémieux 2005, Aydin; Yildiz; Yildiz; Atesalp; Kalyon 2002, Danion; Boyadjian; Marin 2000, Vuillermé; Danion; Marin; Boyadjian; Prieur; Weise a další. 2001, Davlin; Sands; Shultz 2001).

Diskuze a závěr

V posledních čtyřiceti letech se výkonnost gymnastů a gymnastek rapidně zvyšuje (Sterkowicz, Ka; Sterkowicz, Kr. 2005). Nárůst výkonnosti je prezentován zvyšující se obtížností zařazovaných gymnastických dovedností do závodních sestav v jednotlivých disciplínách gymnastického víceboje mužů a žen. Z toho plynou i narůstající nároky kladené na úroveň rozvoje biologických předpokladů sportovce ve sportovní gymnastice. Stav je prezentován výsledky výzkumů, které se pokoušejí stanovit biologické předpoklady pro dosažení maximálního výkonu na světových soutěžích. V posledních letech se uskutečnila celá řada výzkumných prací, zabývajících se monitorováním reaktivních i adaptačních změn v organismu gymnasty. Změny se projevují v morfologických, strukturálních a z nich plynoucích funkčních změnách. Základem adaptačních mechanismů jsou stresové podněty, na které se organismus na různé úrovni adaptuje.

Z pohledu charakteristiky a hodnocení výkonů ve sportovní gymnastice mužů i žen je prioritní účel hodnocení (Chrudimský 2003, Chrudimský 2010). Na základě charakteristik sportovně gymnastického výkonu, jako jsou průběh, výsledek nebo změny v pohybové činnosti se sportovně gymnastickým obsahem respektující aktuální možnosti cvičence dané vrozenými dispozicemi, vlivem tréninkových podnětů, vlivem okolního prostředí apod., a ve vztahu k hodnocení efektivnosti sportovní přípravy, považujeme za důležité sledování a průběžné hodnocení morfologických, strukturálních a z nich plynoucích funkčních změn v organismu sportovních gymnastů a gymnastek.

Efekty intenzivního tréninku, jako jedné ze složek sportovní přípravy, vedou k antropometrickým změnám, které jsou pravděpodobně výsledkem multifaktorového působení. Z uvedeného vyplývá, že výška a další tělesné proporce jsou významným determinantem pozdějšího výkonnostního růstu ve sportovní gymnastice a že nižší tělesný vzrůst gymnastů a gymnastek není způsoben tréninkovým zatížením, ale jedná se o stav, který je výsledkem cíleného výběru.

Prezentované morfologické a strukturální změny a z nich plynoucí změny ve funkční kapacitě sportovních gymnastů a gymnastek jsou zpravidla využívány jako parametry hodnocení výkonnosti a výkonnostního růstu. Na základě dosažených výsledků v testových úkolech a jejich interpretace je hodnocena efektivita používaných tréninkových metod a prostředků. V zátěžových laboratořích jsou měřeny kardiopulsační parametry pomocí více či méně invazivních metod (Radvanský; Matouš 1999). Nejčastěji používané testy slouží ke stanovení projevů statické i dynamické síly, dále anaerobní a aerobní kapacity (např. laktátové křivky v závislosti na dynamice tepové frekvence nebo $VO_2\text{Max}$), dynamiky tepové frekvence v podmínkách soutěžního výkonu, zátěžového EKG, echokardiografie apod.

Testy využívané pro stanovení anaerobní kapacity (maximálního anaerobního výkonu, stanovení anaerobního prahu apod.) jsou zpravidla realizovány s využitím bicyklových či běžeckých ergometrů doplněných o zařízení analyzující dechové plyny. Interpretace dosahovaných výsledků testů realizovaných prostřednictvím ergometrů, tedy výhradně cyklickým pohybem (běh, jízda na kole), může být problematická. Gymnastický výkon se zřetelně odlišuje od cyklických pohybů využívaných v průběhu testování. Přesto jako podpůrný ukazatel stavu trénovanosti a trénovatelnosti lze laboratorní zátěžovou diagnostiku využívat.

Dlouhodobé využívání funkční a zátěžové diagnostiky považujeme za přínos. Slouží jako ukazatel výkonnostního růstu, potažmo hodnocení morfologických, strukturálních a z nich plynoucích změn funkčních, ale i jako preventivní činitel. Prevenci spatřujeme v možnosti včas odhalit některé organismus poškozující efekty tréninku, včetně latentních onemocnění.

