

PATOFYZIOLOGIE TĚLESNÉ ZÁTĚŽE

doc. MUDr. Pavel Stejskal, CSc.

- Katedra podpory zdraví
- Modul: biomedicínský
- Studium: Bc.

Tento výtisk zachycuje stav online materiálu, dostupného na adrese <http://www.fsps.muni.cz/impact/patofyziologie-telesne-zateze/> ve stavu ze dne 18. 12. 2014. Online verze materiálu může obsahovat interaktivní či multimediální prvky, které se v tištěné podobě nezobrazují nebo nejsou funkční.

© 2012–2014 Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity Brno v rámci projektu Inovace a modernizace studijních oborů FSpS (IMPACT) pod kódem CZ.1.07/2.2.00/28.0221. Více informací o projektu: www.fsps.muni.cz/impact ⇨.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah

ÚVOD	2
PŘEDMLUVA	4
INTERAKCE MEZI DĚDIČNOSTÍ A ŽIVOTNÍM STYLEM	8
ADAPTACE	12
NĚKTERÉ PROJEVY NEDOSTATEČNÉ POHYBOVÉ AKTIVITY A DESADAPTACE	23
PŘEHLED BIOLOGICKÉHO PŮSOBNÍ PRAVIDELNÉ PA	27
ZÁKLADNÍ PRINCIPY PRESKRIPCE	31
- OKRAJOVÉ ČÁSTI CVIČENÍ NEBO TRÉNINKU	31
- VYTRVALOSTNÍ (AEROBNÍ) CVIČENÍ NEBO VYTRVALOSTNÍ SPORTOVNÍ TRÉNINK	39
- NEJČASTĚJŠÍ POHYBOVÉ AKTIVITY A JEJICH VYUŽITÍ	54
- CVIČENÍ PRO ZLEPŠENÍ ROVNOVÁHY	76
- POSOUZENÍ ÚČINKŮ PA POMOCÍ ZDRAVOTNÍCH BODŮ	85
- TRÉNINKOVÝ DENÍK	97
- PRAKTICKÉ MOŽNOSTI ODHADU JEDNOTLIVÝCH UKAZATELŮ POHYBOVÉ AKTIVITY	99
POHYBOVÁ AKTIVITA A SPORT JAKO PROSTŘEDKY PREVENCE A TERAPIE	103
- OBEZITA	104
- DIABETES MELLITUS	112
- ATEROSKLERÓZA	119
- ARTERIÁLNÍ HYPERTENZE	128
- CHRONICKÁ RESPIRAČNÍ ONEMOCNĚNÍ	130
- MALIGNÍ NÁDORY	137
- OSTEOPORÓZA	141
- VERTEBROGENNÍ ALGICKÝ SYNDROM	144
- CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA	146
- OSTATNÍ ONEMOCNĚNÍ	150
POUŽITÁ LITERATURA	151
ANKETA	155
DISKUSNÍ FÓRUM	156
OTESTUJTE SE...	157

doc. MUDr. Pavel Stejskal, CSc.

Úvod



Vážení studenti, tato e-learningová studijní opora byla vytvořena v rámci inovace celého předmětu. Inovace spočívala také v nákupu moderních pomůcek, přístrojů, studijní literatury dostupné v univerzitní knihovně a v inovaci sylabu.

Financování projektu Inovace a modernizace studijních oborů FSpS (IMPACT – FSPS), registrační číslo CZ.1.07/2.2.00/28.0221) realizovaného v období leden 2012 až prosinec 2014 bylo zajištěno z Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost.

V případě dotazů Vám rádi odpovíme i po ukončení realizace projektu na impact@fsp.s.muni.cz.

Projektový tým IMPACT

V online verzi je k dispozici videozáznam:



(Zdroj: moderátor: Zbyněk Loucký, kamera a střih: Jakub Doležal)

Anotace inovovaného materiálu

Učební text je studijní pomůckou k předmětu *Patofyziologie tělesné zátěže* pro obor Fyzioterapie. Cílem textu je poskytnout studentům základní poznatky zejména o environmentálních příčinách vysoké prevalence některých chronických onemocnění. Učební text je strukturovaný do kapitol věnovaných interakci mezi životním stylem a genetikou, projevům adaptace a desadaptace, biologickému působení pravidelné pohybové aktivity, základním principům preskripce programu efektivní pohybové aktivity nebo sportovního tréninku a pohybové aktivitě jako prostředku prevence a terapie nejčastějších chronických onemocnění (např. obezita, diabetes mellitus 2. typu, ateroskleróza a kardiovaskulární onemocnění a jejich komplikace, arteriální hypertenze, chronická respirační onemocnění a maligní nádory).



OBR. 1 ILUSTRATIVNÍ OBRÁZEK
Zdroj: <http://www.unnosport.cz/sluzby/heat-program>

Anotace inovovaného předmětu

Cíle předmětu:

Studentům předmět poskytne základní poznatky v oblasti obecných etiopatologických mechanismů, kde důležitou roli hraje fyzická zátěž, základy zátěžové funkční diagnostiky a speciální poznatky o poškození jednotlivých funkčních systémů. Ze získaných poznatků vyplynou principy a základní pravidla řešení a prevence zdravotních komplikací při rehabilitační péči.

Inovace:

Inovace předmětu spočívá ve vytvoření studijních materiálů v elektronické podobě vhodných pro samostudium.

Předmluva

Protože došlo v posledním století v rozvinutých industriálních zemích k dramatickým změnám v životě lidí, ztratila se pro většinu z nich nezbytná potřeba věnovat se náročné pohybové aktivitě. Ale zároveň se změnou životního stylu se prudce rozšířila celá paleta nemocí, které více či méně souvisejí s nedostatkem pohybu. Jinak řečeno, člověk vyhrál svůj boj proti namáhavé fyzické práci na všech frontách, ale za cenu závažného rozšíření chronických onemocnění, která sebou neaktivní životní styl přinesl.

Říká se, že lidské tělo je konstruováno speciálně pro pohybovou aktivitu. I když je velmi obtížné testovat tuto hypotézu, jsou zřejmé tři linie, které ji podporují.

Tak v první řadě – lidský organismus je schopen se adaptovat v širokém rozsahu na fyzické požadavky související s tělesnou prací nebo cvičením. Mladý zdravý člověk je schopen během zátěže zvýšit svůj klidový metabolismus minimálně desetkrát a může udržet tento zvýšený energetický výdej po mnoho minut. A není nemožné nalézt jedince, kteří dokážou po velmi krátkou dobu během maximální práce svůj energetický obrat zvýšit třeba stokrát. Je evidentní, že tělesná stavba a její fyziologické funkce jsou perfektně organizovány k velkému svalovému výkonu v širokém metabolickém rozsahu.

Za druhé – trávení obrovského množství času vsedě a nízká úroveň tělesné aktivity je spojena s negativním rizikem častých onemocnění, ztráty funkční kapacity a předčasného úmrtí. Člověku dlouhé sezení nesvědčí...

Za třetí – naši dávní předkové by nemohli přežít v nebezpečném prostředí bez motorických dovedností a schopností vykonávat velmi náročnou a namáhavou tělesnou práci.

Tělesná aktivita a tělesná zdatnost se prostě staly hlavními faktory evoluční historie *homo sapiens*. Přesné detaily molekulárních dějů, které proběhly během tohoto vývoje, jsou stále předmětem vědeckého zkoumání, diskusí i dohadů. Je však zřejmé, že molekulární rozdíly mezi *homo sapiens* a blízkými živočišnými druhy jsou věrně zaneseny do jejich genomů. A tak velmi zjednodušeně řečeno – molekulární alterace zárodečných buněk našich předků-primátů kombinované s přirozeným výběrem vedly po milionech let k relativně malým bytostem, které nesou název *australopythecus*. A potom novými genetickými mutacemi, variacemi v počtech genových kopií, chromozomálními přeskupeními a dalšími náhodnými genovými jevy progresivně zformovanými formami života vznikl *homo habilis*, *homo erectus* a nakonec se před 100 tisíci lety vynořil *homo sapiens*.

Je obtížné přesně určit, jakou roli v tomto vývoji hrála motorická dovednost a fyzická zdatnost a výkonnost. Srovnávací studie DNA a proteinů mezi *homo sapiens* a nejbližšími primáty však ukázaly, že genomické rozdíly jsou řádově na úrovni 2 %, což je méně, než činí genomické rozdíly mezi jedinci velké heterogenní populace. Avšak tyto poměrně malé molekulární diference přinesly sebou důležité změny v chování a fungování organismu – vzpřímená poloha těla, bipedální lokomoce, perfektně skloubený palec na ruku, vertikální poloha hlavy umožňující vizuální kontrolu atd. Tělesná zdatnost a výkonnost musely sehrát pro přežití člověka důležitou roli, protože nejvýkonnější jedinci měli jasnou výhodu při obstarávání potravy a v boji proti zvířecím predátorům nebo při řešení dalších konfliktů. A tito

nejvýkonnější jedinci museli logicky přispět větším počtem genů svým potomkům než ti ostatní.

A tak je pravděpodobné, že pohybová aktivita byla hlavní vývojovou silou *Homo sapiens*. Lov, sběr plodů, útěk a boj se staly nezbytnými aktivitami našich předků. Museli během jejich života házet, zvedat, vystupovat, chodit, běhat a vykonávat všechny druhy základních motorických dovedností. Přežití a reprodukční úspěch vyžadoval od našich předků dobrou fyzickou výkonnost, vytrvalost, rychlost a sílu.

V současnosti je však reprodukční kapacita daleko méně závislá na tělesné zdatnosti, než jak tomu bylo v minulosti. Největší břímě existence lidstva v současné době jsou hromadná chronická neinfekční onemocnění (a jejich relativně prudce se zvyšující výskyt), u kterých nacházíme více či méně pevnou souvislost s nedostatečnou pohybovou aktivitou. Tato chronická onemocnění přispívají více než 60 % ke všem úmrtím na celém světě. Polovinu z nich zapříčiňují kardiovaskulární nemoci; následují maligní nádory, cerebrovaskulární onemocnění, chronická respirační onemocnění, diabetes mellitus, Alzheimerova choroba a onemocnění ledvin. Mimo tato chronická onemocnění jsou dalšími příčinami úmrtí zranění, která však z celkového počtu tvoří necelých 5 %; na chřipku a zápal plic umírá asi 2,5 % lidí a na otravu krve asi 1,5 %. Všech ostatních příčin smrti, které nemohou být racionálně sdruženy, je necelých 23 %; tedy výrazně méně, než kolik lidí umírá na kardiovaskulární onemocnění.

Mezi rizikové faktory vedoucí k onemocněním srdce a cév patří vysoký krevní tlak, kouření tabáku, hyperglykémie, nedostatek pohybové aktivity, nadváha a vysoká hladina plazmatického cholesterolu. Přitom se předkládá, že nárůst mortality na kardiovaskulární nemoci bude pokračovat, zejména velmi dramaticky v rozvojových zemích. V roce 1990 zemřelo za rok v těchto zemích na kardiovaskulární onemocnění 9 milionů lidí; odhaduje se, že v roce 2020 se tento počet zvýší na 19 milionů. Tento obrovský počet úmrtí spolu se sedavým životním stylem, nedostatkem pohybu, obezitou a cukrovkou 2. typu ukazují na existenci devastující epidemie chronických onemocnění v současné době. A tak k největším paradoxům vývoje *homo sapiens* patří skutečnost, že se ukazuje být stále důležitější pro existenci člověka minimalizovat sedavý životní styl, k němuž se po tisíciletích konečně dopracoval, a alespoň částečně ho nahradit pohybovou aktivitou.

Tento text, který se zabývá otázkami vztahu mezi pohybovou aktivitou a zdravím a pozitivními efekty fyzicky aktivního životního stylu působícího proti potenciálně ničivým konsekvencím fyzické inaktivity, je určen zejména pregraduálním studentům vysokých škol. Jedná se speciálně o studenty fyzioterapie a studenty regenerace a sportovní výživy FSpS, ale je ho možno využít i v dalších oborech a na jiných fakultách (např. při studiu tělesné výchovy, podpory zdraví, preventivní medicíny nebo biologie člověka).

Vzhledem k relativně malému rozsahu studia (2 hod týdně po dobu jednoho semestru) se text koncentruje pouze na základy určité části patofyziologie tělesné zátěže a záměrně vynechává např. působení zevního prostředí na tělesnou výkonnost a zdravotní stav, detailnější pohled na problematiku pohybové aktivity v dětském a vyšším věku, specifiku sportování žen, informace o patologických stavech spojených se sportem nebo problematiku sportování osob se zdravotním postižením. Text se ze stejného důvodu nezabývá fyziologií tělesné zátěže (tedy reakcemi na fyzické zatížení), která je na FSpS MU přednášená samostatně a na kterou navazuje. Předpokládá rovněž základní znalosti zátěžového vyšetřování, testování a diagnostiky, na které navazuje prakticky při všech tématech týkajících se

předepisování pohybové aktivity.

Úvodní krátká kapitola je věnována interakci mezi dědičností a environmentálními vlivy. Jejím cílem je zejména upozornit na obrovskou variabilitu reakcí a adaptací člověka na pohybovou aktivitu a na nezbytnost přísné individualizace programu pohybové aktivity nebo sportovního tréninkového programu. Jakékoliv zevšeobecnění poradenství je v konkrétních podmínkách cvičení nebo sportovního tréninku odsouzeno k nezdaru a je významnou příčinou nízké dlouhodobé adherence k fyzicky aktivnímu životu.

Druhá kapitola se zabývá některými stránkami adaptace lidského organismu na opakované tělesné zatížení, tedy na pohybovou aktivitu, cvičení nebo sport. Relativně větší pozornost je věnována metabolickým a kardiovaskulárním mechanismům adaptace, které jsou často z hlediska celého procesu rozhodující. Samostatnou podkapitolu tvoří základy adaptace na odporový trénink, který se v posledních desetiletích stal středem zájmu odborníků zabývajících se vlivem různých druhů pohybových aktivit na zdraví člověka.

Další kapitola popisuje krátce některé důsledky a projevy nedostatečné pohybové aktivity a průběh desadaptace po přerušení cvičení nebo tréninku; hlavní pozornost je věnována transportnímu a pohybovému systému a látkové výměně.

Čtvrtá kapitola jednak přehledně shrnuje efekty pravidelného cvičení, jednak krátce popisuje využití a účinky pohybu v jednotlivých věkových obdobích, od kojenců až po seniory.

Nejrozsáhlejší je pátá kapitola, která se zabývá základními principy preskripce pohybové aktivity nebo sportovního tréninku. Úvodem je vysvětlená důležitost okrajových částí cvičení nebo tréninku a na obrázcích je demonstrováno několik správně provedených statických protahovacích cvičení. Při sportovním tréninku a rekreační i závodní sportovní aktivitě dominují vytrvalostní sporty, které jsou v textu analyzovány z hlediska preskripce a kontroly intenzity, trvání, frekvence, objemu a dlouhodobé adherence. Největší pozornost ze všech cyklických vytrvalostních aktivit je věnována chůzi, běhu a severské chůzi, méně pak cyklistice, plavání, veslování a aerobiku. Další část této kapitoly se zabývá z fyziologického a patofyziologického hlediska jednotlivými typy odporového (posilovacího) tréninku a jejich aplikacemi do rekreační a závodní pohybové aktivity, a to i s ohledem na věk sportovců. Závěr této subkapitoly tvoří obrázková demonstrace několika posilovacích cviků s vlastní hmotností.

Protože jsou statická i dynamická rovnováha důležité nejen pro výkonnost ve většinu obratnostních a silově-rychlostních sportů, ale také pro zdraví a kvalitu života seniorů, je věnována pozornost její diagnostice i speciálnímu cvičení; několik obrázkových demonstrací cviků rovnováhy doplňuje text této subkapitoly.

Zdravotní body umožňují vytvořit pestrý a účinný program pohybové aktivity, složený nejen z cyklických, ale také z acyklických sportovních odvětví. Jejich základem je posouzení týdenních objemů nejrůznějších sportů z hlediska jejich účinků na zdraví člověka. V poslední krátké subkapitole jsou zmíněny praktické možnosti kvantitativního odhadu jednotlivých ukazatelů pohybové aktivity na základě jednoduchých

výpočtů.

Poslední kapitola je věnována pohybové aktivitě a sportu z hlediska prevence a terapie nejzávažnějších chronických onemocnění. Logicky největší pozornost je věnována nadváze a obezitě, které se stávají svým výskytem, věkovým rozložením, komplikacemi a komorbiditami závažným zdravotním a sociálním problémem. Podobně závažným onemocněním je i diabetes mellitus, který je spolu s poruchami lipidového metabolismu nejčastějším metabolickým onemocněním. Stejně jak u těchto metabolických onemocnění hraje řízená pohybová aktivita důležitou preventivní a terapeutickou roli i u kardiovaskulárních nemocí a jejich komplikací, které jsou z hlediska morbidity a mortality na prvním místě mezi všemi chorobami, kterými v současné době lidstvo trpí. Z hlediska prevence a léčení je nezastupitelná optimální pohybová aktivita i u hypertenze, osteoporózy a chronických respiračních onemocnění. Samostatná subkapitola je věnována pohybu u karcinomu, jehož výskyt se každý rok významně zvyšuje. U posledních dvou chronických nemocí, které jsou v textu uvedeny, tj. u vertebrogenního algického syndromu a u cévní mozkové příhody, je většinou pohybová terapie zaměřená spíše na rehabilitaci poškozených funkcí, než na její působení na celý organismus. Nicméně i u těchto a u některých dalších diagnóz pravidelné cvičení zvyšuje kvalitu života a činí ho pro chronicky nemocné pacienty snesitelnější.

Ve vlastním textu jsou uváděny některé latinské názvy nemocí nebo příznaků, protože je velmi pravděpodobné, že se s nimi studenti když ne v průběhu studia, tak jistě později, setkají; většinou je v závorce uvedeno petitem jejich vysvětlení nebo český název.

Každá kapitola (nebo i samostatně působící subkapitoly) je zakončena obsahovými otázkami, které by mohl volit examinátor při zkoušce a odpovědi na ně by měly vyčerpat většinu textu. Alternativní kontrolní otázky vedou často čtenáře k zdánlivě zbytečným detailům; jestliže však v předcházejícím čtení text pochopil, potom mu usnadní jeho fixaci.

Závěrem dovolte autorovi vyslovit přání, aby tento text pomohl studentům, kteří se zabývají problematikou pohybu a zdraví, jednak lépe pochopit limitující a důležité vztahy, jednak využít některé poznatky v každodenní praxi. Větší ambice tento text nemá.

Doc. MUDr. Pavel Stejskal, CSc.

Katedra podpory zdraví FSpS MU Brno

Interakce mezi dědičností a životním stylem

Téměř po celou dobu existence lidstva se musel člověk živit jako lovec a sběrač a byl vystaven extrémně vysokým nebo nízkým teplotám. Dlouhotrvající pohybová aktivita většinou střední intenzity se stala v souvislosti se získáváním potravy nezbytnou součástí jeho životního stylu. Tyto požadavky na energetický metabolismus vytvořily selektivní tlak, který favorizoval přežití a reprodukci takových jedinců, kteří byli geneticky predisponováni k prospívání v takovém fyzicky náročném prostředí. Na rozdíl od velmi dlouhého celkového vývoje lidstva došlo v posledním století k progresivnímu poklesu úrovně přirozené a obvyklé (habituální) pohybové aktivity a k relativnímu přejídání potravou bohatou na cukry a živočišné tuky. **Životní styl** většiny populace v rozvinutých zemích se zásadně liší od životního stylu, který dominoval v průběhu evoluce a který formoval naše genomy (*soubory veškeré genetické informace uložené v DNA – deoxyribonukleová kyselina – konkrétního organismu; zahrnuje všechny kódující i nekódující sekvence DNA*). Většina současné populace pocházející z linie předků, která je definovaná masivní migrací a hladomory, ale také genomickými profity získanými v průběhu vývoje lidstva, predisponuje za současných životních podmínek k velkému riziku vzniku chronických metabolických a kardiovaskulárních onemocnění. Takový pohled na evoluci lidstva vysvětluje abnormální výskyt některých závažných chronických onemocnění v populaci, u které došlo k rychlému přechodu z tradičního životního stylu, charakterizovaného fyzickou prací a konzumací zdravé stravy, k západnímu způsobu života (např. Indiáni kmene Pima, aljašské domorodé kmeny nebo obyvatelé Polynésie).

Naše geny jsou jakýmsi potrubím, pomocí kterého se realizuje **komunikace mezi zevním prostředím a buňkami našeho těla**.

Odpovědi na tyto signály zevního prostředí zahrnují hormonální, metabolické a nervové změny tkání a orgánů, které se projevují jako fenotypy – tj. měřitelné odpovědi na genovou transkripci a translaci. Vliv životního stylu na zdraví člověka je tedy realizován a modulován našimi geny. Jinak řečeno, rozsah, ve kterém jsou tyto environmentální signály transportovány, významně záleží na struktuře a funkcích našeho genomu. Proto i když realizujeme stejný pohybový režim nebo stejné dávky pohybové aktivity, odpovědi se od jednoho člověka ke druhému výrazně liší; v některých případech vidíme po intervenci výrazné změny ve fenotypech onemocnění (např. koncentrace krevního cukru nebo tuků, množství a distribuce tělesného tuku, krevní tlak, atd.), v jiných je výsledek intervence malý nebo žádný.

Protože k významným změnám ve struktuře lidského genomu dochází velmi zvolna v průběhu tisíce let, současný životní styl naroubovaný na neměnní se genetickou bázi člověka je jednou z příčin celé řady **hromadně se vyskytujících neinfekčních chronických onemocnění (HNO)**, které se vyskytují u velké většiny industriálních národů. Tento poznatek je mimo jiné podporován i klinickými experimenty, které ukazují, že zvýšením pohybové aktivity a zlepšením složení stravy je možno většinou dosáhnout významného snížení rizika vzniku HNO. Pro většinu lidí platí, že osvojení životního stylu podobného životnímu stylu našich předků může zvrátit progresi HNO. Je však třeba znovu zdůraznit, že existuje významná variabilita

individuální odpovědi na intervenci, od výrazné reakce až k nulovému efektu beze změny rizikového profilu. Tato variabilita reakce na změnu životního stylu může být částečně vysvětlena **interakcí dědičnosti a životního stylu (IDŽS)**.

IDŽS se projeví tehdy, jestliže se bude u určitých genetických skupin, které jsou shodně vybaveny funkčně polymorfním genem podporujícím riziko vzniku fenotypu významného onemocnění, kvantitativně lišit poměr mezi životním stylem a známkami onemocnění. Např. při životním stylu s vysokou pohybovou aktivitou se vliv určitého genotypu na vznik onemocnění neprojeví, zatímco při nízké pohybové aktivitě bude vliv tohoto genotypu na vznik nebo riziko onemocnění významný.

V roce 1962 J. Neel přišel s **hypotézou o tzv. „úsporném genotypu“**, na níž je teorie IDŽS založená. Podle jeho názoru „úsporný“ metabolismus je charakterizován větší schopností uskladňovat nadbytečnou energii během období „hojnosti“. Po většinu období lidské evoluce byl člověk vystaven fyzicky náročnému prostředí, ve kterém dominovaly infekce, tepelný stres, období nedostatku potravy a potřeba vysoké fyzické aktivity. V tomto environmentálním kontextu byla schopnost ukládat tuk do rezervy v období dostatku potravy nezbytná pro prosté přežití. Ti, kteří v dávné minulosti disponovali takovou látkovou výměnou, přežili snadněji období hladomoru. Tento pozdně paleolitický genotyp se projevuje „úspornou“ regulací využívání energetických zdrojů během fyzické aktivity i v klidu.

Hypotéza „úsporného genotypu“ má i své kritiky, kteří upozorňují, že geny, které podporují uskladňování nadbytečné energie, nebyly v minulosti vystaveny selektivnímu pozitivnímu tlaku, zpochybňují spojení mezi štíhlostí a mortalitou během hladomoru a nesouhlasí s možností vysvětlit současný vysoký výskyt obezity pouze pomocí hypotézy „úsporných genomů“.

Migrace spojená s hladomory byla stresující a zhoršovala i plodnost. Je známo, že ženy s malým množstvím tělesného tuku (např. v důsledku anorexie, kachexie nebo neadekvátního vyčerpávajícího sportovního tréninku) mají velmi často závažnou poruchu menstruace, jsou neplodné a náchylné k infekcím. Protože tuková tkáň hraje důležitou roli v reprodukci i v přežití, je pravděpodobné, že lidský genom je obohacený o geny, které podporují ukládání tuku a zamezují hubnutí. (Proto obezita a její patologické důsledky jsou vlastně přirozenou odpovědí na prostředí, ve kterém chybí fyzický stres.) V důsledku toho přežívaly takové rody, které byly vůči uvedeným životním podmínkám fyziologicky robustnější a odolnější. I když se nacházejí důkazy pro to, že lidský genom se přece jenom poněkud změnil v průběhu posledních 10 tisíců let, v podstatě zůstal nezměněný; základní princip hypotézy „úsporného genotypu“ je tedy plausibilní.

Současná epocha klade minimální nároky na fyzickou aktivitu a takový „sedavý“ životní styl je inkompatibilní s lidským genomem. Tato vzájemná inkompatibilita vyplývá z výrazně odlišné rychlosti změn lidského genomu a životních podmínek; to platí zejména o období rychlých změn životních podmínek po industriální revoluci. Ukazuje se, že polymorfismy jednotlivých nukleotidů souvisejících s chronickými kardiovaskulárními nebo metabolickými nemocemi, jsou poměrně časté. Např. zhruba polovina všech bělochů je nositelem genové varianty, která odpovídá asi o 1,5 kg vyšší (nadměrné) tělesné hmotnosti a tím významně zvýšenému riziku vzniku diabetes mellitus 2. typu (2TDM). Jedno z možných obecných vysvětlení tohoto spojení genetických modifikací s uvedeným fenotypem spočívá

v historicky zprostředkované výhodě umožňující přežití.

Vliv životního stylu na rizika chronických onemocnění je tedy zprostředkován našimi geny. Některé specifické živiny (např. polynenasycené mastné kyseliny – PUFA) nebo metabolické konsekvence pohybové aktivity (např. tvorba, přeměna a využití energie) aktivují geny zapojené do kardiovaskulárních nebo metabolických procesů ovlivňujících pozitivně zdraví člověka. Naopak restriktive těchto expozicí vede k poruše genomické regulace a k negativním vlivům na zdraví. Poznání IDŽS může tedy pomoci identifikovat vhodné chování nebo adekvátní výživu působící na prevenci nebo léčení HNO.

Je zřejmé, že **interindividuální variabilita** v dispozicích nebo v náchylnosti k HNO částečně odpovídá genetickým variacím.

Např. vliv složení dietních tuků na akumulaci viscerálního tuku je závislý na určité genetické variantě; v její přítomnosti dochází při stravě s nízkým zastoupením PUFA ve větší míře k akumulaci viscerálního tuku, než v její nepřítomnosti. Opačný účinek tohoto genotypu se projevuje za situace, kdy množství dietních PUFA je vysoké. Na základě takové genotypické informace bychom mohli identifikovat jedince, kteří budou mít tendenci tloustnout a budou vystaveni riziku kardiovaskulárních a metabolických onemocnění za předpokladu, že jejich dieta bude obsahovat vysoké množství nasycených mastných kyselin. Na druhé straně bychom mohli identifikovat genetickou podskupinu osob, u kterých konzumace stravy s vysokým obsahem PUFA by usnadnilo redukci viscerálního tuku. Tak by bylo možné např. optimalizovat využití nutriční intervence.

Bylo rovněž zjištěno, že vliv pohybové aktivity na krevní tlak se liší v závislosti na genotypu receptoru G-proteinu. Při určité genetické variaci, která se vyskytuje téměř u 40 % populace, neúčinkuje pohybová aktivita na krevní tlak; naopak při jiném genotypu byl zjištěn silný inverzní vztah mezi pohybovou aktivitou a krevním tlakem. I když má pohybová aktivita řadu dalších pozitivních vlivů, pro které by měla být doporučována, uvedená nevýhodná IDŽS by měla být zohledněna při výběru pomocné antihypertenzivní léčby; jinak řečeno, v uvedeném případě genové variace nám pohybová aktivita nepomůže při léčení krevního tlaku.

Jako další příklad IDŽS si můžeme uvést vliv proteinového enzymu FTO (dioxygenáza vázaná na alfa - ketoglutarát), který je kódován genem lokalizovaným na 16. chromozomu, jehož varianty mají vztah k lidské obezitě. Bylo zjištěno, že jedna genová varianta FTO predisponující k obezitě byla zjištěna pouze u osob se sedavým životním stylem, ale nebyla nalezena u osob se střední nebo vysokou úrovní pohybové aktivity. Rovněž u jiné genové varianty byla sice zaznamenána interakce s pohybovou aktivitou, avšak u obézních osob s vysokým rizikem vzniku cukrovky 2. typu (T2DM) se efekt aktivního životního stylu neprojevil. U dalších rizikových variant genů FTO bylo zjištěno, že její nositelé mohou být fyzicky aktivnější, avšak zůstávají obéznější než osoby bez této rizikové genové varianty. Vysvětlení tohoto zdánlivého paradoxu spočívá v tom, že nositelé tohoto rizikového genu jsou výrazně náchylnější k přejídání.

Z uvedených příkladů vyplývá, že reakce a odpověď na pohybovou aktivitu se velmi výrazně liší od jedné osoby ke druhé v závislosti na dědičných i nedědičných faktorech. Proto není možno očekávat, že

jakýkoliv obecný preventivní nebo léčebný postup bude mít stejnou očekávanou reakci. Je třeba velmi usilovně hledat všechny faktory, které mohou ovlivnit efektivitu programu pohybové aktivity. Na jejich základě je potom možno předepsat takový program, který s velkou pravděpodobností bude mít větší vliv na zdraví, tělesnou zdatnost nebo sportovní výkonnost, než sebelepší obecný program, který tyto faktory nezohledňuje.

Studie IDŽS pomáhají objasnit molekulární mechanismy, pomocí kterých pohybová aktivita pozitivně ovlivňuje zdraví člověka. Zároveň naznačují i cesty, pomocí kterých by mohla být zátěžová intervence přizpůsobena na míru pacientova genotypu a tím by mohla být výrazně zvýšena její efektivita. Tyto výhledy jsou však podmíněny celou řadou dalších objevů, opakovaným potvrzením výsledků stávajících studií a propracováním genetických míst, ve kterých se realizuje IDŽS a která ovlivňují rizika a progresi chronických onemocnění. Navzdory bouřlivě se rozšiřující literatuře zabývající se IDŽS existují jen nepatrné příklady genetických míst, které v uvedeném smyslu mohou působit. Je stále nejasné, zda variabilitu genotypické odpovědi na zátěžovou intervenci můžeme přisoudit genetické variaci. I když bylo opakovaně prokázáno, že genotypická odpověď na zátěž se značně mění od jedné osoby ke druhé, a to jak vzhledem k dědičným faktorům, tak i nedědičným faktorům, které jsou rovněž děděny. Navíc, i když rozsáhlé genetické studie pilně uplatňovaly zátěžovou intervenci, pohybová aktivita mimo řízené tréninky nebyla adekvátně kontrolována. Tyto faktory mohou spíše než genetické variace vysvětlit, proč lidé odpovídali různě na stejný zátěžový režim.

Obsahové otázky

- Jaký se vyvíjel vztah mezi genetickou predispozicí a životním stylem?
- Jaký je základ hypotézy „úsporného genotypu“?
- Jak se projevuje v současnosti inkompatibilita mezi lidským genomem a sedavým životním stylem?
- Uveďte příklady interindividuální variability reakce na stejné podněty!

Adaptace

Existence člověka je závislá na obrovském množství zevních i vnitřních faktorů, které se prolínají a vzájemně plasticky ovlivňují. K základním životním projevům patří pohyb umožňující dynamickou existenci člověka v dynamicky se měnícím zevním prostředí. Reakcí jednotlivých systémů a celého lidského organismu na jednorázovou zátěž se zabývá především fyziologie zátěže. V této kapitole, která byla vybrána jako významná část patofyziologie tělesné zátěže, se budeme zabývat především problematikou opakovaného a dlouhodobého působení pohybu na organismus. Přitom si musíme uvědomit, že k funkční adaptaci některých systémů na opakovaný podnět může dojít poměrně velmi brzy a že také známky adaptace mohou velmi brzy odeznít. Na druhé straně průběh přizpůsobování funkce jiných systémů je velmi pomalý a může trvat mnoho měsíců.

Cílem adaptace na dlouhodobě opakovaný pohyb je zabezpečit pravidelně a více zatěžovaný pohybový systém tak, aby požadovaný pohyb vyvolal co nejmenší vychýlení vnitřní rovnováhy (homeostázy) lidského organismu a aby proběhl co nejekonomičtěji s minimem čerpání energetických zdrojů.

Adaptace na tělesnou zátěž není jednoduchý fyziologický proces, ale složitá veličina mnoha různých vzájemně na sebe navazujících mechanismů, které zasahují většinu systémů. Soubor těchto adaptačních mechanismů ústí do stavu, ve kterém je organismus na určité úrovni odolnosti organismu vůči tělesné zátěži; nazýváme ho **trénovanost**. Míra schopnosti zvyšovat při opakovaném působení tělesné zátěže trénovanost můžeme nazvat **trénovatelností**. Trénovanost i trénovatelnost mají svou velmi významnou genetickou složku, která se podílí např. na výsledné úrovni vytrvalostní kapacity z více než 50 %. Mladí úspěšní sportovci na začátku své sportovní dráhy bývají většinou dobře trénovaní a dobře trénovatelní. S postupem času se v důsledku řady změn, ke kterým dochází v průběhu stárnutí lidského organismu, snižuje jejich trénovatelnost, i když vysoká trénovanost může ještě po jistou dobu přetrvávat. Většina mladších závodně nespportujících jedinců je ve srovnání se sportující populací hůře trénovaná a většinou i hůře trénovatelná. V pozdějším věku ovlivňuje výslednou úroveň trénovanosti i trénovatelnosti zejména aktivní životní styl s adekvátní fyzickou a psychickou aktivitou a adekvátní životosprávou. I když je úroveň trénovanosti i trénovatelnosti ve srovnání s mladšími jedinci menší, aktivní životní styl umožňuje lepší využití vrozených dispozic a zachovává adekvátní adaptabilitu až do pozdního věku.

Je zřejmé, že smyslem opakované pohybové aktivity cílí za zlepšením zdraví nebo dosažením vyšší sportovní výkonnosti, je zvyšování tělesné zdatnosti, vyjádřené např. úrovní trénovanosti. Volba správných prostředků ke zvýšení tělesné zdatnosti je nesmírně důležitá, neboť jejich nesprávné použití může celý proces zastavit či vést k negativním efektům.

Vedle intenzity, trvání, frekvence a druhů pohybové aktivity (viz dále) je adaptace na dlouhodobé cvičení nebo sportovní trénink závislá na několika dalších faktorech. Jedním z nich je **vstupní (iniciální) úroveň zdatnosti**. Obecně platí, že jedinci s nižší úrovní zdatnosti na začátku programu vykazují po určité době větší změnu adaptace (tzv. zákon iniciálních hodnot). Např. lidé se sedavým životním stylem a onemocněním srdce mohou zvýšit v důsledku optimálního tréninku svou maximální spotřebu kyslíku

(VO₂ max) o 50 %; u zdravých osob stejně dlouhý a relativně stejně kvalitní trénink vede sice k významnému, ale menšímu zvýšení VO₂ max (obvykle o 10–15 %). U velmi dobře trénovaných sportovců zvýšení tréninku vede ke zvýšení VO₂ max obvykle jen o 1–3 %.

Mimořádně vysoké hodnoty VO₂ max u elitních vytrvalců jsou připisovány většinou **genetickým faktorům**. Zatímco intenzivní vytrvalostní trénink umožňuje sportovci dosáhnout z hlediska jeho možností nejvyšších hodnot aerobní kapacity, genetické faktory určují její hranice. Bylo prokázáno, že jednovaječná dvojčata mají podobnější hodnoty VO₂ max než dvojvaječná. Odhaduje se, že genetické dispozice jsou zodpovědně za zhruba 50–65 % variací hodnot VO₂ max! Podobně jako úroveň aerobní kapacity ovlivňuje dědičnost i trénovatelnost, čili individuální schopnost odpovědět pozitivně na tréninkovou zátěž.

Adaptabilita organismu na pravidelnou pohybovou aktivitu nebo trénink s **věkem** klesá. Nejvyšší hodnoty VO₂ max jsou dosaženy ve věku mezi 12 a 20 léty; potom aerobní kapacita postupně klesá, v průměru asi o 10 % za dekádu (důsledek nejen zvyšujícího se věku, ale také nemocí a klesající pohybové aktivity); věku se připisuje pokles asi o 5 % za dekádu. Tento pokles je možno významně zpomalit optimálním vytrvalostním tréninkem (i u velmi starých osob).

Výsledky tréninkové adaptace se liší i podle **pohlaví**. Po ukončení puberty (do té doby se úroveň hodnot VO₂ max u chlapců a dívek významně neliší) vzrůstá aerobní kapacita mužů rychleji a je v dospělosti většinou o 25 – 30 % vyšší než u žen; tento rozdíl je u vytrvalostně trénovaných osob sice menší, ale je stále významný. Příčiny mezipohlavních rozdílů jsou především ve složení těla (žena má více tělesného tuku a méně svalové hmoty) a v koncentraci hemoglobinu (ženy mají nižší hodnoty).

Adaptace na vytrvalostní trénink se u žen a mužů výrazně neliší. Pouze u starších žen dochází po vytrvalostním tréninku hlavně k periferním adaptacím, zatímco u mužů se zvyšuje srdeční výdej; ostatní adaptace se u jednotlivých pohlaví výrazně neliší.

Některé projevy adaptace na pravidelné cvičení nebo trénink:

Metabolická adaptace

I když k získávání energie využívá svalový systém současně vedle makroergních substrátů, které má okamžitě k dispozici, i glykolýzu a aerobní fosforylaci, popíšeme si metabolickou adaptaci postupně. Je si však třeba uvědomit, že výběr substrátu a způsob jeho využití záleží na celé řadě okolností a jeho cílem je efektivní a rychlá resyntéza makroergních fosfátů při co nejmenším energetickém výdeji.

• Adaptace glykolytického systému (anaerobní glykolýza)

Se zvyšující se intenzitou zátěže se zvyšuje zapojení rychlých svalových vláken a zvyšuje se i intenzita (anaerobní) glykolýzy. Trénink, jehož cílem je zvýšení rychlosti a síly (většinou formou intermitentního

tréninku – střídání relativně krátkodobých úseků o vysoké a nízké intenzitě zatížení), se tedy realizuje v podmínkách akcentované glykolýzy.

Adaptace systému, jehož cílem je rychlý zisk relativně malého množství energie, se projeví (zejména v rychlých svalových vláknech) mimo zvýšených zásob makroergních fosfátů a volného kreatinu i **zvýšenou aktivitou glykolytických enzymů** (klíčovou roli při regulaci anaerobního uvolňování energie sehrává fosfofruktokináza) a **zvýšeným množstvím svalového glykogenu**.

Konečným produktem anaerobní glykolýzy je kyselina mléčná a její aniont (laktát), který se buď metabolizuje zpět na pyruvát (ten se rozloží v mitochondriích v cyklu kyseliny citrónové na CO₂, vodu a energii), nebo se stává zdrojem glukoneogeneze, nebo je transportován do mezibuněčného prostoru a odtud do sousedních pomalých svalových vláken nebo do krve. Transport laktátu a vodíkového protonu (laktát je akceptor vodíku) do mezibuněčného prostoru a dál do krve se realizuje ve směru koncentračního gradientu.

Hladina laktátu v krvi je tedy výsledkem několika procesů a její interpretace nemusí být vždy správná. Např. nízká hladina laktátu při nebo bezprostředně po tělesné práci může být výsledkem nízké úrovně glykolýzy; na druhé straně však nedojde k transportu laktátu do krve i tehdy, jestliže se při vysoké aerobní kapacitě metabolizuje laktát (buď přímo, nebo přeměnou na pyruvát) v mitochondriích svalového vlákna, ve kterém vznikl (méně často) nebo v sousedních pomalých svalových vláknech (častěji). Navíc se laktát může podle koncentračního gradientu zpětně transportovat do mezibuněčného prostoru k jiným pomalým svalovým vláknům, která byla zapojena do konkrétní pohybové činnosti jen málo nebo vůbec; rozložit laktát na konečné metabolity a energii umí výborně i srdeční sval.

Vysoká variabilita úrovně laktátu v krvi po maximální zátěži je závislá nejen na jeho tvorbě a jeho využití, ale i na odolnosti sportovce vůči únavě spojené s vysokou koncentrací laktátu v pracujících svalech. Maximální laktátový setrvalý stav, kterým můžeme charakterizovat tuto odolnost, se pohybuje v rozsahu od 2 do 8 mmol/L!

• Adaptace systému aerobní fosforylace

Po opakovaném vytrvalostním tréninku dochází k **zvětšení a zvýšení počtu mitochondrií pomalých svalových vláken a zvyšuje se aktivita oxidativních enzymů**. Tyto změny spolu se **zvýšením průtoku krve** trénovaným svalem vedou k lepšímu a rychlejšímu **odbourávání vzniklého laktátu**, který se při dlouhodobé práci stává významným energetickým zdrojem. Zároveň se snadnějším uvolňováním mastných kyselin z tukových zásob a jejich zvýšenou betaoxidací a lepším využitím nitrosvalových triglyceridů šetří svalový glykogen.

Při submaximální a nižší intenzitě zatížení preferuje trénovaný sval jako energetický substrát lipidy a redukuje glykolýzu i fosforylaci sacharidů. Toto **akcentované využití lipidů** umožňuje rychlejší doplňování spotřebovaných sacharidů (glukogeneze ze sacharidových zdrojů a glukoneogeneze z nesacharidových zdrojů), které sval může využít při vysoké intenzitě zátěže. Tím je schopen adaptovaný

sval za podmínek maximálního úsilí oxidovat zvětšené množství pyruvátu a tím zvýšit svou vytrvalostní výkonnost.

Metabolická adaptace na vytrvalostní trénink se tedy projeví **zvýšenou zásobou energetických zdrojů přímo ve svalech**; zvyšuje se především množství svalového glykogenu, ale u vysoce vytrvalostně trénovaných jedinců stoupá významně také množství svalových **triglyceridů**. A tak zdánlivě paradoxně budou mít obézní i vysoce trénovaní jedinci relativně vyšší množství zásobních nitrosvalových triglyceridů. U prvních však došlo k hromadění tuku ve svalech proto, že ho neumějí tak dobře využít, jako lidé štíhlí. U druhých je příčinou zvýšeného množství ve svalech naopak zvýšená schopnost využít tuku jako energetický substrát (výsledek adaptace na dlouhodobý vytrvalostní trénink), a to i při relativně vyšším zatížení. U obézních je hromadění triglyceridů ve svalech důsledkem i genetické predispozice k obezitě (např. menší aktivita klíčových enzymů beta-oxidace) a nízké úrovně adaptace na fyzickou zátěž, u trénovaných je zvýšené ukládání lipidů ve svalových vláknech naopak výsledek většinou dlouhodobého tréninku geneticky vytrvalostně disponovaných jedinců.

Kardiovaskulární adaptace

Jednou z prvních známek adaptace oběhového systému na pravidelný trénink je **zpomalení srdeční frekvence (SF)** při stejné absolutní zátěži (tréninková bradykardie) a později i v klidu. Tato adaptace je úsporné opatření, jehož cílem je snížit při stejném minutovém objemu spotřebu kyslíku. Příčin tréninkové bradykardie je několik – zvýšení žilního návratu, a tím lepší plnění srdce (zvýšení enddiastolického objemu), zvýšení kontraktility myokardu, postupné zvyšování ejekční frakce, snižování endsystolického objemu a zvyšování systolického objemu (k dosažení stejného minutového objemu stačí pomalejší SF), zvýšení kapilární perfuze, posun sympatovagové rovnováhy směrem k vagu (negativní chronotropní a negativní dromotropní účinek), nebo v důsledku metabolické adaptace zvýšení extrakce kyslíku do svalových vláken. SF se zpomaluje postupně a po několika měsících optimálního tréninku může být při stejné zátěži jako před započítím tréninku nižší až o 15 stahů.min⁻¹. Trénované osoby jsou schopny zvládnout výrazně vyšší zátěž se stejnou SF jako netréované osoby. To znamená, že stejný minutový objem se realizuje pomalejší SF a větším systolickým objemem.

U trénovaných a geneticky predisponovaných vytrvalců může být klidová SF pomalejší než 40 stahů/min; avšak při maximálním úsilí se SF (SF max) působením vytrvalostního tréninku výrazně nemění. Tím dochází k postupnému nárůstu maximální tepové rezervy (rozdíl mezi maximální a klidovou SF).

Za několik měsíců vytrvalostního tréninku dochází při tělesné práci ke zvýšení **systolického (tepového) objemu** o 30–60 %. Nejvyšší hodnotu dosahuje systolický objem ve vzpřímené poloze při zatížení kolem 50–60 % VO₂ max, při vyšším zatížení postupně klesá (nedostatek času na úplné naplnění komory v diastole a tím pokles enddiastolického objemu).