Literatura

- AMIGO, A.I.; EVRARD, M.M.; BALLARINI PEDRO, A.G.; FACIABÉN, A.B., Valoración de la frecuencia cardíaca durante el entrenamiento en jóvenes gimnastas. *Educación física y deportes*, 2007, roč.3, s. 64–74.
- ASSEMAN, F.; CARON, O.; CRÉMIEUX, J. Effects of the removal of vision on body's way during different postures in elite gymnasts. *Int J Sports Med*, 2005, roč. 26, č. 2, s. 116–119.
- AYDIN, T.; YILDIZ, Y.; YILDIZ, C.; ATESALP, S.; KALYON, T. Proprioception of the ankle: a comparison between female teenaged gymnasts and controls. *Foot Ankle Int*, 2002, roč. 23, č. 2, s. 123–129.
- BRADSHAW, E. J. Performance and health concepts in artistic gymnastics. *International Symposium on Biomechanics in Sports: Conference Proceedings Archive*, 2010, roč. 28, s. 51–55.
- BURT, L.A.; NAUGHTON, G.A.; HIGHAM, D.G.; LANDEO, R. Training load in pre-pubertal female artistic gymnastics. *Science of Gymnastics Journal*, 2010, roč. 2, č. 3, s. 5–14.
- BÜHRLE, M.; WERNER, E. Das Muskelquerschnittstraining der Bodybuilder [The muscle hypertrophy training of the body builder]. *Leistungssport*, 1984, roč. 3, s. 5–9.
- CAINE, D.; LEWIS, R.; O'CONNOR, P.; HOWE, W.; BASS, S. Does gymnastics training inhibit growth of females? *Clin J Sport Med*, 2001, roč. 11, č. 4, s. 260–70.
- D'ANDREA, A.; RIEGLER, L.; COCCHIA, R.; SCARAFILIO, R.; SALERNO, G.; GRAVINO, R. a další. Left atrial volume index in highly trained athletes. *American Heart Journal*, 200, roč. 159, č. 6, s. 1155–1161.

- DANION, F.; BOYADJIAN, A.; MARIN, L. Control of locomotion in expert gymnasts in the absence of vision. *Journal of sports science*, 2000, roč. 18, č. 10, s. 809–814.
- DAVLIN, C.D.; SANDS, W.A.; SHULTZ, B.B. The role of vision in control of orientation in a back tuck somersault. *Motor control*, 2001, roč. 5, č. 4, s. 337–346.
- FAGARD, R. H. Impact of different sports and training on cardiac structure and function. *Cardiology Clinics*, 1997, roč. 15, č. 3, s. 397–412.
- FEJTEK, J. Kondiční-bioenergetické aspekty výkonu a tréninku ve vrcholové sportovní gymnastice. *Kandidátská disertační práce*. Praha : FTVS UK, 1989.
- GERT-PETER BRÜGGERMANN. Biomechanical and biological limits in artistic gymnastics. *Conference Proceedings Archive, 23 International Symposium on Biomechanics in Sports*, Beijing : Čína, 2005, s. 15–24.
- HELLER, J.; BUNC, V.; NOVÁKOVÁ, H.; DLOUHÁ, G.; TŮMA, Z. *Vědecko-metodický servis reprezentací ČR - výběru pro OH 2000 ve sportovní gymnastice a skocích na trampolíně*. Výroční zpráva (prosinec 1996–září 1997–prosinec 1997). Praha : Interní zpráva 1998.
- HILEY, M. J.; YEADON, M. R. The margin for error when releasing the high bar for dismounts. *J. Biomech*, 2003, roč. 36, č. 3, s. 313–319.
- CHRUDIMSKÝ, J. Možnosti využití výsledků soutěží ve sportovní gymnastice mužů. In *Športový trénink – Vedecké poznatky zo športového tréninku v gymnastických športoch, tancoch, kulturistike, fitnes* : sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference - Bratislava 27.května 2010, 1. vyd., Bratislava : PEEM. 2010. s. 52–55, ISBN 978-80-8113-028-1.
- CHRUDIMSKÝ, J. Možnosti hodnocení úrovně osvojení pohybových dovedností ve sportovní gymnastice. *Pohybové aktivity jako prostředek ovlivňování člověka* : sborník příspěvků – Praha 20. listopadu 2003, 1. vyd., Praha 2003, s. 21–24. ISBN 80-86317-28-5.
- JEMNI, M.; FRIEMEL, F.; LECHEVALIER, J.M.; ORIGAS, M. Heart rate and blood lactate concentration analysis during a high-level men's gymnastics competition. *Journal of strength and conditioning research*, 2000, roč. 14, č. 4, s. 389–394.
- JEMNI, M.; FRIEMEL, F.; SANDS, W.; MIKESKY, A. Evolution of the physiological profile of gymnasts over the past 40 years. A review of the literature. *Can J Appl Physiol*, 2001, roč. 26, č. 5, s. 442–56.
- JEMNI, M.; SANDS, W.; FRIEMEL, F.; DELAMARCHE, P. Effect of active and passive recovery on blood lactate and performance during simulated competition in high level gymnasts. *Can J Appl Physio*, 2003, roč. 28, č. 2, s. 240–256.
- KERR, G.; BERMAN, E.; DE, M. J. Disordered eating in women's gymnastics: perspectives of athletes, coaches, parents, and judges. *Journal of Applied Sport Psychology*, 2006, roč. 18, č. 1, s. 28–43.
- KRUCZKOWSKI, D. Investigation of balance in trials specific to artistic gymnastics. *Research Yearbook*, 2007, roč. 13, č. 1, s. 95–99.
- KYSELOVIČOVÁ, O.; ZEMKOVÁ, E. Modified aerobic gymnastics routines in comparison with laboratory testing of maximal jumps. *Sport Scientific & Practical Aspects*, 2010, roč.7, č. 1, s. 37–40.
- LIBRA, J. *Speciální motorická docilita a učení*. Praha : UK, 1984.
- LÓPEZ-VARELA, S.; MONTERO, A.; CHANDRA, R.; MARCOS, A. Nutritional status of young female elite gymnasts. *Int J Vitam Nutr Res*, 2001, roč. 70, č. 4, s. 185–90.
- MAJOR, J. J. Strength Training Fundamentals in Gymnastics Conditioning. *Technique*, 1996, roč. 8, č. 16. s. 1–14.
- MARINŠEK, M. Basic landing characteristics and their application in artistic gymnastics. *Science of Gymnastics Journal*, 2010, roč. 2, č. 2, s. 59–67.
- PAVLÍK, J. *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*. Brno: MU, 2003
- POLISHCHUK, T.; MOSAKOWSKA, M. The balance and jumping ability of artistic gymnastics competitors of different ages. *Research Yearbook*, 2010, roč. 13, č. 1, s. 100–103.
- RADVANSKÝ, J.; MATOUŠ, M. Zátěžové testování dětí a adolescentů – nejčastěji používané odvozené parametry. *Med Sport Boh Slov*, 1999, roč. 8, č. 2, s. 40–43.
- REID, J. G.; KOPP, P. M. A force-torque of the kip on horizontal bar. *Can. J. Appl. Port Sci*, 1983. roč. 8, č. 4. s. 271–275.