K realizaci určité svalové činnosti je v teoretické rovině množství přijatého kyslíku stejné u trénovaného i netréovaného jedince (při stejné práci mají stejný **minutový srdeční objem** – Q.min⁻¹). Činitel primárního (určujícího) významu pro Q.min⁻¹ a transportní kapacitu oběhového systému je systolický

objem. Je si však třeba uvědomit, že nároky myokardu na kyslík jsou funkcí SF a středního arteriálního tlaku; z toho plyne, že u vytrvalců, kteří mají menší zvýšení SF při určité svalové činnosti, jsou i menší požadavky myokardu na dodání kyslíku. Navíc v důsledku efektivnější distribuce krve, zvýšené kapilarizace svalů (zvýšení celkového průřezu cév), lepší schopnosti extrahovat kyslík z krve (vyšší a-v O₂ diference až o 15 %), a díky i zvýšené schopnosti vytrvalostně trénovaných svalů doplňovat zásoby ATP i při nižším parciálním tlaku kyslíku ve tkáních, může být Q.min⁻¹ u vytrvalců při nižším až submaximálním zatížení menší než u netrénovaných. Avšak při maximální zátěži je u vytrvalců Q.min⁻¹ výrazně vyšší než u netrénovaných osob (důsledek vyššího systolického objemu a stejné SF max) a odpovídá vysoké hodnotě VO₂max.

Při vytrvalostních výkonech trénovaných jedinců dostávají v důsledku lokálně zvýšené produkce oxidu dusíku (NO) buňkami endotelu odporových cév aktivní svaly (tvořené především pomalými vlákny) relativně více krve než neaktivní svaly a rychlá svalová vlákna. Protože se u trénovaných osob posunuje **aktivita autonomního nervového systému** směrem k vagu, klesá u nich průtok krve ledvinami (výrazně klesá tvorba moči) a celou splanchnickou oblastí a tím se zvyšuje množství krve pro pracující svaly a podkožní cévy (při zvýšené teplotě tělesného jádra je zvýšená i fyzikální termoregulace). I na cévách myokardu dochází u vytrvalců k podobným změnám jako na svalových cévách (zvyšuje se celkový průřez hlavních věnčitých tepen a zvyšuje se kapilarizace myokardu).

• Adaptace myokardu

Velikost systolického objemu je u zdravého srdce dána velikostí komorových dutin a kontrakční silou myokardu. Síla kontrakce je přímo úměrná iniciální délce kontraktilního elementu (závislost kontrakční síly na end-diastolickém objemu – Frankův-Starlingův zákon). Na základě dlouhodobého vytrvalostního tréninku dochází většinou u geneticky predisponovaných jedinců k řadě fyziologických změn srdce, které je schopno dosáhnout velkého minutového objemu (tzv. **sportovní srdce**). Sportovní srdce může mít asi o jednu čtvrtinu větší objem než srdce člověka stejného věku žijícího sedavým životním stylem. Zvyšuje se průměr svalových vláken a vzrůstá jejich počet, rovnoměrně se zvětšují srdeční dutiny (excentrická hypertrofie) a někdy se mírně zvětšuje tloušťka stěny komor a srdečního septa (koncentrická hypertrofie, častěji jako důsledek silového tréninku geneticky predisponovaných sportovců). Po vytrvalostním tréninku se tedy systolický objem zvětšuje a zvyšuje se i maximální minutový objem, zatímco intenzivní silový trénink má za následek spíše stagnaci nebo pokles systolického objemu. Oba výsledky adaptace na zátěž jsou však fyziologické a plně reverzibilní k normálnímu tvaru i funkci po ukončení odpovídajícího intenzivního tréninku.

Jednou z příčin zvětšení srdečních dutin a end-diastolického objemu a zvýšení systolického objemu po vytrvalostním tréninku by mohl být **vzestup plazmatického objemu**, ke kterému dochází přesunem vody z extracelulárního prostoru do oběhu. K menším změnám plazmatického objemu, a tím i ke zvýšení transportní kapacity pro kyslík, dochází již po několika dnech vytrvalostního tréninku; maximálního nárůstu (asi 20 %) bývá dosaženo až po několika měsících.

Na rozdíl od fyziologických změn sportovního srdce může dojít na základě trvale zvýšeného periferního

odporu (např. při neléčené hypertenzi) k patologické hypertrofii myokardu. Při překonávání zvýšeného odporu vede nadměrné protahování vláken myokardu k oslabení srdečního stahu, ke zhoršení srdečních funkcí a k možnosti selhání srdce.

Adaptace imunitního systému

Intenzivně trénující špičkoví sportovci mohou být ve srovnání s normální zdravou populací náchylnější k běžným infekcím. Tento **přechodný pokles imunity** zejména u vytrvalostních sportovců souvisí většinou s intenzivním tréninkem, s příliš dlouhým trváním tréninků a jejich velkým objemem a celou řadou dalších faktorů (psychický stres, teplota prostředí, vlhkost, nadmořská výška, stav výživy, atd.), které souvisejí s tréninkem a závoděním.

Při tělesné zátěži se plně uplatňuje funkční spojení mezi neuroendokrinním systémem a imunitní reakcí. Aktivace sympatoadrenálního systému a osy hypotalamus – hypofýza – kůra nadledvin se projeví změnou tvorby dalších hormonů, protilátek a specifických imunitních elementů (např. cytokinů, protizánětlivých mediátorů, atd.). Součástí imunitní odpovědi může být buď tvorba imunosupresivních látek, nebo protichůdně působící stimulace imunitního systému; rozhodující pro směr působení je intenzita, trvání a charakter stresu. Reakcí na příliš intenzivní tréninkový podnět je např. pokles koncentrace IgA ve slinách, nižší aktivita a pokles počtu T-lymfocytů a snížená aktivita přirozených zabíječů (NK buňky) a fagocytů.

Pokud je působení stresujících faktorů přechodné a mají omezené trvání, imunosuprese nebo stimulace imunitního systému nemá podstatný význam. Jde-li však o dlouhodobější a kombinované působení stresorů, může se imunosuprese projevit obdobím nižší odolnosti proti infekcím (tzv. „open window“), které obvykle trvá 1–3 dny. Nejčastěji se jedná o onemocnění běžnou infekci horních cest dýchacích nebo se kumulují různá mikrotraumata se zánětem a svalovým poškozením.

Trénink v **prostředí s vysokými teplotami** vede ke zvýšení teploty tělesného jádra a následně k aktivaci sympatoadrenálního systému a zvýšení produkce dalších stresových hormonů a cytokinů, k preferenci sacharidových energetických zdrojů před lipidy a ke zvýšení aktivity imunitního systému (např. zvýšení počtu leukocytů a T-lymfocytů). Zásadně však platí, že cvičení za vysokých teplot podstatně neovlivňuje imunitu sportovce.

Při **cvičení v chladu** klesá jádrová a svalová teplota, zvyšuje se minutový srdeční objem a minutová ventilace, zvyšuje se spotřeba kyslíku a oxidace sacharidů a rychleji se vyčerpávají energetické zásoby. Je velmi pravděpodobné, že trénink v nízkých teplotách neovlivňuje negativně imunitu. Naopak trénink v chladu při zátěžích střední intenzity imunitu posiluje a významně snižuje frekvenci onemocnění respiračního traktu a tzv. nachlazení.

Obecně platí, že pohybová aktivita střední intenzity prováděná venku imunitu zvyšuje. Při rekreační a amatérské sportovní aktivitě je zvýšený výskyt imunosuprese velmi málo pravděpodobný, pokud se vyskytne, pak má obvykle jiné příčiny.

Vedle racionální stravy, která obsahuje všechny potřebné látky, se u intenzivně trénujících sportovců doporučuje jako **prevence snížení imunity** i podávání vitamínu E a C a provitaminu A, dále selenu a zinku a u žen i železa. Při léčení je možné doporučit i některé imunostimulační látky, které zvyšují mechanismy přirozené imunity (např. zvyšují fagocytózu, aktivitu NK buněk nebo tvorbu a aktivitu T-lymfocytů).

Termoregulační adaptace

Vytrvalostně trénované osoby mají vyšší schopnost fyzikální termoregulace a lepší toleranci vysokých teplot než osoby se sedavým životním stylem; pozitivní účinky vytrvalostního tréninku na toleranci vysokých teplot v okolním prostředí souvisejí spíše s objemem vytrvalostního tréninku než s maximální aerobní kapacitou.

Vytrvalostní trénink vede ke zvýšené senzitivitě mechanismu pocení a ke snížení prahu pocení. Sekrece potu se zvyšuje, zvyšuje se pocit žízně a zvýšeným vstřebáváním iontů sodíku a draslíku při prostupu potního filtrátu kanálkem potní žlázy se snižuje koncentrace iontů v potu. Během tělesné práce zvýšené pocení omezuje vzestup tělesné teploty. A protože trénované osoby udržují během zátěže vyšší celkový objem krve, může víc krve převést teplo do periférie.

Hormonální adaptace

Adaptace hormonálních funkcí hraje klíčovou roli v mnoha fyziologických adaptacích na zatížení.

Katecholaminy mají řadu důležitých metabolických (stimulace lipolýzy a jaterní glykogenolýzy), termoregulačních i oběhových funkcí. Při tělesné zátěži stoupá produkce katecholaminů v závislosti na intenzitě zatížení. Při nižších intenzitách dominuje spíše produkce noradrenalinu, zatímco při práci nad kritickým výkonem nebo při maximální práci prudce stoupá plazmatická hladina adrenalinu. V klidu a při absolutně stejné intenzitě zátěže mají trénované osoby menší hladinu katecholaminů v krvi než osoby netréované; při relativně stejné zátěži (např. 75 % VO_2 max) jsou však hodnoty cirkulujících katecholaminů u trénovaných i netréovaných stejné. Trénované osoby však disponují výrazně větší produkční kapacitou dřeně nadledvin, což se projeví u vytrvalostně trénovaných sportovců výrazně vyšší hladinou adrenalinu při práci supramaximální intenzity.

Pravidelný vytrvalostní trénink redukuje sekreci **inzulinu** pankreatickými beta-buňkami a zvyšuje účinnost inzulínu při transportu glukózy do svalových vláken. Zvýšená senzitivita na inzulín je způsobená lepším transportem signálu z inzulínových receptorů k transportním proteinům GLUT4 a jejich rychlejším uvolňováním k buněčné membráně, zvýšenou enzymatickou kapacitou a větší svalovou kapilarizací. Z toho plyne, že při stejné sacharidové zátěži mají vytrvalostně trénovaní jedinci menší produkci inzulínu než osoby se sedavým životním stylem.

Hladina plazmatického **glukagonu** je u trénovaných osob v klidu menší než u netréovaných, při tělesné práci se však hladina glukagonu u trénovaných a netréovaných neliší.

Růstový hormon zvyšuje lipolýzu a glukoneogenezi a při vytrvalostní zátěži udržuje hladinu volných mastných kyselin a glukózy v krvi. I když vytrvalostní trénink celkově snižuje krevní hladinu růstového hormonu, při vytrvalostní práci mají aerobně trénovaní sportovci maximální hladinu růstového hormonu vyšší než nesportovci.

Kortizol, který z metabolického hlediska zvyšuje po omezenou dobu mobilizaci volných mastných kyselin a šetří sacharidy, hraje významnou roli spíše při posilování než při zahájení lipolýzy (podobně jako růstový hormon). Trénink nemění koncentraci kortizolu při relativně stejné tělesné zátěži (např. 75 % VO_2 max), zatímco při absolutně stejné zátěži (např. 2 $\text{W}\cdot\text{kg}^{-1}$) mají trénované osoby hladinu kortizolu nižší.

Vytrvalostní trénink redukuje při absolutně stejné intenzitě tělesného zatížení míru zvýšení produkce **aldosteronu** (zvyšuje zpětnou absorpci sodíku v ledvinách) a **adiuretinu** (zvyšuje zpětné vstřebávání vody v ledvinách), a zvyšuje tak efektivitu prevence dehydratace během cvičení nebo tréninku.

Produkce **prolaktinu** se během tělesné zátěže zvyšuje, u vytrvalostně trénovaných žen více než u netrénovaných. Nelze vyloučit, že často opakované zvyšování produkce prolaktinu může vést k potlačení ovariálních funkcí a k menstruačním dysfunkcím (zpoždění menarche, zkrácení gluteální fáze a primární nebo sekundární amenorea). Zatímco většina adaptací na vytrvalostní trénink má pozitivní účinky, dlouhotrvající amenorea vzniklá v souvislosti s vytrvalostním tréninkem mezi ně samozřejmě nepatří; navíc bývá spojená i s redukovanou kostní hustotou. U některých sportovkyň, které se snaží iracionálně snižovat svou hmotnost, nacházíme vedle poruchy příjmu potravin i amenoreu a osteoporózu (tzv. **sportovní triáda**).

U mužů může intenzivní vytrvalostní trénink vyvolat supresi spermatogeneze a **testosteronu**.

Respirační adaptace

Respirační systém obvykle nelimituje vytrvalostní kapacitu člověka. Proto adaptace tohoto systému na vytrvalostní trénink má menší funkční důležitost než ostatní adaptace a projeví se spíše v klidu než při zátěži.

Po několika měsících vytrvalostního tréninku postupně dochází při stejné zátěži ke **zvyšování dechového objemu a snižování dechové frekvence** (redukováná senzitivita arteriálních a mozkových chemoreceptorů na CO_2 v krvi?). Protože tím zůstává vzduch v plicích delší dobu, zvyšuje se při submaximální práci extrakce kyslíku (asi o 3–4 %) a klesá dechový ekvivalent pro kyslík (VE/VO_2). Při střední až vysoké zátěži stejné intenzity může být u trénujících jedinců ventilace o 20–30 % nižší, než před začátkem pravidelného vytrvalostního tréninku (menší akumulace krevního laktátu?). Vytrvalostní trénink se projeví i poklesem nároků dýchacích svalů na kyslík a jejich menší únavou.

Adaptace kostní a vazivové tkáně

Mechanické zatížení přispívá do přibližně 25 let věku ke **zvýšení kostní hmoty a k redukcí pozdější**

demineralizace kostí, ke které dochází v průběhu stárnutí; zvýšení kostní hmoty v mládí se projevuje pomalejším úbytkem kostí v pozdějším věku.

Vytrvalostní trénink **zesiluje kloubní ligamenta a úponové šlachy**; navíc u ligament poškozených úrazem se vlivem vytrvalostního tréninku rychleji obnovuje jejich struktura a funkce.

Adaptace centrálního nervového systému (CNS) a jeho funkcí

K adaptaci CVS dochází dříve, nežli dojde k metabolické adaptaci svalových vláken a jejím cílem je zlepšení ekonomiky pohybu a zvýšení jeho přesnosti (přesnější regulace činnosti antagonistů, zvýšení počtu kontrahovaných vláken, atd.). Zlepšuje se rovněž smyslová výkonnost (např. zraková ostrost, polohocit, atd.). Vytrvalostní trénink může vyvolat i změny přímo v nervové tkáni (např. zvýšené uvolňování nervových přenašečů, zvýšení aktivity acetylcholinesterázy, atd.).

Trénink může významně ovlivnit **motorické úsilí**. I když platí, že u vysoce motivovaných osob lze pomocí pevné vůle dosáhnout plné aktivace svalů, za normálních okolností je silný podvědomý požadavek na redukci intenzity motorického úsilí limitujícím faktorem tělesné výkonnosti. Jedna z nejdůležitějších adaptací na tělesnou zátěž je schopnost potlačit tyto inhibiční pocity.

Psychologické adaptace

Bezprostředně po ukončení kvalitního tréninku nebo cvičení dochází ke zvýšení sebeúcty a hrdosti, snížení psychické tenze a deprese a zlepšení nálady. Pravidelné cvičení zvyšuje u zdravých osob pocit fyzické a psychické pohody, snižuje anxieta, deprese a svalové tenze; všechny tyto účinky pozorujeme i u cvičících gravidních žen.

Je známo, že vyšší aerobní kapacita je u starších osob spojená s ochranou **kognitivních funkcí** a že vytrvalostní trénink u nich může zlepšit pozornost a mentální funkce. Pravidelná pohybová aktivita zlepšuje kvalitu spánku a redukuje ospalost v průběhu dne.

Adaptace na odporový (posilovací) trénink

Na začátku tréninkového období dochází ke zvýšení počtu vláken připadajících na jednu motorickou jednotku a k lepší synchronizaci jednotlivých motorických jednotek; tyto změny jsou důsledkem efektivnější aktivace nervových buněk předních rohů míšních, vyvolané volní motorickou stimulací (**nervová adaptace**). Zároveň dochází při intenzivním silovém tréninku k hypertrofické alteraci neuromuskulárního spojení (rozšíření synaptické oblasti). Jestliže probíhá trénink adekvátně, dochází v důsledku zlepšování efektivitu funkcí nervových elementů k **hypertrofii kosterního svalstva** (remodelace svalových proteinů, zvýšení objemu myofibril a zvýšení počtu sarkomér). Každé větší svalové vlákno může být podle velikosti síly působící proti odporu a typu kontrakce ovlivněno rozdílně. Dochází zejména ke **zvýšení příčného průřezu rychlých vláken** (u pomalých vláken je hypertrofie menší) a ke **konverzi vláken typu IIb (rychlá glykolytická vlákna) na vlákna typu IIa (rychlá oxidativně glykolytická vlákna)**; to svědčí pro vzestup oxidativní kapacity, ke které dochází i po odporovém tréninku (fáze svalové adaptace). Zdá se, že

po velmi intenzivním odporovém tréninku může dojít štěpením vláken a aktivací tzv. satelitních buněk (mononukleární buňky, které v případě potřeby mohou nahradit poškozené buňky pohybového ústrojí) i k **hyperplazii svalových vláken** (?).

Během prvních 6–12 týdnů odporového tréninku se většinou hlavně zvětšuje nábor motorických jednotek (fáze nervové adaptace); avšak u pacientů, kteří měli problémy s koordinací nebo s atrofií po imobilizaci, může být tato fáze nervové adaptace prodloužena.

Mezi známky adaptace na odporový trénink patří i **proliferace vazivové tkáně** v kosterním svalstvu. Tím se zvyšuje tažná síla a strukturální a funkční integrita svalové jednotky.

Adaptace na odporový trénink se projevuje ve **zvýšení hustoty kostní hmoty, ve změně tělesného složení a ve zlepšení rovnováhy a koordinace**. Tato adaptace může rovněž zahrnovat **zlepšení imunologických funkcí a kardiopulmonální výkonnosti, zvýšení látkové výměny, snížení bolestí a zlepšením kvality spánku**. Tyto účinky jsou závislé na mnoha faktorech, především na intenzitě a trvání tréninku a na zdravotním stavu; je nutno zdůraznit, že přetížení nebo přetrénování při odporovém tréninku mají výrazně negativní vliv na uvedené systémy.

Celkově lze tedy konstatovat, že při odporovém tréninku se i při nezměněné kapilarizaci svalů zvětšuje objem rychlých svalových vláken a tím se zvyšuje i síla svalového stahu. Rovněž se zvyšují zásoby makroergních fosfátů a svalového glykogenu a roste i počet satelitních buněk. Svaly pracují ekonomičtěji, zlepšuje se jejich koordinace a tím se zvyšuje jejich biomechanická účinnost. V kostech se ukládá více minerálů a zvyšuje se pevnost vazivových útvarů pohybového systému.

Obsahové otázky

- Jaké jsou obecné cíle adaptace na pravidelně opakovanou pohybovou aktivitu?
- Co je to trénovanost a trénovatelnost?
- Na čem je závislá úroveň adaptace na dlouhodobou pohybovou aktivitu?
- Jak se projevuje adaptace svalového glykolytického systému na pravidelně opakovanou fyzickou zátěž?
- Jak se projevuje adaptace systému aerobní fosforylace na pravidelně opakovanou fyzickou zátěž?
- Jak se projevuje kardiiovaskulární adaptace na optimální pohybovou aktivitu?
- Jak se mění aktivita ANS v závislosti na pravidelném cvičení?
- Co je to „sportovní srdce“ a čím je charakteristické?
- Jak reaguje a jak se adaptuje imunitní systém na fyzickou zátěž?
- Jaký má vliv trénink při vysokých a nízkých teplotách na imunitní systém?
- Jak se adaptuje termoregulace na pravidelné cvičení nebo trénink?
- Jak probíhá reakce a adaptace některých hormonů na tělesnou zátěž?
- Co to je a proč vzniká „sportovní triáda“?
- Jak se projeví adaptace respiračního systému na pravidelně opakovanou fyzickou zátěž?
- Jak se adaptuje kostní a vazivová tkáň na trénink?
- Jak se adaptuje CNS na pravidelně opakovanou fyzickou zátěž?

- Jak se projeví reakce a adaptace psychiky člověka na cvičení?
- Jak se projevuje adaptace pohybového systému na odporový trénink?

Některé projevy nedostatečné pohybové aktivity a desadaptace

Adaptace na cvičení nebo trénink je přechodný proces, jehož úroveň vyžaduje pokračování podnětu, který ji vyvolal.

Podobně, jako se člověk postupně adaptuje na pravidelný pohyb, po určité době nedostatečné pohybové aktivity se opět postupně jednotlivé známky této adaptace vytrácejí (**zákon reverzibility**). Jestliže můžeme charakterizovat adaptaci jako stadium vesměs progresivních změn, pokles adaptace nebo desadaptaci charakterizují spíše regresivní změny.

V obecné rovině lze také konstatovat, že progresivní změny vyžadují delší časový prostor, zatímco regresivní změny nastupují a probíhají bohužel rychleji. Z toho vyplývá, že velikost ztrát pozitivních efektů adaptace bude záležet především na délce přerušení pravidelného cvičení nebo tréninku. Jakousi hranicí, která od sebe odděluje krátkodobé a dlouhodobé přerušení, je zhruba jeden měsíc.

Podobně jako adaptace na pravidelné cvičení nebo trénink, i proces desadaptace neprobíhá u všech lidí stejně. Vedle závislosti na trénovanosti a věku bude rychlost desadaptace (tzv. detréning) záležet i na délce a výsledné kvalitě procesu adaptace a na iniciační úrovni jednotlivých ukazatelů před začátkem adaptace. Je zřejmé, že stejně jako proces adaptace, jsou i regresivní změny provázející desadaptaci pod významným vlivem dědičnosti.

U jedinců, kteří jsou dlouhodobě adaptováni většinou na zátěž vysoké intenzity, dochází při jejím přerušení k řadě **abstinenčních příznaků**, které souvisejí s poklesem aktivity autonomního nervového systému (ANS) a se ztrátou rovnováhy mezi jeho základními větvemi.

Dlouhodobý nedostatek pohybové aktivity (chronická hypokineze) se projevuje řadou příznaků, nejčastěji fyzickou slabostí, zvýšenou a rychle nastupující únavností a dušností již při malém fyzickém zatížení, bušením srdce, závratěmi, pocity redukované pracovní schopnosti, bolestmi hlavy, bolestmi v zádech, pocity studených akraálních částí končetin, poruchami spánku a zvýšenou nervozitou. Tyto příznaky mohou u senzitivních osob vést k přesvědčení, že jsou nemocní a že se potřebují léčit, nejlépe pomocí farmakoterapie. Většinou jim pomůže pozitivní změna životního stylu s pravidelnou a adekvátní pohybovou aktivitou. Na druhé straně je si však nutno uvědomit, že dlouhodobá hypokineze je jeden z velmi důležitých rizikových faktorů, který vede k chronickým onemocněním vyskytujícím se v obrovském množství po celém světě.

K nejvýraznějším změnám dochází v průběhu desadaptace v transportním, metabolickém a pohybovém systému.

Transportní systém

V závislosti na úrovni aerobní kapacity před začátkem pravidelné pohybové aktivity se mohou v důsledku intenzivního dlouhodobého tréninku zvýšit hodnoty $VO_2 \text{ max}$ o víc než 25 % (čím nižší je iniciální hodnota sledovaného parametru, tím větší může být její relativní vzestup – **zákon iniciálních hodnot**). Již v prvních fázích desadaptace poměrně rychle klesá $VO_2 \text{ max}$, v průměru asi o 10 %. Při dlouhodobém přerušení se tento pokles zpomaluje, může však dosáhnout 25 %; lze konstatovat, že se hodnoty $VO_2 \text{ max}$ po dlouhodobém přerušení vrací zhruba na úroveň před začátkem adaptace. Po opětovném zahájení pohybové aktivity je postupný návrat hodnot $VO_2 \text{ max}$ na úroveň adaptace většinou pomalejší, než u ostatních parametrů transportního systému.

Uvedli jsme, že mezi pozitivní změny adaptace na tréninkovou zátěž patří zvýšení plazmatického objemu. Naopak pokles výkonnosti transportního systému při detréningu souvisí mimo jiné i s **poklesem objemu krve** asi o 5–10 %; klesá nejen objem plazmy, ale i erytrocytů. Tím se zmenšuje žilní návrat a ve vzpřímené poloze se hůře plní srdeční komory (pokles až o 20 %); proto už v průběhu prvních týdnů detréningu **klesá end-diastolický objem** levé komory o více než 10 % a systolický objem klesá o více než 15 %. Pro zachování potřebného Q_{min}^{-1} se **postupně zvyšuje SF** (až o 10 %), někdy až na úroveň před zahájením pravidelného cvičení (posun sympatovagové rovnováhy směrem k sympatiku). I přes zvýšení SF jsou hodnoty maximálního Q_{min}^{-1} nižší. Rovněž se prodlužuje fáze zotavení a návrat zátěžových hodnot SF k hodnotám klidovým. **Vegetativní dysbalance** vede ke zvýšení odporu v rezistentních cévách a ke zvýšení systolického (TKs) i diastolického krevního tlaku (TKd).

Již při hraničním krátkodobém přerušení tréninku (1 měsíc) můžeme nalézt zmenšení tloušťky stěny levé komory až o jednu čtvrtinu. Po delší hypokineze klesá end-diastolický objem asi o 20 % a stoupá dechový ekvivalent pro kyslík. I když může počet kapilár zásobujících myokard klesat, pozitivní efekt adaptace (vzhledem k nedostatečné pohybové aktivitě u většiny populace) přetrvává delší dobu; totéž platí i o přetrvávající zvýšené kapilarizace kosterního svalstva. Krátkodobé přerušení tréninku se na arteriovenózní diferenci neprojeví, dlouhodobá hypokineze vede k jejímu poklesu až o 10 %.

Již krátkodobé přerušení pohybové aktivity se projeví významným **prodloužením iniciální fáze reakce na zatížení, prodloužením doby do dosažení setrvalého stavu a zpomalením pozdní fáze zotavení po ukončení zatížení**.

Jestliže nedojde k úplné ztrátě pozitivních efektů adaptace na pravidelný trénink (krátkodobé přerušení tréninku), potom zahájení tréninku vede u mladších jedinců k relativně rychlému návratu na úroveň stavu adaptace. U starších osob se desadaptace po dlouhodobém přerušení pravidelné pohybové aktivity projeví většinou kompletní ztrátou všech pozitivních změn transportního systému získaných předcházejícím cvičením.

Metabolismus

Již při krátkodobém přerušení tréninku dochází k **poklesu využívání tuků** jako energetického substrátu, naopak **stoupá utilizace sacharidů**; tím se snižuje efektivita celého systému, který zabezpečuje využívání energetických rezerv. Paralelně **klesá periferní senzitivita na inzulín**, klesá aktivita lipoproteinové lipázy

v oblasti svalů a stoupá v oblasti tukových rezerv, **zvyšuje se hladina triglyceridů a LDL-cholesterolu, klesá hladina HDL-cholesterolu a zvyšují se tukové zásoby v adipocytech.**

V důsledku výrazného a rychlého poklesu aktivity glykogensyntázy (téměř o polovinu) **klesá množství zásobního glykogenu ve svalech.** Pokles oxidativní fosforylace je po přerušení tréninku způsoben výrazným **poklesem aktivity citrát-syntázy a všech typů dehydrogenáz** (až o 30–40 %), zejména v pomalých svalových vláknech. V rychlých svalových vláknech není pokles aktivity mitochondriálních enzymů tak výrazný. V důsledku poklesu aerobního metabolismu je při standardizované zátěži **vyšší krevní hladina laktátu a stoupá metabolická acidóza.**

Pohybový systém

Při krátkodobém přerušení tréninku se u silově trénovaných sportovců zmenšuje průřez rychlých svalových vláken a mírně klesá svalová síla při izometrické kontrakci; u vytrvalostně trénovaných se velikost ani počet svalových vláken významně nemění.

Po dlouhodobém přerušení pohybové aktivity dochází k **redukci objemu svalových vláken** (zejména pomalých) i u vytrvalostně trénovaných; tato redukce se projevuje negativní dusíkovou bilancí a ztrátami bílkovin (více než 5 g denně). Vedle uvedených morfologických změn se na **poklesu svalové síly** podílí i redukce metabolismu a snížení místního prokrvení.

Dlouhodobé přerušení má u silově a rychlostně trénovaných sportovců za následek vedle zmenšení plochy průřezu vláken i **redukci počtu rychlých vláken** a zvýšení počtu pomalých vláken. Síla získaná koncentrickým tréninkem klesá asi o 10 %, síla získaná excentrickým tréninkem klesá pomaleji a méně.

Při trvalém pobytu na lůžku mohou v důsledku dlouhodobé hypokineze vzniknout zkrácením úponových šlach **svalové kontraktury** (nemožnost natáhnout sval a bolesti v oblasti jeho úponu); ke svalovým kontrakturám může dojít i při dlouhodobé sádrové fixaci končetiny a pobytu na lůžku. V těchto případech je účinnou prevencí časté (několikrát za den) **pasivní protahování svalů a aktivní izometrické kontrakce**; vedle toho je třeba nejméně jednou za 2 hodiny změnit polohu ležícího pacienta.

V důsledku poklesu energetického výdeje při hypokinezi dochází rovněž k postupnému **vyplavování vápníku z kostí** (asi 0,2 g denně). Navíc při dlouhodobém pobytu na lůžku se projevuje zejména na osovém skeletu pokles tlaku v důsledku nedostatečného působení gravitace. Ani několikahodinové cvičení vleže nedokáže zabránit ztrátám vápníku; zamezit ztrátám vápníku lze zamezit cvičením ve svislé poloze (ve stoje), kdy gravitační síla působí v ose páteře a dlouhých kostí. Problém zvýšeného vyplavování vápníku z kostí v beztížném stavu limituje i pobyt kosmonautů ve vesmíru.

Další změny spojené s desadaptací

Přesun aktivity ANS směrem k sympatiku vede k **ortostatické labilitě**, která se projevuje závratěmi při změně polohy z lehu do stoje.

Pokles fibrinolytické kapacity a mírně **zvýšená srážlivost krve** může být příčinou častějšího výskytu trombogeneze.

Zpomalení rychlosti desadaptace při vynuceném přerušení cvičení nebo tréninku

Snížením obvyklé intenzity zatížení o 20–30 % a zkrácením doby trvání cvičení o 30–40 % lze zamezit výraznějším změnám sacharidového a lipidového metabolismu, poklesu enzymatické aktivity ve svalové tkáni, poklesu svalové síly a VO_2 max, zvýšení hladiny krevního laktátu a zvýšení klidové i zátěžové SF.

Této metodiky je možno využít především při delším vynuceném pobytu na lůžku, kdy cvičíme těmi částmi těla, které nevyžadují klid (např. kontralaterální končetina, břišní a zádové svalstvo, atd.). Popsaný pozitivní efekt takového „**náhradního**“ **cvičení** je však časově omezen pouze na 3–4 týdny.

Obsahové otázky

- Co ovlivňuje rychlost desadaptace?
- Jaké jsou projevy chronického nedostatku pohybové aktivity?
- Jaký je obraz krátkodobé a dlouhodobé desadaptace transportního systému?
- Jak se projeví desadaptace na metabolismu?
- Jaký je obraz desadaptace v pohybovém systému?
- Liší se desadaptace u vytrvalostně a rychlostně trénovaných sportovců?
- Lze zpomalit rychlost desadaptace?

Přehled biologického působení pravidelné PA

V **přehledu** lze shrnout, že pravidelná pohybová aktivita zvyšuje pracovní kapacitu, zkracuje dosažení rovnovážného stavu při zátěži a zotavení po zátěži, zvyšuje toleranci zátěžového stresu a usnadňuje zvládnutí pocitů únavy.

Z hlediska látkové výměny se v důsledku pravidelného cvičení pozitivně mění spektrum krevních tuků, zvyšuje se citlivost periférie na inzulín, stoupá glukózová tolerance a klesá klidová produkce inzulínu.

Mění se tělesní složení ve smyslu poklesu množství tělesného tuku a zvýšení aktivní (svalové) hmoty.

Aktivita ANS se přesunuje směrem k vagu, práce srdce se stává ekonomičtější a snižují se nároky myokardu na kyslík. Přitom se zvyšuje kontraktilita myokardu, po vytrvalostním tréninku se zvyšuje (zejména u mladších jedinců) systolický objem a maximální minutový objem, zlepšují se podmínky svalové mikrocirkulace a klesá svalová perfuze. Zvyšuje se objem cirkulující krve (při nezměněném hematokritu) a zlepšuje se i ortostatická tolerance. Pravidelná svalová činnost zlepšuje i žilní návrat.

V kostech dochází k přestavbě trabakul a zvýšenému ukládání minerálních solí v mezibuněčných prostorech. Zesilují šlachy a vazy a tím se zvyšuje tahová odolnost. Ve svalovém vláknu se zvyšuje množství kontraktilních bílkovin, stoupá obsah iontů draslíku a enzymů (v závislosti na typu tréninku) a v důsledku hypertrofie (výjimečně i hyperplazie) se zvyšuje svalová hmota; zlepšuje se i nervosvalová koordinace.

Pravidelné cvičení snižuje psychický stres, zlepšuje sebedůvěru, aktivizuje postoje člověka k vlastnímu zdraví a pozitivně ovlivňuje životní návyky a výživu.

Vedle těchto obecných pozitivních efektů pravidelné pohybové aktivity má cvičení i věkově specifické efekty. Už v **kojeneckém věku** (od 28. dne do konce prvního roku života) pohyb (odpověď motoriky na zevní impulzy) ovlivňuje zrání CNS a pohybového systému, růst a architekturu kostí, svalů, šlach a vaziva a rozvíjení většiny ostatních funkcí.

V pozdější fázi kojeneckého věku se výrazně zrychluje rozvoj kvality pohybu. Převažuje krátkodobá dynamická obratnostní a rychlostní činnost se zapojením celého organismu. Pohybová (reflexní) stimulace kojence pozitivně ovlivňuje jeho vývoj, což má zcela výjimečný a limitující význam u retardovaných jedinců.

V **batolecím věku** (1 až 3 roky), kdy dochází k propojení fyzického a psychického zrání, se vytváří řada nových pohybových projevů, chůzí počínaje a během konče. Dominuje hra, při které se bohatě a rychle střídají rychlostně vytrvalostní, silové a obratnostní činnosti. Při spontánní pohybové aktivitě dítě

tvořivě vybírá a spojuje pohybové činnosti a tím ovlivňuje celý proces růstu a harmonického vývoje. V tomto věku se vytvářejí i některé základy kvality funkcí pro celý další život. Např. do tří let života dochází k hyperplazii vláken myokardu, která výrazně ovlivní funkční kapacitu srdce v dospělém věku.

V **předškolním věku** (3–6 let) se nejvýrazněji vyvíjí nervový systém (počátky abstraktního myšlení a z něho plynoucí možnosti volby pohybových činností) a pohybový systém. Velká pružnost vaziva a neukončená osifikace umožňuje pohyb přesahující kapacitu kloubů (kloubní hypermobilita). Uprostřed tohoto období se velmi rychle vytvářejí nová motorická spojení. Většinu času tráví dítě v pohybu, který se stává základní potřebou jeho zdravého a harmonického vývoje před šestým rokem života; vzrůstá i riziko spojené s pohybovou aktivitou (nejčastěji pád z výšky). Tento věk charakterizuje bohatá a střídavá dynamická pohybová aktivita (dominuje využívání rychlosti, obratnosti, vytrvalosti a dynamické síly při tvořivé dětské hře) se záměrným omezováním statických činností (asi 50 % doby bdění by mělo být ponecháno pro spontánní aktivitu dítěte). Pohyb jednak stimuluje růst a vývoj dítěte, jednak slouží už jako prevence pozdějších patologických stavů (ischemická choroba srdeční, obezita, diabetes mellitus 2. typu, degenerativní změny pohybového aparátu, atd.). V tomto období se už začíná projevovat hyper- a hypomobilita. Nedostatek pohybu nebo nesprávný pohyb se může projevit na negativních změnách pohybového a oběhového systému, nebo na prodloužení reakční doby při převodu podnětu ke svalové tkáni. Pokud nemá dítě v tomto věku dostatek pohybu, vzniká předpoklad k patologickým adaptacím (maladaptacím), které se odrazí v růstu a vývoji dítěte a na jeho aktivním zdraví.

Ve **školním věku** je správné poskytnout dítěti na základě zhodnocení jeho schopností, možností a limitů adekvátní pohybovou aktivitu. U **pohybově nadaných jedinců**, kteří se zapojují do sportovního tréninku, by se měly rozvíjet všechny jejich pohybové vlastnosti a speciální výcvik by neměl do puberty překročit 50 % času věnovaného tréninku. Jestliže je předčasně akcentován speciální trénink, může být narušen harmonický vývoj dítěte, které je ohroženo jednostranným přetížením pohybového systému, svalovými dysbalancemi a četnými mikrotraumaty. I správný intenzivní trénink talentovaných dětí však může (ale nemusí!) v důsledku oslabení imunitního systému a přetěžování vést ke zvýšení nemocnosti.

Pohybově **průměrné děti** s průměrnými motorickými schopnostmi by se měly věnovat adekvátnímu pohybu nejen ve školní tělesné výchově. Základní denní potřebou dítěte do puberty je jedna hodina denně buď intenzivního cvičení, nebo spontánní aktivity rozvíjející zejména všechny pohybové schopnosti.

Děti oslabené některým chronickým interním onemocněním (diabetes mellitus 1. typu, chronické zánětlivé onemocnění ledvin atd.) se musí většinou podrobit určitým, často jen dočasným omezením pohybové aktivity. Je však pro ně nezbytné, aby získaly určitou míru pohybových návyků a aby na základě doporučení dětského nebo tělovýchovného lékaře byly zařazeny do zdravotní školní výchovy. I děti s postiženým hybným systémem se musí vedle rehabilitace věnovat cvičení, které jim umožní kompenzovat jejich hendikep. Zvláštní skupinu vyžadující speciální přístup tvoří sice zdravé, ale neobratné děti, které mají většinou nadváhu nebo obezitu, mají horší známky ze školní tělesné výchovy a vůči pohybu často cítí spíše odpor. Takové děti potřebují ze strany pedagogů nebo rodičů především povzbuzení a motivaci; v žádném případě by neměly být osvobozovány od tělesné výchovy.

V **dorostovém věku**, kdy se poměrně rychle zvyšuje trénovanost (zejména svalová síla), vyhledávají adolescenti pro vlastní seberealizaci, uplatnění a zvýšení tělesné zdatnosti závodní sportovní činnost. Není výjimkou, že v tomto věkovém období vrcholí tělesné síly a schopnosti podávat maximální výkon zejména v krátkých intenzivních zátěžích.

Ve **věku dospělosti** ubývá u velké části populace příležitosti i chuti k pravidelné pohybové aktivitě. V každém případě se však budou lišit motivační faktory a výběr sportovních odvětví např. ve třetím nebo v sedmém decenniu. U mladších dospělých (spíše mužů) motivuje k účasti na pravidelné pohybové aktivitě často soutěživost a sociální kontakt, u žen je to často snaha udržet si optimální konstituci (body image). S přibývajícím věkem se sportovní soutěživost projevuje spíše negativními konsekvencemi, a pokud nepředchází dlouholetý a systematický trénink, není závodění ze zdravotního hlediska příliš žádoucí. Dominantní motivací pro období mezi 40 a 65 lety by měly být zdravotně preventivní důvody.

Jedno je však společné pro mladší i pro střední věk – pro udržení nebo obnovení tělesné zdatnosti, výkonnosti oběhového ústrojí a muskuloskeletálních funkcí je nutná dlouhodobá kontinuita přiměřené a adekvátní pohybové aktivity (**celoživotní adherence k pohybu**). Již za několik týdnů tělesné inaktivity dochází k ústupu téměř všech fyziologických ukazatelů tělesné zdatnosti. Optimální formou je dynamická svalová aktivita cyklického charakteru se zapojením co největší svalové hmoty, např. rychlá chůze, severská chůze, jogging, běh, plavání, pohyb na běžeckých lyžích, jízda na kole, aerobik a další formy společného cvičení s hudbou i bez ní, veslování, atd. Tyto aktivity je vhodné podpořit i odporovým (silovým) cvičením a při potřebě soutěživé motivace i acyklickými pohybovými aktivitami (zejména sportovními hrami). Vlastní cvičení (trénink) musí „obklopovat“ racionální rozcvičení (kombinace dynamického cvičení nízké intenzity a statického protahování zkrácených svalových skupin) a závěrečné protažení a relaxace pohybového systému. O intenzitě zatížení, frekvenci, trvání a objemu jednotlivých cvičení nebo tréninku bude pojednáno v samostatné kapitole. Pokud s kondičním cvičením začíná dospělý člověk po delším období hypokineze, je nezbytné začít spíše s nižší intenzitou zatížení a kratším trváním (tzv. startovací program), které je vhodné postupně zvyšovat a prodlužovat (tzv. fáze zvyšování tělesné zdatnosti).

Za **vyšší věk** se považuje obvykle stáří nad 65 let (rozhodující je však biologický věk), kdy se řada biologických funkcí progresivně zhoršuje jako nikdy před tím (např. omezení kloubního pohybu, zvýšená lomivost kostí, výrazný úbytek svalové síly, degenerativní změny kloubních chrupavek a vaziva, atd.). Pokud netrpí starší lidé ischemickou chorobou srdeční (ICHS) nebo závažnými aterosklerotickými změnami periferních cév, je nejčastějším limitujícím faktorem jejich motoriky pohybový systém, který pravidelným cvičením můžeme výrazně pozitivně ovlivnit. Proto je v tomto věku význam pravidelné pohybové aktivity zcela mimořádný, neboť brání progresi osteoporózy, udržuje kloubní flexibilitu, svalovou hmotu a svalový tonus; zároveň brání poklesu aerobní a pracovní kapacity a optimalizuje tělesné složení. Cílem cvičení ve starším věku je udržení nebo dosažení žádoucí kvality života, udržení soběstačnosti a zvýšení sebedůvěry.

Vedle opakovaného cvičení flexibility se ve startovacím programu doporučuje prostá chůze, která se postupně s pokračujícím cvičením zrychluje; u dlouhodobě trénujících osob staršího věku je spektrum sportovních aktivit podobné jako ve středním věku.

Obsahové otázky

- Jaký má vliv pohyb na kojence?
- Jak se realizuje pohyb u dítěte v batolecím věku?
- Čím je charakteristická a jak ovlivní zdravý růst a vývoj dítěte pohybová aktivita v předškolním věku?
- Co patří k důležitým zásadám při pohybové aktivitě zdravých i oslabených dětí ve školním a dorostovém věku?
- Jaká je pohybová aktivita mužů a žen v dospělém věku?
- Jaké jsou hlavní cíle pohybové aktivity ve starším věku?

Základní principy preskripce

Okrajové části cvičení nebo tréninku

Hlavním smyslem úvodní a konečné části cvičení je připravit optimální přechod z relativního klidu do plného tréninkového zatížení a zpět. To znamená, že při rozcvičení postupně zvyšujeme intenzitu zatížení přípravného cvičení, naopak při zklidnění intenzitu pohybu postupně snižujeme.

Intenzita zatížení, která se při **rozcvičení** postupně zvyšuje, by měla dosáhnout asi 40 až 60 % následné intenzity hlavní části cvičení. Pokud se rozcvičení uplatní v této přiměřené intenzitě a bude mít adekvátní trvání, vyvolá řadu pozitivních metabolických, oběhových i nervových změn, které mohou podstatně ovlivnit průběh následující zátěže. Dochází k přelaďování ANS, zrychluje se kinetika VO_2 , snižuje se počáteční deficit O_2 , zvyšuje se aktivita klíčových enzymů glykolýzy i aerobní fosforylace, dochází ke změnám krevních plynů, zvyšuje se prokrvení svalů, zvyšuje se kontraktilita svalových vláken a zvyšuje se pracovní účinnost. Ukazuje se také, že po kvalitním rozcvičení se prodlouží doba maximálního a supramaximálního výkonu a oddálí se vyčerpání.

Část uvedených efektů rozcvičení je způsobeno tím, že zlepšením přívodu kyslíku do pracujícího svalu se šetří zásobní makroergní fosfáty, klesá produkce laktátu a snižuje se kyslíkový deficit. V celém dalším průběhu cvičení, pokud má vyšší intenzitu, dochází k nižšímu hromadění laktátu ve srovnání se stejně intenzivní aktivitou probíhající bez rozcvičení. Tím, že k podávanému výkonu stačí méně kyslíku, zvyšuje se při submaximální zátěži pracovní účinnost. K lepšímu využití kyslíku v pracujících svalech rovněž přispívá lepší distribuce krve.