SANDS, WM. A.; MCNEAL, J.R. Enhancing Flexibility in Gymnastics. *Technique*. 2000, roč. 5, č. 20, s. 1–5.

SANDS, WM. A.; MCNEAL, J.R.; JEMNI, M.; DELONG, T.H. Should Female Gymnasts Lift Weights? *Sportscience* [online], 2000, roč. 4, č. 3. Dostupné WWW: <<http://www.sportsci.org/jour/0003/was.html>>. 2000.

SORIC, M.; MISIGOJ-DURAKOVIC, M.; PEDISIC, Z. Dietary intake and body composition of prepubescent female aesthetic athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 2008, roč. 18, č. 3, s. 343–354.

STERKOWICZ, Ka.; STERKOWICZ, Kr. Comparative analysis of the olympic games during men's artistic gymnastics between 1988 and 2000. *Revista Mackenzie de Educacao Física e Esporte*, 2005, roč. 4, č. 4, s. 113–126.

TAKEI, Y., DUNN, J.; BLUCKER, E. Somersaulting techniques used in high-scoring and low-scoring Roche vaults performed by male Olympic gymnasts. *J Sports Sci*, 2007, roč. 25, č. 6, s. 673–685.

TŮMA, Z.; KOCIÁN, V.; SLAVÍK, L. *Program sportovní přípravy v tréninkových střediscích mládeže – sportovní gymnastika*. ČÚV ČSTV. Praha : Sportpropag, 1979.

VUILLERME, N.; DANION, F.; MARIN, L.; BOYADJIAN, A.; PRIEUR, J.; WEISE, I. a další. The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neurosci Lett*, 2001, roč. 303, č. 2, s. 83–86.

YEADON, M. R., BREWIN, M. A. Optimised performance of the backward longswings on ring. *J. Biomech*, 2003, roč. 36, č. 4, s. 545–542.

YEADON, M. R., KING, M. A., SPRIGINS, E. J. Pre-flight characteristics of Hetcht vaults. *Journal of Sports Science*, 1998, roč. 16, s. 349–356.

ZEMKOVÁ, E., & HAMAR, D. (2005). Jump ergometer in sport performance testing. *Acta Univ Palacki Olomuc Gymn*, 2005, roč. 35, č. 1, s. 7–16.