Při rozcvičení se také zvyšuje svalová teplota; proto nese také název „předehřátí“. Velikost této změny závisí na intenzitě a trvání zátěže, na okolní teplotě vzduchu a na jeho proudění. Samostatné zvýšení teploty pracujícího svalu působí poměrně málo na kinetiku spotřeby kyslíku a na změny krevních plynů; výrazný účinek má však současné působení intenzivní zátěže a ohřátí svalu. Působením těchto faktorů také dochází ke zvýšení elasticity pracujících svalů a ke snížení pravděpodobnosti jejich zranění.

Po rozcvičení také dochází k mobilizaci většího počtu motorických jednotek, které se účastní na svalové kontrakci. Zvětšením počtu kontrahovaných jednotek se snižuje zátěž připadající na jednu jednotku, a čímž se šetří makroergní fosfáty a snižuje se rychlost čerpání fosfátových zdrojů. Mírná metabolická acidóza, která doprovází rozcvičení, rovněž zvyšuje toleranci následné intenzivní zátěže.

Bylo prokázáno, že při rozcvičení před cvičením o střední intenzitě je efekt lepšího využití kyslíku celkem malý.

Před intenzivním cvičením nebo sportovním tréninkem je vliv rozcvičení výraznější, VO_2 se zvyšuje rychleji a produkce laktátu klesá.

Zklidnění má za úkol především zabránit prudkým změnám aktivity obou větví ANS, které se mohou projevit např. snížením prokrvení periferních tkání a poruchami srdečního rytmu. Důležité pro následující regeneraci organismu je i urychlené vyplavení látek vzniklých při intenzivním svalovém metabolismu z míst svého vzniku do krevního oběhu. Svůj smysl má i pozvolné přeladění psychiky, která po fázi zklidnění je lépe připravena na pozitivní vnímání zvýšené produkce látek majících uklidňující účinky a působících na vyvážení emocí (endorfiny, enkefaliny).

Na začátek rozcvičení a na konec zklidnění zařazujeme vždy **protahování** nejdůležitějších svalů. Udržení pružnosti na úrovni, která člověku umožní normální život, je stěžejní úkol pro osoby se sedavým nebo pohybově stereotypním zaměstnáním. Avšak i tělesně aktivním jedincům a sportovcům umožňuje pružnost udržovat a zlepšovat výkonnost pohybového systému. Nedostatečná pružnost a snížená kloubní pohyblivost může být příčinou bolestí, může zvyšovat náchylnost ke zranění a snižovat schopnost svalové adaptace (trénovatelnost svalů).

Pro udržení nebo zvýšení pohyblivosti můžeme volit dynamické nebo statické protahovací cvičení.

• **Dynamické protahovací cvičení**

Dynamické protahovací cvičení je vlastně klasickou formou protahování, jehož podstatou jsou švihová cvičení v podobě hmitů (např. hmitání v předklonu nebo v upažení). Toto cvičení vyvolává tzv. napínací reflex, jehož součástí je svalový stah působící jako ochrana kloubu proti intenzivním pohybům v krajní poloze a který výrazně snižuje efektivitu cvičení. Má-li být dynamické cvičení účinné, musí se provádět ve velkém počtu opakování (např. 50krát). Navíc vyžaduje i předchozí důkladné prokrvení svalů, proto se nehodí např. pro rozcvičení před hlavní částí cvičení. Pro uvedené nevýhody dynamické rozcvičení pro kondiční a zdravotní cvičení raději nedoporučujeme a volíme raději statické protahování.

• **Statické protahovací cvičení (strečink)**

Bezpečnější a účinnější nežli dynamické cvičení je statické protahovací cvičení, jehož podstata není založená na hmitání, ale na setrvání v dosažené poloze protaženého svalu. Jeho název – strečink – je odvozen z anglického slova „stretch” – natažení nebo napínání. Aby byl strečink účinný, musíme se při cvičení řídit některými obecnými principy:

- Před strečinkem svaly mírně zahřejeme pohybem o nízké nebo střední intenzitě zatížení.
- Protahování provádíme pomalu a v krajní poloze setrváme 10 až 30 sekund v klidu bez hmitání nebo opakovaných pokusů protažení zvětšit.
- Vědomě se snažíme snižovat napětí v protahované skupině svalů.
- Strečink nesmí vyvolat bolest, ale pouze pocit svalového napětí (aby nebyl aktivován napínací reflex!).

- Cvičení synchronizujeme s dechem – v žádném případě nezadržujeme při strečinku dech (!) ; při protahování svalu dva- až třikrát provedeme klidný nádech a výdech, potom se zhluboka a pomalu nadechneme a v krajní poloze pomalu vydechujeme. Tím se zvýší uvolnění svalů a zmenší se obtížnost cvičení.
- Mezi jednotlivými cviky uděláme krátkou přestávku 10 až 15 sekund.
- Cviky několikrát opakujeme.

V současnosti existuje řada modifikací strečinkových cvičení, které jsou založeny na výše uvedených principech statického protahování. Jako *příklad může sloužit 9 cviků sloužících k protažení m. triceps surae (spolu s dalšími vyjmenovanými svaly a svalovými skupinami)*:

Cvik č. 1

Zvolna se protlačujte pánev vpřed. Špičky směřují vpřed, hlava, trup a zanožená končetina jsou v jedné přímce, pata je po celou dobu v kontaktu s podložkou. Neprohýbejte se v bedrech. Protahuje se pravá i levá dolní končetina.

Cvik č. 2

Protahuje navíc i vzpřimovač trupu, čtyřhranný sval bederní a svaly na zadní straně stehna. Pohyb je zahájen přitažením brady do hrdelní jamky a celý trup postupně „roluje“ směrem dolů. Návrat do základní polohy je nutno provádět velmi pomalu (nebezpečí závratí a ortostatického kolapsu). Dolní končetiny jsou po celou dobu propnuté. Předklon nelze provádět pouze prostřednictvím ohybačů kyčelního kloubu, tzn. překlopením pánve.



OBR. 2 CVIK Č. 1

Zdroj: (Stejskal, 2004b)



OBR. 3 CVIK Č. 2

Zdroj: (Stejskal, 2004b)

Cvik č. 3

Slouží k protažení i svalů na zadní straně stehna. Provedeme vzpor stojmo, paže jsou v prodloužení trupu a paty jsou protlačeny k podložce. Chodidla jsou rovnoběžná, nesmí docházet k zevní rotaci špiček.

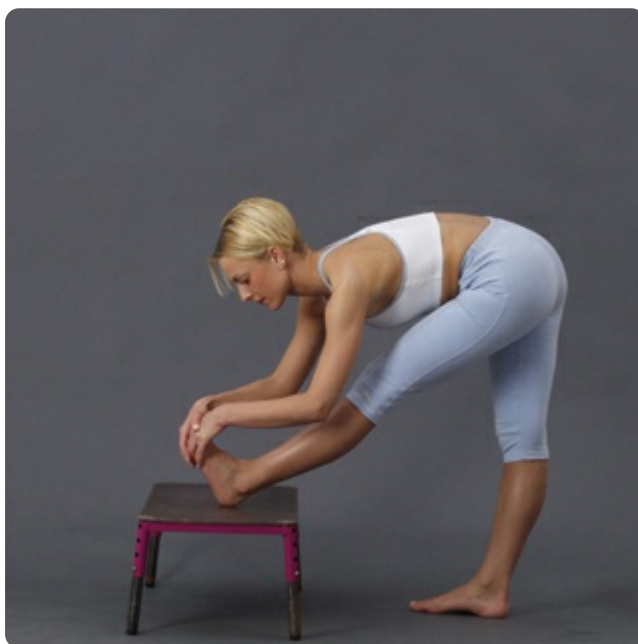
Cvik č. 4

Protahuje i svaly na zadní straně stehna. V hlubokém ohnutém předklonu uchopíme špičku chodidla a přitáhneme ji bérce. Špička stejné končetiny směřuje vpřed, špička přednožené končetiny směřuje vzhůru. Obě dolní končetiny jsou po celou dobu propnuty. Cvik je náročnější na rovnováhu. Protažení se provádí u obou dolních končetin.



OBR.4 CVIK Č. 3

Zdroj: (Stejskal, 2004b)



OBR.5 CVIK Č. 4

Zdroj: (Stejskal, 2004b)

Cvik č. 5

Protahuje i svaly na zadní straně stehna. Provedeme podporu na předloktích, dlaně a předloktí jsou na vyvýšené podložce. Během pohybu nesmí docházet k zevní rotaci špiček. Dolní končetiny jsou propnuté a paty jsou stále v kontaktu s podložkou.

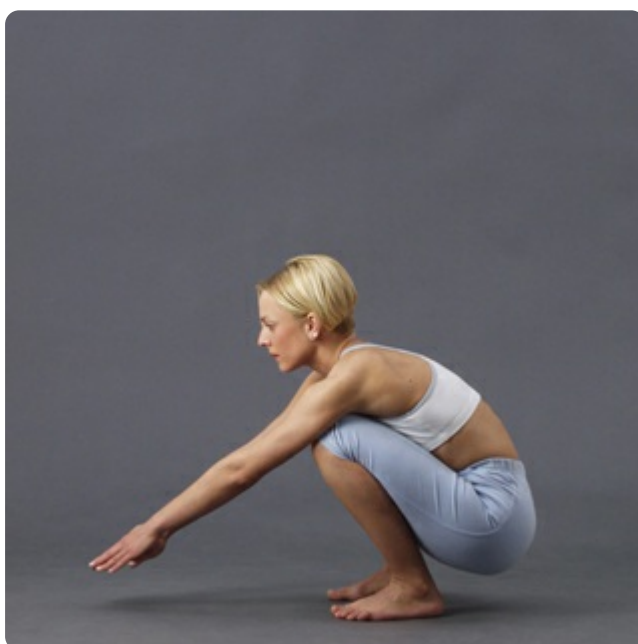
Cvik č. 6

Provedeme dřep na celých chodidlech. Chodidla jsou paralelně, paty jsou po celou dobu pohybu v kontaktu s podložkou.



OBR. 6 CVIK Č. 5

Zdroj: (Stejskal, 2004b)



OBR. 7 CVIK Č. 6

Zdroj: (Stejskal, 2004b)

Cvik č. 7

Protahuje i svaly na zadní straně stehna a vzpřimovač trupu. Opakovaně propínejte dolní končetiny v kolenou až do vzporu stojmo; dlaně (nebo alespoň prsty) se po celou dobu dotýkají podložky. Do stoje

se vracete vždy přes vzpor ve dřepu.

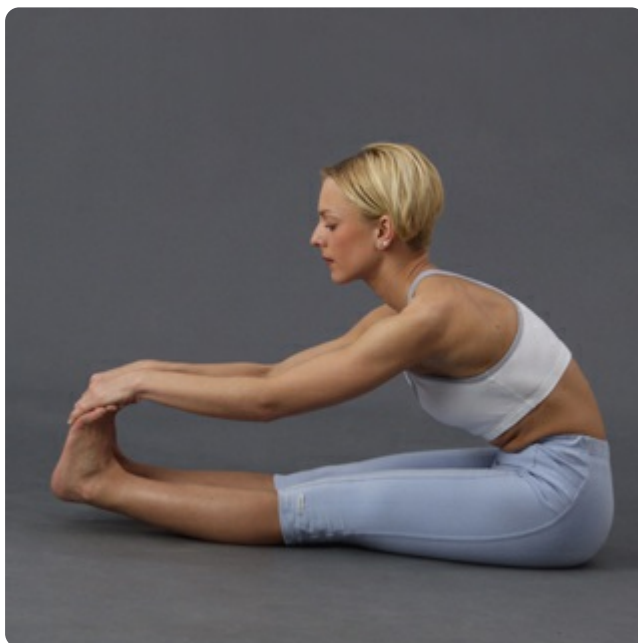
Cvik č. 8

Protahuje i svaly na zadní straně stehna, při předklonu hlavy také vzpřimovač trupu. Uchopte špičky chodidel a zvolna propněte obě dolní končetiny. Špičky chodidel přitahujte k bérce (pozor – cvik nesmí bolet!).



OBR. 8 CVIK Č. 7

Zdroj: (Stejskal, 2004b)

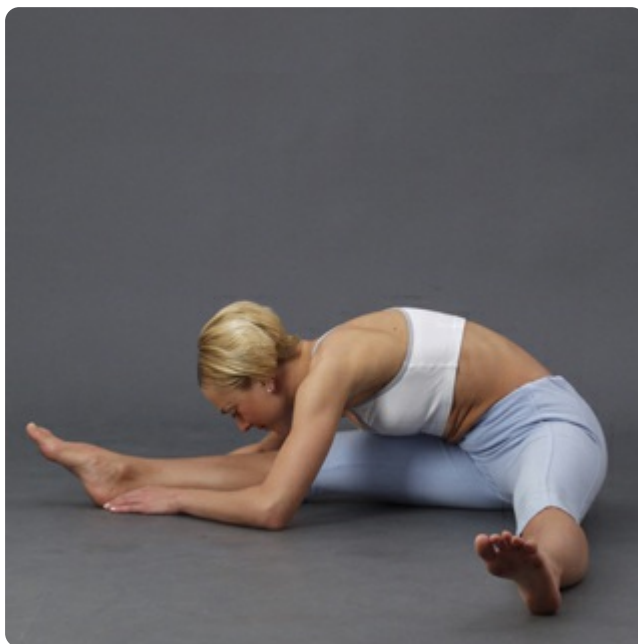


OBR. 9 CVIK Č. 8

Zdroj: (Stejskal, 2004b)

Cvik č. 9

Přitažením špičky k bérce může protahovat trojhlavý sval lýtkový, dále protahuje čtyřhranný sval bederní, svaly na zadní a vnitřní straně stehna, při předklonu hlavy také vzpřimovač trupu. Tento cvik je pro většinu lidí obtížně proveditelný, zpočátku bude stačit naznačit konečnou polohu. Cvik se provádí k levé i pravé dolní končetině.



OBR.10 CVIK Č.9

Zdroj: (Stejskal, 2004b)

Obsahové otázky

- Jaký je hlavní smysl a cíl rozcvičení?
- Jak ovlivní rozcvičení organismus sportovce?
- Proč je na konec cvičení nebo tréninku zařazeno zklidnění?
- Jaké jsou hlavní nevýhody dynamického protahovacího cvičení?
- Které jsou obecné principy strečinku?
- Navrhněte vlastní sestavu strečinku před běžeckým vytrvalostním tréninkem!

Vytrvalostní (aerobní) cvičení nebo vytrvalostní sportovní trénink

Metody aerobního tréninku vycházejí buď z nepřetržitého (kontinuálního), nebo přerušovaného (intermitentního) cvičení, které z hlediska trvání a čerpání energetických zdrojů má vytrvalostní charakter. Jestliže jsou obě tréninkové metody prováděny správně, potom vedou ke zvýšení aerobní kapacity a mají pozitivní vliv na zdraví člověka.

• Intenzita zatížení

Intenzita zatížení je z hlediska efektivity cvičení nebo sportovního tréninku a rizik s nimi spojenými nejdůležitější. V této oblasti však nepanuje všeobecný konsenzus; i když v současné době se většinou u zdravých osob doporučuje při volnočasové pohybové aktivitě spíše vyšší intenzita zatížení blízká se ventilačnímu prahu, řada doporučení uvádí nižší intenzitu a důraz klade spíše na objem pohybové aktivity, tedy hlavně na její trvání. V každém případě však platí, že **příliš vysoká intenzita zatížení** výrazně zvyšuje možnost zranění nebo jiného zdravotního poškození. Toto riziko stoupá s věkem člověka a s dobou, po kterou nebyl fyzicky aktivní. Např. kardiovaskulární systém může být při příliš intenzivním cvičení výrazně poškozen, neboť nároky pracujícího srdce mohou být větší, než jsou možnosti jeho nedostatečně adaptovaného tepenného řečiště. Podobně i pohybový systém netrénovaného člověka se musí na cvičení adaptovat a intenzita zatížení by měla být zpočátku spíše nižší. Svou negativní roli může sehrát relativně vysoká hmotnost, která zvyšuje zatížení svalů a kloubů trupu a dolních končetin.

Naopak **trvale nízká intenzita zatížení** vede k tomu, že efektivita cvičení klesá a postupně ztrácí z hlediska pozitivního ovlivňování zdravotního stavu smysl. Člověk, který bezvýsledně věnoval cvičení pro zlepšení zdravotního stavu poměrně dlouhou dobu, je zklamaný. Tato negativní zkušenost vede ke ztrátě důvěry v účinnost cvičení a k vyhledávání jiných cest, jak např. redukovat tělesnou hmotnost. Z uvedeného vyplývá, že jak vysoká, tak i nízká intenzita zatížení, snižují dlouhodobou adherenci ke cvičení a snižují primárně i sekundárně preventivní efekty cvičení pro zdraví.

Je několik způsobů, kterými můžeme kvantifikovat vnitřní intenzitu zatížení. Při většině pohybových aktivit, které mají vytrvalostní nebo silově vytrvalostní charakter a při kterých se vytváří pravý nebo nepravý setrvalý stav, je nejpřesnější vyjádření metabolických nároků pomocí relativní hodnoty VO_2 , vztažené k maximální hodnotě (% VO_2 max). Tuto kvantifikaci lze provádět mimo jiné i proto, že při cvičení končetinami tělesný výkon stejné intenzity vyžaduje u všech jedinců (bez ohledu na jejich zdravotní stav, věk, pohlaví, zdatnost nebo tělesnou výkonnost) zhruba stejnou VO_2 .

Vyjádření intenzity zatížení pomocí srdeční frekvence

Z praktických důvodů (technické problémy a vysoká pořizovací cena mobilního plynového analyzátoru) se však měření VO_2 v průběhu cvičení nebo tréninku nepoužívá. Protože zvyšování VO_2 a SF probíhá

v použitelném rozsahu lineárně a protože měřit SF je poměrně snadné, charakterizujeme intenzitu zatížení nikoliv pomocí metabolických nároků, ale zatížením krevního oběhu. Při použití SF jako kritéria je však nutné myslet na léky, které mění SF (např. betablokátory), nebo na vzácnější autonomní chronotropní inkompentenci sinoatriálního uzlu (*neschopnost dosáhnout 70–85 % věkově predikované SF max*). Za těchto okolností je pro posouzení optimálního zatížení naprosto **nezbytné zátěžové vyšetření**, které umožní nastavit účinnou intenzitu i za podmínek změněné maximální tepové rezervy (viz dále).

Méně vhodné je vyjádření zatížení cirkulace srdeční frekvencí vztaženou k maximálním hodnotám (**% SF max**). Autoři, kteří akceptují tuto kvantifikaci intenzity zatížení, uvádějí, že pro zvýšení aerobní kapacity netrénovaných osob by se měla intenzita zatížení pohybovat v rozmezí mezi 55 a 75 % SF max; takové zatížení cirkulace je však velmi nízké (viz dále). Navíc uvedeného rozmezí bylo kalkulováno pro práci svalstva převážně dolní poloviny těla (např. chůze nebo běh), práce svalových skupin horní části těla vyvolá SF ještě nižší asi o 10 až 15 tepů.min⁻¹.

Důvodem, proč nedoporučujeme používat % SF max, je matematický postup nevylučující nemožné nebo absurdní hodnoty. Např. při SF max = 200 tepů.min⁻¹ by zatížení na úrovni reálných 5 nebo 10 % odpovídalo SF 10 nebo 20 tepů.min⁻¹, které člověk nemůže dosáhnout.

Daleko více se blíží metabolickému zatížení **relativní využití maximální tepové rezervy (MTR)**. MTR je rozdíl mezi SF max a SF v klidu (SF_k) a její relativní využití vyjadřujeme v procentech (**% MTR**). Tento způsob vyjádření zatížení oběhu je vhodný i proto, že se pravidelným cvičením zvyšuje aktivita ANS, zejména aktivita parasymptiku. Takto zvýšená aktivita se projeví zpomalením SF_k (klidovou bradykardií); mimo jiné i proto mají trénované osoby SF_k pomalejší než osoby trpící nedostatkem pohybu. Protože rozdíl SF max mezi trénovanými a netrénovanými osobami není významný, stejné zatížení cirkulace bude vyjádřeno u trénovaného nižší SF než u netrénovaného. Např. u dvou osob, které budou mít stejnou SF max = 195 tepů.min⁻¹ a budou se lišit SF v klidu o 15 tepů.min⁻¹ (netrénovaný 70 tepů.min⁻¹, trénovaný 55 tepů.min⁻¹), bude u trénovaného zatížení cirkulace na úrovni 60 % vyjádřeno SF = 139 tepů.min⁻¹, u netrénovaného SF = 145 tepů.min⁻¹. Tento rozdíl bude při nižším relativním zatížení větší, se zvyšující se intenzitou zátěže se bude zmenšovat (např. při 80 % MTR bude mít uvedená trénovaná osoba SF = 167 tepů.min⁻¹, netrénovaná osoba 170 tepů.min⁻¹).

Při použití % MTR je u zdravých osob SF při cvičení nebo tréninku (SF_c) o 13 - 25 tepů.min⁻¹ vyšší než při použití stejné hodnoty % SF max. Při převádění % SF max na % MTR je možno použít rovnic

$$\% \text{ MTR} = 1,369 \cdot \% \text{ SF max} - 40,99$$

$$\% \text{ SF max} = (\% \text{ MTR} + 40,99) : 1,369$$

Podle těchto rovnic např. 75 % MTR odpovídá přibližně 85 % SF max.

Za dolní hranici efektivní pohybové intervence zdravých osob se považuje práce mírné intenzity, která odpovídá zhruba 60 % MTR. Toto zatížení oběhu můžeme vyjádřit SF_c podle vzorce

$$SF_c = SF_k + 0,60 (SF_{\max} - SF_k).$$

Hodnotu SF max můžeme zhruba odhadnout podle rovnice 220 - věk. Podle některých autorů je takto odhadnutá SF max u starších osob menší, nežli je hodnota reálná; proto doporučují spíše rovnici 208 - (0,7 · věk). Podle obou rovnic by měli lidé ve 40 letech stejnou hodnotu SF max (180 tepů.min⁻¹), v 60 letech by byla hodnota odhadnutá podle druhé rovnice o 6 tepů.min⁻¹ vyšší.

Při preskripci intenzity zatížení podle SF bychom však SF max neměli odhadovat, ale měli bychom ji změřit při zátěžovém vyšetření do vita maxima. Důvodem je velká variabilita skutečné SF max, která se v důsledku genetické predispozice může pohybovat v rozsahu více než ± 15 tepů.min⁻¹ (v rozsahu ± 8 % průměrných hodnot kolem SF max). Tak velký rozdíl mezi odhadem a realitou SF max může být zejména při intenzivním cvičení nebo sportovním tréninku příčinou závažné chyby preskripce programu pohybové aktivity.

Rozhodující pro volbu intenzity zatížení je zdravotní stav a tělesná zdatnost každého jedince. Jde-li o starší osobu, rekonvalescenta, nebo jedince s dlouhodobým nedostatkem pohybu, použijeme při preskripci programu pohybové aktivity nejnižší hodnotu, která má ještě pozitivní efekt na zdraví člověka. Tuto část programu pohybové aktivity nazýváme **startovací fáze** a trvá podle zdravotních kritérií, iniciační úrovní tělesné zdatnosti a podle věku 2–8 týdnů. Jejím cílem je „seznámit se“ s opakovaným tělesným zatížením, většinou po déle trvajícím nedostatku adekvátního pohybu. Pro startovací program platí zásada pomalého začátku, relativně krátkého trvání (např. pouze 20 minut) a nízké intenzity zatížení (většinou chůze). I v této fázi programu však doporučujeme cvičit minimálně každý druhý den.

Nemají-li cvičící osoby během startovací fáze žádné zdravotní problémy, mohou postupně přidávat na objemu cvičení. V průběhu startovacího programu postupně prodlužují trénink tak, aby na konci tohoto období mohli již začít s efektivním zdravotním cvičením (**fáze zvyšování tělesné zdatnosti**). V tab. 1 a 2 jsou uvedeny příklady délky trati a času, za který by mohla osoba buď mužského nebo ženského pohlaví určitého věku ujít nebo uběhnout předepsanou vzdálenost v rámci startovací fáze a fáze udržování tělesné zdatnosti.

Progrese intenzity zatížení ve fázi zvyšování tělesné zdatnosti je závislá na vzestupu VO₂.kg⁻¹ max. Zvýšení aerobní kapacity, ke kterému dojde u asymptomatických jedinců na základě pravidelného tréninku při optimálním zatížení, je závislá na tělesné zdatnosti na začátku programu, na energetickém výdeji při každém tréninku, na délce celého programu, na jeho skladbě, frekvenci a rytmicitě a na adherenci k tomuto programu. U osob, které trénovali kvalitně a pravidelně již před začátkem programu nemůžeme očekávat žádný významný efekt, u osob mladšího a středního věku s dlouhodobým nedostatkem pohybu a s nízkou tělesnou zdatností, ale s významnou sportovní minulostí (např. bývalí sportovci-vytrvalci), je možno očekávat po půl roce efekt výrazný. Ve studiích, které se zabývají touto problematikou, nacházíme krajní hodnoty zlepšení VO₂.kg⁻¹ max od 0 do 100 %. U mladších netrénovaných jedinců se může od prvního do posledního týdne půlročního programu zvýšit aerobní kapacita asi o 25 %. Při vyšších vstupních hodnotách VO₂.kg⁻¹ max bývá relativní efekt tréninku menší, naopak při nižších hodnotách bývá relativní vzestup vyšší.

Úvaha o paušálním zvýšení ukazatelů aerobní kapacity je však špatná, neboť stejný program může mít u různých osob na stejné úrovni zdatnosti rozdílný efekt. Uvádí se, že někteří jedinci mají vysokou schopnost odpovědět na zátěžový program vzestupem aerobní kapacity, jiní naopak velmi nízkou. Tato schopnost je geneticky zakódovaná a kombinace vysoké aerobní kapacity a vysoké trénovatelnosti je charakteristická pro vysoce výkonné sportovce. Protože 75 až 80 % biologické variability $VO_2 \cdot kg^{-1} \max$ je možno přičítat hereditárním faktorům, je odhad rychlosti vývoje aerobní kapacity v závislosti na tréninku spekulativní.

MUŽI (1. týden)

Tab. 1 Příklady pohybové aktivity v různých věkových skupinách mužů na začátku startovací fáze a fáze zvyšování tělesné zdatnosti.

Věk	STARTOVACÍ FÁZE		FÁZE ZVYŠOVÁNÍ ZDATNOSTI	
	Čas	Délka	Čas	Délka
(roky)	(min)	(km)	(min)	(km)
18–20	20	2,6–3,1	30	5,1–5,2
21–25	20	2,4–2,5	30,5–32,5	4,3–5,1
26–30	20	2,2–2,4	30,5–34,0	4,2–4,9
31–35	20	2,1–2,2	31,0–35,0	4,1–4,7
36–40	20	2,0–2,1	31,0–35,5	4,0–4,5
41–45	20	2,0	31,5–37,0	4,0–4,4
46–50	20	1,9	32,5–38,0	4,0–4,3
51–55	20	1,8–1,9	34,5–42,5	4,1
56–60	20	1,7	35,0–44,0	4,0–4,1
61–65	20	1,6	36,0–45,0	4,0
66–70	20	1,5	37,0–45,0	3,8–4,0

V průběhu života dochází od 20 let takřka k lineární redukci $VO_2 \cdot kg^{-1} \max$, v průměru za každé desetiletí asi o 10 %; také reakce na pravidelnou pohybovou aktivitu je pomalejší. Proto někteří autoři doporučují prodloužit trvání programu v každém decenniu nad 25 let asi o 20 %. Při dodržování navrženého programu může dosáhnout trénující osoba ve věku 25 let své cílové hodnoty asi za 20 týdnů, ve věku 60–70 let až za 50 týdnů. Při dodržení kvalitního programu je tedy možno očekávat, že u starších osob budou za určitou dobu tréninku absolutní hodnoty změny $VO_2 \max$ menší a optima bude dosaženo později.

ŽENY (1. týden)

Tab. 2. Příklady pohybové aktivity v různých věkových skupinách žen na začátku startovací fáze a fáze zvyšování tělesné zdatnosti.

STARTOVACÍ FÁZE			FÁZE ZVYŠOVÁNÍ ZDATNOSTI	
Věk	Čas	Délka	Čas	Délka
(roky)	(min)	(km)	(min)	(km)
18–20	20	2,0–2,4	33,0–37,0	4,2–4,0
21–25	20	2	33,0–37,0	4,3–4,0
26–30	20	1,9	33,5–40,5	4,2–4,1
31–35	20	1,8–1,9	35,0–42,5	4,0–4,1
36–40	20	1,7–1,8	35,0–42,5	4,0–4,1
41–45	20	1,7	37,5–45,0	4
46–50	20	1,5–1,6	37,5–44,5	3,9–4,0
51–55	20	1,4–1,5	40,0–44,5	3,7–4,1
56–60	20	1,3–1,4	43,0–44,5	3,4–4,1
61–65	20	1,3	43,5–44,5	3,1–4,1
66–70	20	1,1–1,2	44,5–45,0	2,9–3,9

Je samozřejmé, že probandi s relativně nejvyšší úrovní zdatnosti dosahují signifikantního vzestupu VO_2 max pouze při tréninku vysoké intenzity; méně zdatní dosahují zvýšení ukazatele aerobní kapacity už při tréninku nižší intenzity. Na druhé straně skutečnost, že uvnitř optimální tréninkové zóny platí pozitivní vztah mezi intenzitou zatížení a následným vzestupem VO_2 max, nutí při tvorbě programu pohybové aktivity hledat skutečně nejvhodnější intenzitu zatížení (blíží se horní hranici optimálního rozsahu).

Po fázi zvyšování tělesné zdatnosti dochází při pokračující pohybové aktivitě ke stabilizaci ukazatelů aerobní kapacity; mluvíme o tzv. **udržovací fázi**. Ve většině případů doporučujeme pokračovat v tréninku na dosažené úrovni intenzity zatížení a v případě potřeby měnit (především pomocí týdenní frekvence tréninků) účinnost tréninku změnou celkového energetického výdeje v jednotlivých týdnech. V této fázi může být objem cvičení menší než v posledních týdnech zvyšování tělesné zdatnosti, musí si však udržet charakter pravidelnosti (minimálně třikrát týdně). Obecně platí, že jakmile zřetelně klesne intenzita zatížení (i když trvání i frekvence zůstaly stejné), dojde k významnému poklesu tělesné zdatnosti.

Při delším přerušení nebo při trvalém ukončení cvičení nebo tréninku se začnou všechny ukazatele tělesné zdatnosti vracet k hodnotám před začátkem pohybové intervence (viz kapitola Některé projevy nedostatečné pohybové aktivity a desadaptace). Kdykoliv jsme nuceni v udržovací fázi přerušit pohybovou aktivitu na delší dobu než jeden týden, klesá aerobní kapacita a při cvičení se vlastně vracíme zpět do fáze zvyšování tělesné zdatnosti. Obecně platí, že přerušení pravidelného tréninku nebo cvičení vyžaduje dvojnásobnou dobu pro dosažení výchozí optimální aerobní kapacity. To znamená, že např. čtrnáctidenní přerušení cvičení pro nemoc bude vyžadovat intenzivnější trénink po dobu jednoho měsíce. Při přerušení cvičení na tři a více měsíců se musíme vrátit zpět na začátek fáze zvyšování tělesné zdatnosti.

Horní hranice doporučené intenzity tréninku je individuální, ani u dobře trénovaného rekreačního sportovce by neměla přesáhnout 85 % VO_2 max nebo MTR.

I když relativně vyšší intenzita zatížení zvyšuje efektivitu programu, nesmí být nárůst intenzity prudký, neboť takové cvičení může vyvolat předčasnou únavu, bolesti svalů i známky přetížení s možnými následnými zraněními pohybového systému nebo jiným poškozením. Cvičení by nemělo vyvolat nadměrnou nefyziologickou dušnost. Praktické doporučení pro rekreační pohybovou aktivitu nazývané „test de parler“ je založeno na tom, že dušnost vyvolaná cvičením by neměla zabránit možnosti konverzovat.

Dolní hranice, od které se začíná odvíjet adaptace, je v podstatě individuální. Závisí na předchozím stavu trénovanosti, zdraví i psychické pohodě. Přerušení sedavého životního stylu a zahájení pravidelné pohybové aktivity nemusí být hned na počátku programu zátěžovým stresem nebo utrpením či trestem za léta bez pohybu. Starší a méně zdatní mohou zpočátku v průběhu startovacího programu cvičit při intenzitě okolo 60 % MTR, jejich cvičení by však na konci této fáze mělo trvat nejméně 45 minut; ti, kteří budou používat vyšší intenzitu, mohou cvičit kratší dobu, minimálně však 30 minut.

Jestliže máme k dispozici výsledky zátěžového vyšetření do maxima (SF max a ventilační práh), je určení optimální intenzity jednodušší. I když z teoretického hlediska není funkce ventilačního prahu zcela objasněná, v praxi se osvědčila, neboť hraniční hodnota pro kontinuální cvičení vytrvalostního charakteru odpovídá SF na úrovni ventilačního prahu. Při intenzivním kontinuálním cvičení (např. rychlá chůze, klus nebo běh) doporučujeme udržovat SFc těsně pod ventilačním prahem, zhruba v rozsahu 10 - 15 tepů.min⁻¹. Odpovídá-li např. ventilačnímu prahu SF = 165 tepů.min⁻¹, potom bychom měli mít při kontinuálním vytrvalostním cvičení SFc mezi 150 a 165 tepy.min⁻¹. Při cvičení střední, resp. nízké intenzity, snižujeme rozsah a SFc asi o 10, resp. 20 tepů.min⁻¹.

Jestliže známe ze spiroergometrického vyšetření SF max a VO₂.kg⁻¹.min⁻¹ max, ale chybí hodnota SF na úrovni ventilačního prahu, můžeme hraniční hodnotu SFc alespoň odhadnout. Tento odhad vychází ze skutečnosti, že ventilační práh je poměrně těsně závislý na VO₂ max a že intenzita zatížení by neměla klesnout pod 60 % MTR. Rovnice pro odhad SFc:

$$SFc = ((0,6 + (VO_2.kg^{-1}.min^{-1} \max/350)).MTR) + SFk.$$

Hodnota VO₂.kg⁻¹.min⁻¹ max je vyjádřena v jednotkách klidového metabolismu (1 MET = VO₂ = 3,5 ml.kg⁻¹.min⁻¹) a reprezentuje hodnotu relativního zatížení nad limitních 60 %. Je-li např. průměrná maximální hodnota VO₂.kg⁻¹.min⁻¹ max u 25-letých mužů kolem 47 ml, potom jejich optimální intenzita zatížení se bude pohybovat těsně pod 73 % MTR (60 + 47/3,5). U žen stejného věku nebo u starších mužů, kteří mají průměrnou hodnotu VO₂.kg⁻¹.min⁻¹ max menší, bude optimální zatížení cirkulace menší.

Bude-li mít např. osoba SF max = 170 tepů.min⁻¹, SFk = 70 tepů.min⁻¹ a VO₂.kg⁻¹.min⁻¹ max = 35 ml, potom můžeme tyto hodnoty dosadit do výše uvedené rovnice a odhadnout hraniční SFc.

$$\begin{aligned}
SF_c &= ((0,6 + (VO_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{max}/350)) \cdot MTR) + SF_k = \\
&= ((0,6 + (35/350)) \cdot (170-70)) + 70 = \\
&= ((0,6 + 0,1) \cdot 100) + 70 = 140
\end{aligned}$$

V tomto případě bychom doporučili udržovat při kontinuálním zatížení SFc mezi 125 a 140 tepy.min⁻¹.

Během dlouhého mnohaletého období fáze udržování tělesné zdatnosti SFc postupně velmi zvolna klesá – u zdravého člověka asi o 8 tepů/min za 10 let života! To znamená snížit rozsah nastavené SFc asi o 3 tehy za 4 roky nebo o 5 tepů za 6 let. Z toho vyplývá, že nemusíme věnovat po relativně dlouhou dobu jednou dobře nastavenému rozsahu optimální SFc větší pozornost.

Měření srdeční frekvence pomocí srdečních monitorů

Součástí monitorů SF je obvykle pás, který si jednoduše upneme na hrudník. V tomto pásu jsou elektrody, snímající elektrický srdeční potenciál, a vysílačka, pomocí které se registrovaný signál (vybuzený vlnou R na EKG) přenáší na monitor, nejčastěji umístěný na předloktí jako náramkové hodinky. A tak se kdykoliv při tělesné aktivitě můžeme na monitoru přesvědčit, jakou máme SFc a podle potřeby rychlost pohybu zvýšit nebo naopak snížit. Jestliže si před cvičením nastavíme na monitoru optimální rozsah, potom hodnoty mimo nastavené pásmo jsou provázeny nejen „blikáním“ displeje monitoru, ale i akustickými signály. Jestliže se naše SF dostane pod dolní hranici nastaveného pásma, monitor se „ozve“ a my musíme náš pohyb mírně zrychlit. Naopak při vzestupu SF nad horní hranici pásma intenzitu cvičení snížíme. A tak stačí dosáhnout toho, aby správně nastavený monitor na nás při cvičení 30–45 minut nemrkal nebo nepípal; výsledkem je, že budeme tuto dobu bezpečně a účinně cvičit v pásmu optimální intenzity zatížení. Samozřejmě, že celková doba cvičení bude o něco delší, neboť bude chvíli trvat, než se naše SF dostane z nižších hodnot na nastavenou úroveň. Jestliže máme monitor, který spolupracuje s počítačem, tak můžeme po ukončení cvičení nebo tréninku být informováni o času, který jsme strávili v jednotlivých pásmech intenzity zatížení a o detailní dynamice nebo statistickém vyhodnocení zaznamenané SF.

Monitorování srdeční frekvence je v současné době jediný způsob, kterým může každý (tedy i začátečník) optimalizovat intenzitu zatížení při cvičení. Navíc je u novějších monitorů srdeční frekvence možné zaznamenat i trajektorii pohybu pomocí satelitního zaměrování (GPS). To umožňuje vztáhnout vnitřní intenzitu zatížení k vykonané práci, a rozšířit tak informace o pohybové aktivitě o další cenné detaily.

Vyjádření intenzity zatížení v jednotkách klidového metabolismu (MET)

1 MET je množství kyslíku vztažené na kilogram hmotnosti, které spotřebuje naše tělo za 1 minutu, je-li v klidovém stavu; u zdravého člověka odpovídá zhruba 3,5 ml. Tato energetická jednotka klidového metabolismu slouží k tomu, abychom ohodnotili jakoukoliv tělesnou aktivitu jako násobek klidové hodnoty metabolismu, tedy násobek 1 MET. Jestliže např. vyvíjíme nějakou činnost na úrovni 3 MET, potom jsme proti klidovému stavu zvýšili spotřebu kyslíku třikrát. To znamená, že naše svaly potřebují pro svou činnost trojnásobné množství kyslíku. V tabulce 6 je uvedeno několik příkladů tělesných aktivit vyjádřených v MET. Uvedené hodnoty je nutno chápat jen jako orientační, individuální difference mohou

být samozřejmě velké.

Tab. 3 Hodnoty různých činností člověka (zaměstnání, mimopracovní aktivita, rekreační sport) vyjádřených v metabolických jednotkách (MET)

Činnost	MET
Zdravotní sestra	3,4
Malíř pokojů	4,1
Zemědělec (tradiční zemědělství)	5,9
Kopáč	6,2
Obsluha pecí	7,4
Zametání, vaření, mytí nádobí	2,9
Čištění oken, leštění podlahy, nákupy	3,7
Klepání koberce, leštění nábytku	4,5
Volné společenské tance	4,1
Lidové a moderní tance	6,5
Sběr lesních plodů	2,5
Hrabání listí	3,9
Práce s motorovou pilou	4,4
Rytí, okopávání	5
Štípání dřeva	6,7
Řezání ruční pilou	7,8
Chůze rychlostí 5 km.hod-1 po rovině	4,1
Chůze rychlostí 5 km.hod-1 do kopce	8
Běh rychlostí 8 km.hod-1 po rovině	7,3
Jízda na horském kole po rovině 21 km.hod-1	8,2
Tenis rekreační čtyřhra	5,5
Tenis rekreační dvouhra	8,6
Lyžařská turistika	6,5
Aerobik	5,6
Golf	3,1
Horolezectví	7,4

Odhad intenzity zatížení podle vnímaného úsilí

Při předpisu pohybové aktivity lze použít i hodnocení subjektivních pocitů námahy dle Borga. Ohodnocení vnímaného úsilí (anglicky „Rating of Perceived Exertion“ – **RPE**) patří k nejjednodušším metodám, jakými lze posoudit intenzitu zatížení při cvičení. Autorem této metodiky je švédský fyziolog Gunnar Borg a publikoval ji na začátku padesátých let minulého století. Jejím základem je pocit, kterým člověk hodnotí vlastní úsilí vynaložené při cvičení. Borgův systém je založený na otevřené škále od 6 bodů (úsilí vynaložené v klidu) do 20 bodů (extrémní úsilí) (tab. 4). Jestliže např. budeme mít při cvičení

počít, že bylo poněkud namáhavé, přiřadíme mu 13 až 14 bodů; jestliže jsme po něm velmi unavení, patří mezi velmi těžké a hodnotíme ho 17 až 18 body. Jak se ukázalo, toto subjektivní hodnocení intenzity slušně koreluje se spotřebou kyslíku, proto je lze použít k okamžité korekci intenzity zátěže.

Tab. 4 Borgův systém pro hodnocení vynaloženého úsilí

Bodové hodnocení vnímaného úsilí (RPE)	Slovní popis RPE
6	
7	Velmi, velmi lehké
8	
9	Velmi lehké
10	
11	Docela lehké
12	
13	Poněkud těžké
14	
15	Těžké
16	
17	Velmi těžké
18	
19	Velmi, velmi těžké
20	

Obecně platí, že RPE 12 až 13 bodů odpovídá intenzitě zatížení 40 až 65 % MTR; jinak řečeno, RPE 12 až 13 bodů odpovídá tréninkové zóně osob dlouhodobě fyzicky neaktivních při kontinuálním vytrvalostním zatížení. Při cvičení pro zdraví by však nemělo RPE přesahovat 15 bodů, nad tuto úroveň vynaloženého úsilí trénují sportovci.

Je si však třeba uvědomit, že hodnocení intenzity zatížení na základě RPE vyžaduje dlouhodobou zkušenost a pro osoby, které se pohybové aktivitě dlouhou dobu nevěnovaly, se nehodí.

• **Kontinuální (nepřetržitý) a přerušovaný (intermitentní) trénink**

Kontinuální trénink má výhradně vytrvalostní charakter a je tvořen většinou cyklickým pohybovým vzorcem, který se po celou dobu hlavní části tréninku opakuje. V průběhu cvičení může být intenzita vnitřního zatížení na zhruba stejné úrovni nebo se může měnit. Téměř konstantního zatížení cirkulace lze při vytrvalostním tréninku dosáhnout zpětným řízením rychlosti pohybu „sevřenou“ srdeční frekvencí (např. v rozsahu 10 tepů.min⁻¹), kdy dochází s nárůstem teploty tělesného jádra k postupnému snižování rychlosti pohybu (a k poklesu VO₂); tímto způsobem lze také testovat výkonnost oběhu při submaximálním zatížení (Clamped Heart Rate test – CHR-test).

Jestliže chceme při vytrvalostním tréninku udržet stálou rychlost pohybu, bude SF a relativní zatížení oběhu postupně narůstat. V průběhu kontinuálního tréninku lze rovněž v souladu s jeho cílem měnit

občas tempo a tím i intenzitu zatížení (např. maximální intenzita bude na rozhraní mezi druhou a třetí třetinou hlavní části tréninku, nižší intenzita na začátku a na konci hlavní části tréninku, atd.); nikdy však nedojde k častějšímu přerušení kontinuálního pohybu.

Přerušovaný trénink se skládá ze sérií cvičení o nízké až vysoké intenzitě, které jsou přerušovány úseky klidu nebo cvičením o nízké intenzitě. Pro intermitentní trénink jsou vhodné prakticky všechny druhy pohybových aktivit, které se užívají při kontinuálním tréninku. Díky tomu, že celkový tréninkový objem může být větší, než u kontinuálního tréninku a že obsahuje vedle zátěžových i odpočinkové úseky, je tato forma využívána celým spektrem sportujících, od špičkových sportovců až po jedince s nízkou úrovní tělesné zdatnosti. ACSM doporučuje používat intermitentní trénink i u symptomatických pacientů, kteří mohou tolerovat pouze krátké časové úseky zátěže (např. 3–5 minut).

Příklady intermitentního tréninku jsou např. kruhový trénink (viz dále) nebo intervalový trénink.

Sportovci používají **intervalový trénink** velmi často, protože jim umožňuje trénovat při relativně vyšší intenzitě než při kontinuální zátěži. Měněním délky zátěžových a odpočinkových intervalů je možno pozitivně ovlivňovat nejen aerobní zdatnost, ale také rychlost, sílu nebo anaerobní kapacitu. Zkrácením intervalu odpočinku a snižováním intenzity zatížení (poměr mezi úsekem zátěže a odpočinku může být např. 3 : 1) se blíží intervalový trénink kontinuálnímu a působí pozitivně zejména na aerobní kapacitu. Naopak prodlužování přestávky mezi zátěžovými úseky s vysokou nebo velmi vysokou intenzitou zatížení (poměr mezi úsekem zátěže a odpočinku může být např. 1 : 3) preferuje aktivitu rychlých svalových vláken a ovlivňuje spíše sílu, rychlost a anaerobní kapacitu. Je však třeba zdůraznit, že i tento typ tréninku má v každém případě výrazný vliv na vytrvalost a aerobní kapacitu.

Příkladem intervalového tréninku může být 3–4minutový běžecký interval (intenzita 70–85 % VO_2 max), při kterém uběhne sportovec např. 1 km, a 1–2 minutový odpočinkový interval, při kterém sportovec jde nebo zvolna kluše (jedna sekvence může trvat 4–6 minut, poměr mezi úsekem zátěže a odpočinku může být 4 : 1 až 3 : 2); každá sekvence se opakuje např. 3–7krát. Princip přetížení, který může mít v určitých periodách sportovního tréninku výrazně pozitivní vliv na limitující schopnosti i sportovní výkonnost, je možno v uvedeném příkladu dosáhnout nejen zvýšením intenzity zatížení, ale také prodloužením zátěžového intervalu, zkrácením odpočinkového intervalu nebo zvýšením počtu sekvencí.

• Trvání cvičení

Při stanovení trvání tréninku nebo cvičební jednotky musíme zohlednit jejich intenzitu a frekvenci cvičení a tím i celkový objem týdenní pohybové aktivity. Čím vyšší je intenzita a frekvence cvičení, tím může být cvičení kratší. Přesto je určitá dolní mez trvání, pod kterou se efektivita cvičení prudce snižuje. Při optimální intenzitě zatížení je touto hranicí při kontinuálním cvičení 30 minut, při nižší intenzitě zatížení je dolní hranice 45 minut. Je třeba však také vědět, že delší trvání cvičení než 60 minut nezvyšuje výrazně jeho zdravotní efekty. To platí nejen pro pohybovou aktivitu pro zdraví, ale také pro výsledky sportovního tréninku; prodlužování trvání tréninku nad optimální hranici, která je samozřejmě většinou delší než při cvičení pro zdraví, nepřináší zlepšení sportovní výkonnosti. Překročení určitého objemu

může vést naopak k vyčerpání a přetížení organismu s negativními zdravotními efekty.

Pro osoby, které nebyly po dlouhou dobu fyzicky aktivní, může být půlhodinové cvičení příliš náročné. Proto u nich v prvních týdnech (startovací fáze) začínáme s kratším cvičením (např. 10–15 minut), které v průběhu dvou měsíců postupně prodlužujeme až na 45 minut. V prvních týdnech cvičení můžeme také celkovou dobu rozdělit na dvě nebo více částí. Minimální trvání jednoho děleného cvičení by však nemělo být kratší než 10 minut (např. 10 + 10 + 25 minut). I takto rozdělené cvičení má u zcela neadaptovaných jedinců postřehnutelný pozitivní účinek. Po určité době je pro zachování pozitivních efektů cvičení třeba trvání cvičební jednotky postupně prodlužovat.

Při pravidelném cvičení každý druhý den představuje takto doporučené trvání cvičení asi 2 %–2,5 % celkového času, který máme k dispozici. Z toho plyne, že prakticky každý i sebevíce zaneprázdněný člověk si může dovolit „luxus“ starat se cvičením o své zdraví a výmluva na nedostatek času není na místě.

• Frekvence cvičení

Tento faktor pohybové aktivity je výrazně ovlivněn časovými možnostmi cvičence a jeho chutí k aktivnímu pohybu. Nejlepších zdravotních účinků a sportovních výsledků bývá dosaženo při každodenním cvičení nebo tréninku, který má optimální intenzitu a trvání. Minimálně by měl člověk cvičit třikrát týdně, lépe obden (jednodenní odpočinek mezi dvěma aktivními dny). Přestávka mezi jednotlivými cvičebními jednotkami by tedy neměla být delší než jeden den. Příliš nízká frekvence cvičení snižuje efektivitu cvičení a při frekvenci dvou cvičení za týden se po čase stává pohybová aktivita prakticky neúčinná (začínáme stále znovu). Na druhé straně by při intenzivní a objemné pohybové aktivitě nebo tréninku měla být frekvence nižší (např. co druhý nebo třetí den odpočinek), neboť nepřiměřeně vysoká frekvence cvičení neumožňuje dokonalou regeneraci a vede k postupnému zvyšování únavy a snižování pozitivních zdravotních efektů; zároveň se zvyšuje i riziko zranění.

Teoretická báze frekvence cvičení se opírá o logickou úvahu, že další cvičení nebo trénink by měl absolvovat sportovec tehdy, jestliže negativní účinky předcházejícího cvičení (např. přetrvávající zvýšená aktivita stresové osy hypotalamus – hypofýza – kůra nadledvin, redukováná aktivita vagu, přetrvávající lokální svalové bolesti a únava, atd.) pominuly a přetrvávají pouze jeho pozitivní efekty (např. zvýšená aktivita enzymů aerobní fosforylace, zvýšené množství zásobního glykogenu ve svalech, zvýšená senzitivita periférie na inzulín atd.).

Toto teoretické východisko však nemá v současné době oporu v žádných ukazatelích, které by pomohly identifikovat optimální začátek další pohybové aktivity. V této souvislosti je třeba připomenout, že kvalitní regenerace dobu optimálního začátku následujících cvičení zkracuje. Naopak nedodržování optimální životosprávy (např. dietní chyby, nadměrný příjem alkoholu, kouření, nedostatek spánku, atd.) optimální začátek dalších pohybových aktivit oddaluje. O efektivitě sportovního tréninku právě nejvíc rozhoduje správné načasování tréninku a jeho propojení s kvalitní regenerací. Tento úkol je obzvláště těžko řešitelný u společných tréninků (kolektivní sporty) a jeho špatné řešení se projevuje na nižší úrovni sportovní výkonnosti, než která odpovídá možnostem týmu a jeho optimální sportovní formě.

• Objem cvičení

Většinou je akceptováno, že nejnižší potřebné množství energie vydané v průběhu týdenní pohybové aktivity, které pozitivně ovlivní zdraví člověka, by mělo být asi 1–1,5 tisíc kcal (4,2–6,3 tisíc kJ). Poněkud přesnější je údaj o objemu pohybové aktivity vztažený na 1 kg hmotnosti, protože rozdíly hmotnosti v populaci jsou výrazné a znehodnocují doporučené absolutní hodnoty energetické spotřeby. V tomto případě se uvádí, že minimální týdenní penzum by mělo na počátku cvičení osob s dlouhodobou hypokinezi činit 10 kcal.kg⁻¹. Za optimální spotřebu energie za týdenní cvičení se považuje 25 kcal.kg⁻¹.

Odhad objemu pohybové aktivity na základě počtu kroků

Sledování počtu kroků nám dává jen velmi hrubou představu o energetickém výdeji, neboť délka a frekvence kroků (a tím celková vzdálenost) a hmotnost chodců se může výrazně lišit. Přesto se pro svou jednoduchost a dosažitelnost krokoměry měření počtu kroků ujalo. A zároveň byla doporučena minimální hranice 10 tisíc kroků, které by člověk měl ujit každý den. Toto doporučení vychází ze zkušeností, že dospělý člověk ujde běžně za den asi 7 tisíc kroků; aby dosáhl žádoucího objemu cvičení a pozitivně tak ovlivnil tak své zdraví, měl by navíc ujit asi 3 tisíce kroků.

Počtem kroků byl také definován životní styl: Při sedavém způsobu života člověk ujde za celý den méně než 5 tisíc kroků, mírná pohybová aktivita bez cvičení navíc představuje asi 5–7,5 tisíc kroků a 7,5–10 tisíc kroků charakterizuje střední pohybovou aktivitu. Vysoce aktivní osoby s pravidelným cvičením nebo tréninkem udělají denně více než 12,5 tisíc kroků. Tyto rozsahy chodecké aktivity se nehodí pro hodnocení dětí, které udělají běžně více kroků než dospělí (střední aktivita je charakterizována 11 tisíci kroky u děvčat a 13 tisíci kroky chlapců).

Doporučeným týdenním objemům energetického výdeje by odpovídala celková vzdálenost asi 15–25 km, které by člověk absolvoval rychlou chůzí. 10 tisíc kroků denně však představuje energetický výdej asi 300–400 kcal (1200 až 1600 kJ), čili 2,1–2,8 tisíc kcal (8,4–11,2 kJ) za týden. Srovnáme-li obě doporučení, zjistíme, že realizace 10 tisíc kroků představuje významně vyšší energetický výdej, než je většinou doporučovaný (asi o 50 %). Z toho plyne, že splnění této jednoduché podmínky denní aktivity může mít významný pozitivní vliv na zdraví člověka.

Odhad objemu pohybové aktivity s využitím krokoměru a akcelerometrů.

Krokoměry (pedometry) jsou přístroje detekující změnu směru pohybu ve vertikální ose (zhroupnutí při kroku). Většina přístrojů pouze ukazuje aktuální počet „kroků“ od posledního vynulování. V případě, že přístroj zobrazuje energetický výdej, jedná se pouze o velmi přibližnou hodnotu zjištěnou většinou sporným výpočtem.

Krokoměry se připevňují do strany na opasek tak, aby byl vertikální pohyb při kroku co největší. Krokoměry jsou vhodné pro aktivity, kdy o energetickém výdeji rozhoduje počet kroků (např. běh nebo chůze). Nehodí se pro sledování aktivit, u kterých dochází k minimálnímu nebo téměř nulovému vertikálnímu pohybu těžiště (např. jízda na kole, silový trénink).

Nevýhodou krokoměrů je dost velká rozdílnost naměřených údajů na jednotlivých přístrojích. Proto je vhodné, aby jedna osoba používala opakovaně stále stejný výrobek. Potom je možné srovnávat počet kroků při pravidelných zátěžích a odhadovat tak změny energetického výdeje. Vhodné je použití krokoměrů u pacientů nebo i u zdravých osob, které cíleně pečují o své zdraví.

Akcelerometry měří přímo zrychlení buď pouze ve vertikální ose, nebo ve všech třech osách. Při srovnání s krokoměry jsou tyto přístroje při nejrůznějších pohybových aktivitách přesnější a jejich výpočet energetické spotřeby je spolehlivější. Mají vnitřní paměť, která umožňuje exportovat záznam do počítače a následně ho vyhodnotit. Výjimkou nejsou (podobně jako u monitorů srdeční frekvence) ani internetové služby pro automatické zpracování odeslaných záznamů a průběžné sledování pohybové aktivity.

• Dlouhodobá adherence k programu pohybové aktivity

Většina osob, které změni svůj životní styl a začnou pravidelně cvičit, po určité době pohybovou aktivitu přeruší a vrátí se k dřívějším negativním návykům a sedavému životnímu stylu. Nízká adherence k pohybové aktivitě je nejzávažnější příčina neuspokojivé primární a sekundární prevence HNO na celém světě. Hodně lidí pod nejrůznějšími vlivy se odhodlá ke změně pasivního životního stylu a začne pravidelně cvičit nebo trénovat. Bohužel toto „nadšení“ ke změně života vydrží relativně krátkou dobu a návrat člověka „do starých kolejí“ je velmi často provázen negativními emocemi, znechucením, nedůvěrou a ztrátou sebedůvěry.

Faktorů, které negativně ovlivňují dlouhodobou adherenci k aktivnímu životu, je mnoho. V první řadě jsou to genetické indispozice, které negativně ovlivňují jak limitující schopnosti, tak i efektivitu pohybové aktivity. Někteří lidé jsou vybaveni z hlediska svalové síly a vytrvalosti a kardiovaskulární zdatnosti hůře než jiní, nedosahují jejich výkonnosti a pozitivní efekty cvičení jsou výrazně pod očekáváním. Na této skutečnosti se může výrazně podílet i špatný program pohybové aktivity (např. příliš vysoká iniciální intenzita zatížení a příliš vysoká úroveň vnímaného úsilí) nebo jeho nepochopení a nedodržování.

Dalšími negativními biologickými faktory jsou vyšší věk a nadváha nebo obezita. Starší lidé mívají více limitujících faktorů a zdravotních problémů, než lidé mladší a nacházejí hůře cestu do zařízení, ve kterých je možno společně realizovat pohybový program. Podobné důvody mají obézní jedinci, pro které může být běžný pohyb (chůze, běh, jízda na kole, atd.) problémem.

Mezi psychologické, kognitivní nebo emocionální faktory ovlivňující negativně adherenci k pohybové aktivitě, počítáme např. deprese a špatnou náladu nebo psychické bariéry vůči cvičení. Negativní roli sehrává rovněž kouření tabáku, sociální izolace, městská aglomerace a sezónnost některých sportovních odvětví.

Mezi faktory, které působí naopak pozitivně na adherenci, můžeme zařadit radost z pohybu, očekávání pozitivních účinků pohybové aktivity, vnímání zlepšování tělesné zdatnosti a zdraví, trvalou sebmotivaci, sportovní anamnézu, příjemné prostředí, ve kterém se realizuje program pohybové aktivity, podporu

rodiny a přátel, pozitivní vliv lékaře, spokojenost se sportovním vybavením, možnost sportování v domácím prostředí, atd.

Při snaze zvýšit dlouhodobou adhezenci bychom se měli soustředit na ty faktory, které jsou alespoň částečně modifikovatelné (např. intenzita zatížení, podpora rodiny a přátel, atd.). Pro povzbuzení a zlepšení adherence se používá např. **model modifikace chování**, ve kterém si pacient nebo klient aktivně stanoví reálný krátkodobý i dlouhodobý cíl a podílí se na vytvoření plánu, jak těchto cílů dosáhnout. Dokonce se doporučuje podepsat jakýsi kontrakt, ve kterém jsou tyto údaje klientem zaneseny. Pozitivní vliv má i vedení jednoduchého deníku (tréninkového plánu), ve kterém jsou zaznamenány základní údaje (např. datum a trvání cvičení, při kontrole intenzity zatížení i konečné údaje z monitoru SF). Doporučují se i jakési odměny (např. certifikáty, odznaky apod.) za splnění částečných cílů (např. dosažení prvních 100 km chůze nebo uběhnutí 5 km za méně než 35 minut, atd.) nebo dlouhodobých cílů (např. zvýšení VO₂ max o 15 %).

Model zdravotní důvěry je založen na předpokladu, že pacienti nebo klienti vnímají hrozbu vážného onemocnění a věří, že pohybová aktivita jim tuto hrozbu umožní zažehnat. Jestliže u těchto osob převáží pozitivní efekty nad bariérami, které je od cvičení oddělují, potom je pravděpodobné, že mohou správně změnit jejich životní styl. Mezi efektivní modely patří např. i sociálně kognitivní model nebo transteoretický model, jehož využití patří spíše do oblasti psychologie zátěže.

Ke strategii zvyšování adherence k programu pohybové aktivity patří:

- trvalá podpora lékaře, kterému pacient věří,
- korektní předpis programu pohybové aktivity s minimalizováním rizika zranění a zdravotních komplikací,
- pozitivní vztah ostatních lidí k aktivnímu životu a pohybu,
- nabídka různých sportovních aktivit, které přinášejí pacientům a klientům radost a pohodu,
- poskytování pozitivní informací při opakovaném vyšetření,
- podpora rodiny a přátel,
- používání grafického znázornění pozitivního vývoje sledovaných ukazatelů,
- zabezpečení možnosti konzultací se vzdělanými a zainteresovanými odborníky.

Obsahové otázky

- Proč hraje intenzita zatížení při preskripci programu pohybové aktivity klíčovou roli?
- Proč není zcela korektní vyjádření relativního zatížení cirkulace v % SF max?
- Proč je vhodné vyjadřovat relativní zatížení cirkulace v % MTR?
- Jaká je SF odpovídající dolní hranici efektivní pohybové aktivity jedince, jehož SF_k je 55 a SF max je 195? Uvedte si další příklady!
- Na čem závisí dolní hranice efektivního zatížení cirkulace?
- Jak je možno odhadnout SF max?
- Jakou úroveň by nemělo překročit relativní zatížení rekreačního sportovce?
- Co je startovací fáze programu pohybové aktivity, co je jejím cílem, jak dlouho trvá a jakými

zásadami se řídí?

- Co je fáze zvyšování tělesné zdatnosti programu pohybové aktivity, co je jejím cílem, komu je určena, jak dlouho trvá a jakými zásadami se řídí?
- Na čem je závislý vzestup hodnot VO_2 max ve fázi zvyšování tělesné zdatnosti programu pohybové aktivity?
- Co je udržovací fáze programu pohybové aktivity, co je jejím cílem a jakými zásadami se řídí?
- Co jsou ventilační a anaerobní prahy a jak jsou jejich hodnoty využívány při preskripci programu pohybové aktivity?
- Jak je možno odhadnout hodnotu SF_c , známe-li hodnoty $VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ max, SF max a SF_k ?
- Jaká bude hodnota SF_c a optimálního rozsahu zatížení cirkulace, jsou-li hodnoty $VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ max = 48 ml, SF max = 189 tepů. min^{-1} a SF_k = 58 tepů. min^{-1} ? Uveďte si další příklady!
- Co jsou monitory srdeční frekvence a jak se využívají při kontrole intenzity zatížení při pohybové aktivitě?
- Co je „MET“ a k čemu slouží?
- Co je a jak se využívá „RPE“ při kontrole intenzity zatížení při pohybové aktivitě?
- Jak a proč se bude měnit při „sevřené“ SF_c rychlost pohybu při tréninku?
- Jak a proč se bude měnit SF_c při stálé rychlosti pohybu při tréninku?
- Jaký je princip intermitentního tréninku a kdy se využívá?
- Co je intervalový trénink a jaké jsou možnosti manipulace s jeho jednotlivými intervaly?
- Čím se řídí předpis trvání cvičení a jaká je u zdravého člověka jeho minimální hodnota?
- Jak a u kterých osob můžeme zkrátit nebo rozdělit trvání cvičení?
- Jaká je optimální a jaká minimální frekvence cvičení za týden?
- O jaký teoretický předpoklad se opírá stanovení optimální frekvence cvičení?
- Které faktory modifikují frekvenci a trvání cvičení nebo tréninku?
- Jaký je minimální a optimální objem týdenní pohybové aktivity ovlivňující pozitivně zdraví člověka?
- Jak je možno využít při kontrole pohybové aktivity počet kroků, které člověk udělá za den?
- Jaký je princip a k čemu slouží krokoměry a akcelerometry při kontrole pohybové aktivity?
- Jaká je reálná dlouhodobá adherence k programu pohybové aktivity?
- Které faktory ovlivňují negativně dlouhodobou adherenci k programu pohybové aktivity?
- Které faktory ovlivňují pozitivně dlouhodobou adherenci k programu pohybové aktivity?
- Popište model modifikace chování, který se používá pro zvýšení dlouhodobé adherence!
- Které faktory využíváme při strategii zvyšování adherence k programu pohybové aktivity?

Nejčastější pohybové aktivity a jejich využití

• Sportovní aktivity vhodné pro vytrvalostní (aerobní) cvičení nebo trénink

Primárním cílem programu pohybové aktivity je udržení nebo zvýšení tělesné zdatnosti pomocí pohybu, který využívá rytmických kontrakcí velkých svalových skupin. Ve startovací fázi a fázi zvyšování tělesné zdatnosti je důležité pravidelně a správně monitorovat intenzitu zatížení. Proto by pro tyto fáze programu pohybové aktivity měla být doporučována taková sportovní odvětví, která umožní udržet konstantní intenzitu zatížení a zároveň nemají vysoké nároky na dovednosti a zkušenosti.

Pro aerobní trénink volíme alespoň zpočátku tzv. **cyklické sporty**. Jejich název vznikl ze stále se opakujícího pohybového vzorce, v němž se jednoduché stejně začínající a končící pohyby spojují do jakéhosi kruhu (cyklují se); nejjednodušším cyklickým pohybem je chůze. Měněním frekvence cyklických pohybů se plynule mění intenzita zatížení – zrychlením chůze nebo běhu zvýšíme intenzitu zatížení celého organismu, opačný efekt má zpomalení.

Při **acyklických sportovních aktivitách** je velká pohybová variabilita a intenzita zatížení obvykle výrazně kolísá; příkladem acyklických sportů jsou míčové hry nebo sportovní gymnastika. Jestliže bychom chtěli rozšířit spektrum pohybových činností, nestojí nic v cestě tomu, abychom si pro sebe našli vhodný acyklický sport.

Mezi pohybové aktivity, které nemají velké nároky na dovednosti a na vysokou tělesnou zdatnost patří např. chůze, jízda na rotopedu nebo aqua aerobik; patří sem např. i pomalý tanec. Další pohybové aktivity si kladou stále menší nároky na dovednosti, ale vyžaduje vyšší tělesnou zdatnost; sem patří např. jogging nebo běh, cvičení na trenažérech (např. veslařský, eliptický, stepper, atd.), spinning nebo rychlejší tanec. Plavání, skákání přes švihadlo, běh na lyžích nebo jízda na in-linech vyžaduje specializované dovednosti a vyšší tělesnou zdatnost. Mezi rekreační sporty, které předepisujeme jako doplňkové, patří např. sjezdové lyžování, míčové a raketové sporty nebo horolezectví.

Chůze a běh

Z mnoha důvodů (snadné provedení a dostupnost, malá náročnost na vybavení a na čas, možnost sportování bez přítomnosti dalších osob, atd.) je pro většinu lidí nevhodnější a nejjednodušší pohybovou aktivitou chůze nebo běh.

Ti, kteří měli delší dobu málo pohybu a začínají prakticky „od nuly“, použijí zpravidla chůzi, jejíž rychlost odpovídá jejich věku, zdravotnímu stavu a trénovanosti. Chůze má mnoho výhod spočívajících především v tom, že se při ní vyskytuje nejmenší počet úrazů, zatížení dolních končetin a páteře je menší než při běhu a nevyžaduje žádné nákladné vybavení s výjimkou dobrých bot, na kterých se nemá šetřit.

Je správné, abychom se na **rychlou chůzi (tzv. fitness walking)** připravili naprosto stejně, jako kdybychom se připravovali na jakýkoliv jiný sport (rozcvičení a strečink).

Snažíme se chodit v prostředí, kde je čisté ovzduší a menší nebo žádný provoz motorových vozidel (nejlépe v městském parku nebo mimo město v přírodě). Nácvik chodecké techniky je poměrně jednoduchý. V prvních minutách je třeba jít spíše pomaleji a dbát na technicky dobré provedení chůze (držet hlavu zpřímá, mít uvolněná ramena a neprohýbat se v bedrech). Volíme spíše delší krok a nestydíme se za paže pokrčené v loktech, které usnadňují držet rovnováhu a dynamiku chůze. Našlapujeme na paty, chodidla pokládáme do osy pohybu a dolní končetiny nepropínáme v kolenou. Postupně rychlost chůze zvyšujeme tak, abychom v průběhu 5 minut dosáhli žádoucí rychlosti a předepsané SF.

Jestliže oběhový a dýchací systém umožní zvýšit rychlost pohybu tak, že se stává chůze neefektivní a příliš namáhavá, je možné začít prokládat chůzi pomalým během neboli joggingem. K této změně dochází obvykle za 6–12 týdnů chodeckého programu, kdy rychlost chůze přesáhne minimálně 6,5 km.hod⁻¹. Při tomto **kombinovaném tréninku** dobu chůze postupně zkracujeme a dobu běhu prodlužujeme. Jak takový přechod od chodeckého k běžeckému tréninku může vypadat, ukazuje tabulka 5. Zpočátku by rychlost běhu neměla být výrazně vyšší než chodecká rychlost. Na konci samostatného nebo kombinovaného chodeckého a běžeckého tréninku je vhodné postupně v průběhu pěti minut zpomalovat rychlost pohybu až do pomalé chůze a vždy trénink ukončit protažením svalů.

Tab. 5 Kombinace chůze a běhu vycházející z trvání chodeckého tréninku.

Týden	Trvání jednotlivých částí tréninku	Celkové trvání
1	9krát (chůze 4,5 min + běh 0,5 min)	45
2	9krát (chůze 4,0 min + běh 0,5 min)	45
3	9krát (chůze 3,0 min + běh 2,0 min)	45
4	9krát (chůze 2,5 min + běh 2,5 min)	45
5	4krát (chůze 5,0 min + běh 5,0 min)	40
6	4krát (chůze 4,0 min + běh 6,0 min)	40
7	4krát (chůze 3,0 min + běh 7,0 min)	40
8	2krát (chůze 10,0 min + běh 10,0 min)	40
9	2krát (chůze 7,5 min + běh 10,0 min)	35
10	2krát (chůze 5,0 min + běh 12,5 min)	35
11	2krát (chůze 2,5 min + běh 15,0 min)	35
12	Běh 35,0 min	35

Běh minimálně střední rychlostí, který má relativně vysoké pozitivní metabolické i kardiopulmonální účinky, však klade zvýšené nároky na kosti, klouby a svaly dolních končetin a páteře (není vhodný jako pohybová aktivita pro osoby s vysokou obezitou), proto je třeba pečlivě volit běžecký povrch. Nejhorší jsou asfaltové nebo betonové cesty, nejlepší je travnatý povrch, písek nebo lesní pěšiny. Nevýhodou této aktivity je ve srovnání s rychlou chůzí vyšší počet úrazů především dolních končetin i nebezpečí přetížení, zvláště u osob s vyšší hmotností. Z kinesiologického hlediska je vhodné při běhání držet rovná záda

a uvolnit ramena a paže.

Nastavená SFc se v průběhu celé fáze zvyšování tělesné zdatnosti nebude měnit. (Pouze v případě, že by doporučená SFc intenzita byla z nějakých důvodů příliš nízká nebo příliš vysoká, je nutno změnit hned na začátku této fáze rozsah, např. o 5–10 tepů.min⁻¹.) Díky stále stoupající trénovanosti bude v průběhu fáze zvyšování tělesné zdatnosti zpětně řízená rychlost chůze nebo běhu stále vyšší. Výkonnost oběhového a dýchacího systému díky monitoru srdeční frekvence bezpečně vede sportující osobu tak, aby intenzita zatížení byla po celou dobu cvičení optimální. Ti, kteří si nastavili SFc spíše na nižší hodnotu, mohou na konci prvního půlroku cvičení nastavený rozsah SFc zvýšit (např. o 5 tepů.min⁻¹).

Jako ilustraci možného vývoje chodecké a běžecké pohybové aktivity je možno uvést hypotetický příklad padesátileté ženy s nadváhou (např. BMI = 28 kg.m⁻²), která měla sedavé zaměstnání a rozhodla se začít pravidelně chodit pod kontrolou monitoru SF. Výsledek zátěžového testu ukázal, že má podprůměrnou tělesnou zdatnost a že je pro ni vhodná startovací fáze programu pohybové aktivity. Začala tedy každý druhý den chodit dvacet minut, za kterých ušla vzdálenost asi 1,5 km; trvání tréninku a trasu postupně prodlužovala a při stejné SF mírně zvyšovala i rychlost chůze. Za 6 týdnů by již mohla ujít za 45 minut asi 4 km (při stále stejné SF) a dostala by se na úroveň tréninku, která by odpovídala prvnímu týdnu fáze zvyšování tělesné zdatnosti. Za další měsíc by se mohla rychlost zvýšit asi na 5,5 km.hod⁻¹, po čtvrt roce na 6,0 km.hod⁻¹ a za půl roku by mohla být schopná vzdálenost 4,1 km střídavě během a chůzí zvládnout asi za 36 min (rychlost 6,8 km.hod⁻¹). Kdyby se v té době podrobila znovu zátěžovému testu, asi by zjistila, že se její zdatnost významně zvýšila a již není podprůměrná. Kdyby se jí v průběhu půlročního tréninku podařilo ještě redukovat hmotnost (BMI < 25 kg.m⁻²), mohla by se hodnota VO₂.kg⁻¹.min⁻¹ dostat až na horní hranici populačního průměru. Za tohoto předpokladu by mohla postupně zvyšovat rychlost joggingu na > 7 km.hod⁻¹ a dál zvyšovat zdravotní efekt svého tréninku. Porovnáním hodnot rychlosti a objemu cvičení na začátku a na konci tohoto virtuálního období je možno ilustrovat změnu výkonnosti, ke které dojde i za předpokladu stále stejného zatížení cirkulace.

Jestliže je venku vyšší teplota vzduchu (např. > 25°C), rychlost pohybu by se proti optimální teplotě měla snížit. Každý 1o C nad 25°C vyžaduje zkrácení trati asi o 3 %, trvání cvičení by mělo být zachováno. Např. při teplotě 30°C by člověk trasu 4,4 km, kterou normálně uběhne za 32,5 min (rychlost 8,1 km/hod), měl zkrátit na 3,7 km (5 krát 3 % = 15 % = 0,7 km) a běh změnit na chůzi o rychlosti 6,8 km/hod. Jestliže máme k dispozici monitor srdeční frekvence, není třeba o těchto změnách uvažovat, neboť v důsledku termoregulační aktivity dojde ke zvýšení SFc a zpětnovazebně i ke snížení rychlosti pohybu.

Avšak i za těchto podmínek nese sebou chůze nebo běh (ale i většina dalších pohybových aktivit) při vysoké teplotě a většinou intenzivního slunečního svitu určité riziko, kterému bychom se měli vyhnout. Proto by lidé měli v horkých letních měsících raději cvičit v ranních nebo večerních hodinách, kdy teplota vzduchu nedosahuje 25°C.

Při preskripci chodeckého nebo běžeckého tréninku je nutné připomenout, že se s rychlostí běhu zvyšuje riziko zranění a snižuje se dlouhodobá adherence ke cvičení. Proto nastoupilo po období, které je možno

charakterizovat rozmachem joggingu, období rychlé chůze. Vzhledem k tomu, že při rychlé chůzi je schopno dosáhnout adekvátní tréninkové intenzity asi 80–85 % osob, směřují doporučení zejména u rizikových, nemocných, netrénovaných a starších osob právě k tomuto druhu pohybové aktivity. Např. bylo prokázáno, že při stejném energetickém výdeji má půlroční chodecký trénink podobný vliv na aerobní kapacitu a na množství tělesného tuku jako běžecký trénink.

Na druhé straně se ukazuje, že s vyšší intenzitou zátěže se zvyšuje pozitivní vliv pohybové aktivity na mortalitu, kontraktilní kapacitu myokardu, redukci nadváhy nebo obezity, lipidový profil, inzulinovou rezistenci, zvýšený krevní tlak nebo na zátěžovou toleranci (např. u pacientů s chronickou obstrukční plicní nemocí). Převažuje názor, že existuje jakási minimální úroveň intenzity zatížení i týdenní energetické spotřeby (65 % VO_2 max a 1500 kcal), která má u zdravých osob ještě pozitivní preventivní účinek na koronární rizikové faktory. U pacientů s koronárním onemocněním bylo zjištěno, že objem cvičení na úrovni 1400 kcal za týden se projeví zlepšením kardiopulmonální zdatnosti a objem 1530 kcal za týden zastavením progresu aterosklerózy; k tomu, aby došlo k jeho regresi je však třeba zvýšit energetický výdej při cvičení až na 2200 kcal za týden.

Chůze nebo běh se závažím, severská chůze (Nordic walking)

Ve výše uvedeném smyslu je chůze méně výhodná nežli jogging nebo běh. Navíc nedostatek volného času je jedna z důležitých příčin nízké adherence k pravidelnému cvičení. Proto se hledají možnosti, jak při chůzi zapojit další svalové skupiny, zejména svaly horních končetin a trupu. Tím by bylo možno při stejné rychlosti pohybu dosáhnout buď stejné energetické spotřeby za kratší čas, nebo větší energetické spotřeby za stejný čas.

Takovou modifikací chůze je chůze se závažím, které proband buď drží v ruce nebo ho má připevněné na zápěstí nebo má závaží v rukavicích. Hmotnost závaží se pohybuje mezi 0,45 a 1,5 kg a jeho nošení na důrazně se pohybujících horních končetinách zvyšuje srdeční frekvenci o 5–20 $\text{tepů} \cdot \text{min}^{-1}$ a spotřebu kyslíku o 1–5 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ nebo o 5–15 %. Např. chůze s ručním závažím rychlostí 6,5 $\text{km} \cdot \text{hod}^{-1}$ je z energetického hlediska srovnatelná s během bez závaží o 1,5 $\text{km} \cdot \text{hod}^{-1}$ rychlejším.

Větší hmotnost závaží než 1,5 kg se obvykle nedoporučuje, neboť při důrazném pohybu horních končetin by mohla způsobit přepětí nebo přetížení svalů paže a ramene, které může vést k jejich poranění. Rovněž bylo zjištěno, že používání vyšších hmotností závaží upevněných na horních končetinách při chůzi nebo běhu může významně zvýšit výskyt bolestí zad. Protože může izotonický stisk závaží vést i k nežádoucímu zvýšení krevního tlaku, preferuje se spíše nošení „těžkých rukavic“ nebo upevnění závaží na zápěstí.

Překvapivě se ukázalo, že při nošení „těžké“ vesty dochází k signifikantnímu zvýšení energetické spotřeby až tehdy, je-li její hmotnost o 40 % větší (!), než je hmotnost probanda.

Menší váha vesty zvyšuje energetický výdej méně než nošení adekvátního závaží na horních končetinách. Je jasné, že taková tíha je nepřiměřená zejména pro svaly krku a ramen, navíc nadměrně zatěžuje velké

klouby dolních končetin a zejména páteř. Připevnění stejně těžkého závaží nad kotníky dolních končetin zvyšuje energetický výdej samozřejmě méně než závaží na horních končetinách

Z výše uvedených důvodů se zdá být velmi zajímavá a výhodná modifikace rychlé chůze využívající speciálně upravené chodecké hole. O této aerobní aktivitě se začalo psát v devadesátých letech ve Spojených Státech (Excerstriding, Polestriding exercise, Power walk nebo Power poles). O něco dříve se začaly používat chodecké hole v severských zemích, kde se běžecké lyžování těší velké oblibě. Ve Finsku se chůze s holemi (Nordic walkinkg – NW) rozšířila ze sportovních nadšenců a trénujících běžců na lyžích i na širší populaci a byla zařazena do výuky ve sportovních školách.

V roce 1997 byly vyvinuty hole určené speciálně pro NW a v roce 1998 bylo v Helsinkách založeno centrum pro NW; NW byla také zařazena do kurikula normální školní tělesné výchovy. V roce 2000 byla založena International Nordic Walking Association (INWA), jejímž hlavním cílem je rozšiřovat severskou chůzi po celém světě. Podle INWA provozuje NW pravidelně na celém světě několik milionů lidí.

Speciální chodecké hole, které je možno využít na začátku a na konci tréninku i pro protažení exponovaných svalových skupin, jsou vyrobeny z odolného a lehkého materiálu, který absorbuje nárazy hole na zem. Jsou opatřeny ergonomicky přizpůsobenou a adaptabilní rukojetí s poutkem a specificky konstruovaným hrotem, který je při chůzi na betonovém, asfaltovém, kamenném nebo jiném tvrdém povrchu kryt gumovou „botičkou“. Výpočet správné délky chodeckých holí vychází z jednoduché rovnice, ve které se tělesná výška násobí konstantou 0,68. Hole jsou buď teleskopické, nebo mají délku 100–145 cm; protože se délka holí zvyšuje vždy o 5 cm, vypočtená délka se zaokrouhluje s přesností 5 cm. Dalším vodítkem pro určení správné délky holí je úhel loketního kloubu, který by měl být při opřené nebo zapíchnuté svíslé holi a při sevřené rukojeti asi 90°. Při správném výběru holí hraje roli vedle tělesné výšky i zdatnost, kloubní pohyblivost, proporce končetin a terén.

Z kineziologického hlediska je NW technicky nenáročná pohybová aktivita. Odpich holí a odraz chodidla na opačné straně těla se odehrává více méně v jednom okamžiku; jde tedy o pohyb střídavý neboli „křížmochní“. V této dvouoporové fázi je hmotnost těla nerovnoměrně rozložena mezi „zadní“ dolní končetinu a hůl „přední“ horní končetiny. Hrot hole se zapichuje asi na úrovni paty chodidla „přední“ dolní končetiny či mírně za ní. Ve stejném čase je druhá horní končetina zapažená a propnutá v lokti a dokončuje odpich. Střídavý pohyb horních končetin tedy začíná za tělem při propnutém lokti. Po odpíchnutí se horní končetina pohybuje dopředu a nahoru a postupně se flektuje lokti až do fáze opory o hůl; po celou dobu svírají prsty pevně rukojeť hole. Potom se horní končetina pohybuje zpět za tělo až do extenze v loketním kloubu, kdy se dlaň otevírá a odrazová síla je přenášena přes poutko hole. Ruce obou horních končetin se míjejí mírně před tělem a hole po celou dobu pohybu směřují šikmo dolů (zepředu shora dozadu dolů). Po dokončení kroku a odpichu se celý cyklus opakuje v obráceném pořadí.

Z hlediska plynulosti pohybu je důležité vzpřímené držení trupu (mírný předklon) s krkem a hlavou v přirozeném prodloužení osy těla. Při opačné rotaci ramen a pánve se střed rotačních pohybů posunuje díky holím kraniálně a těžiště těla se mírně snižuje. Aby při nezbytném prodloužení kroku nedošlo k hyperextenzi a k přetížení přední části kolenního kloubu, při došlápnutí by měl být kolenní kloub v mírné flexi.

Nejlépe se učí technika NW při chůzi do mírného kopce, kdy je předklon trupu větší, kroky jsou kratší, více jsou zapojeny svaly horní poloviny těla a intenzivněji pracují i flexory kolene. Používání holí umožňuje během stoupání prodloužit krok a zároveň odlehčit dolním končetinám.

Při chůzi s kopce jsou kroky výrazně kratší a těžiště těla se nachází níže. Kolena jsou po celou dobu chůze neustále v pokrčení, chodidla jsou po většinu času v kontaktu s terénem celou plochou podrážky a neustále přibrzdí pohyb těla. V porovnání s chůzí po rovině nebo chůzí do kopce je odpích holemi méně výrazný. Důraz by měl být kladen na přenesení části hmotnosti na hole (odlehčení kloubům dolních končetin).

V důsledku kontaktu holí s terénem se při NW střídají dvojoporové a trojoporové fáze pohybu a v porovnání s běžnou chůzí se tím významně zvyšuje její bezpečnost. Tato skutečnost je významná zejména u pacientů s poruchami rovnováhy nebo u starších osob, trpících obavami z pádu, kterým NW dodává větší pocit jistoty při pohybu i v náročnějším nebo kluzkém terénu.

Při správném technickém provedení upravuje NW držení těla a zvyšuje zapojení horní části zádových svalů, zadních svalů ramenního pletence, m. pectoralis major a extenzorů a flexorů předloktí. Přitom snižuje svalovou tenzi a vnímání bolesti v oblasti krku a ramen a zvyšuje významně laterální mobilitu bederní, hrudní i krční páteře. Při správné technice pomáhají chodecké hole vyrovnávat pozici pánve při extenzi v kyčelním kloubu, kde se v odrazové fázi výrazněji zapojují jeho flexory i extenzory. Použití holí redukuje při rychlejší chůzi v závislosti na technickém provedení vertikální reakční síly a extenční úhlové impulsní a opěrné momenty v kolenním kloubu.

Z uvedených důvodů je možno zvážit využití NW při rehabilitaci u řady onemocnění pohybového systému nebo poúrazových stavů. U pacientů, u kterých je intenzita cvičení limitována ortopedickými problémy dolních končetin, může využití NW zvýšit terapeutický efekt této pohybové aktivity. Protože je hmotnost holí při NW menší než většina používaných ručních závaží a pohyby paží jsou přirozenější, je méně pravděpodobné, že by při NW mohlo dojít k podobným problémům jako při chůzi se závažím.

Na druhé straně je zřejmé, že NW může mít při špatném technickém provedení i negativní vliv na pohybový systém. Mohli bychom se setkat s přetížením ramenního pletence, krční páteře, kolenních kloubů (hyperextenze) nebo hrudní a bederní oblasti páteře (nadměrná rotace pánve). Možnost úrazu při náhlém zlomení hole v obtížném terénu je při použití speciálních chodeckých holí takřka vyloučena.

Ve srovnání s normální chůzí NW významně zvyšuje VO_2 (15–25 %), SFc (5–20 %) a energetický výdej (asi o 15–25 %). Při chůzi na laboratorním chodeckém pásu se zapojením horních končetin bylo zjištěno, že ve srovnání s chůzí bez zapojení horních končetin se při všech použitých rychlostech (0,89; 1,34 a 1,79 m.s⁻¹) zvýšila významně ventilace, VO_2 a SF. Energetická spotřeba se za těchto podmínek zvýšila v průměru o 20–55 %.

Subjektivní vnímání obtížnosti cvičení, vyjádřené RPE, je při stejné energetické spotřebě významně menší při NW než při normální chůzi. Rovněž bylo zjištěno, že použití holí při přenášení břemene na

zádech prodlužuje krok, přibližuje kinematiku chůze k chůzi bez zátěže a redukuje aktivitu některých svalů dolních končetin. I když za těchto podmínek došlo ke zvýšení srdeční frekvence, RPE kleslo.

Přesto, že se NW nabízí i přes určité riziko spojené se zvýšenými nároky na oběhový a dýchací systém při prevenci a terapii celé řady onemocnění (kardiovaskulární a metabolická onemocnění, chronická obstrukční plicní nemoc, atd.), setkáváme se s jejím využitím a klinickou aplikací překvapivě méně často. Přitom se nabízí zejména kardiální rehabilitace po infarktu myokardu nebo cvičení při obliterující ateroskleróze tepen dolních končetin (křeče v lýtkách – klaudikace). Např. bylo prokázáno, že za půl roku pravidelné NW (3krát týdně) se vedle významného zpomalení SF a zvýšení aerobní kapacity významně zvýšila i vytrvalost těchto pacientů (prodloužení trvání zátěže téměř o 50 %); zároveň došlo při NW i ke zmírnění klaudikací a tím ke zlepšení kvality života. NW tedy zlepšuje u těchto pacientů klinické ukazatele kardiovaskulární zdatnosti a kvalitu života a snižuje klaudikační symptomy.

NW byla využita také u osob trpících Parkinsonovou chorobou, u kterých je stále více akcentována pravidelná pohybová aktivita (zvyšuje produkci a zlepšuje metabolismus dopaminu, jehož snížená hladina je s touto chorobou spojována). Na základě dotazníkových informací bylo prokázáno, že u těchto nemocných došlo po dvouměsíčním kontrolovaném tréninku s holemi (3krát týdně až 45 minut při mírné intenzitě zatížení) k signifikantnímu zvýšení pocitu funkční nezávislosti a kvality života.

Z výše uvedených výsledků tedy plyne, že NW významně zvyšuje intenzitu zatížení a tím i účinnost tréninku – zkracuje vzdálenost a šetří čas. Je velmi pravděpodobné, že v přirozených terénních podmínkách, kdy je možno lépe využít techniky NW, je redukována i hodnota RPE. Tato skutečnost je velmi důležitá i proto, že příliš vysoká hodnota RPE může být příčinou nízké adherence.

Za zvláštní formu chodeckého programu je možno považovat **H.E.A.T. program** (High Energy Aerobic Training), který využívá mechanický pás poháněný silou cvičícího jedince, s plynulým měněním sklonu z roviny, až do imitace chůze nebo běhu v horském terénu. Jedná se o skupinové cvičení (většinou v délce 45 minut) vedené instruktorem, ve kterém různé techniky chůze používané v průběhu lekce jsou doprovázené speciálně zvolenou hudbou udávající optimální krokový rytmus.



OBR. 9 H.E.A.T. PROGRAM

Zdroj: <http://www.unnosport.cz/sluzby/heat-program>

Další cyklické sportovní aktivity

Při zachování stejné intenzity, trvání a frekvence dostaneme velmi podobný výsledek bez ohledu na druh pohybové aktivity, pokud trénink obsahuje aerobní cyklickou zátěž velkých svalových skupin. Jízda na rotopedu nebo na kole, veslování, bruslení nebo in-line bruslení, chůze nebo běh na lyžích, plavání

a podobné cyklické aktivity poskytují dostatečně velký energetický výdej nutný pro zvýšení adaptace na tělesnou zátěž.

Jednou z nejjednodušších možností jak si zabezpečit optimální cvičení doma jsou **stacionární bicykly** neboli **rotopedy**. Při výběru vhodného rotopedu je nutno zohlednit způsob brzdění, nastavitelnost zátěže, možnosti měření intenzity zatížení a měření srdeční frekvence; samozřejmostí je možnost nastavení výšky sedla a řídítek. Jestliže je doma k dispozici rotoped a zároveň i monitor srdeční frekvence, nečiní kontrola intenzity žádné problémy. Další možností je řídit intenzitu zatížení pomocí hodnot RPE, které by se měly pohybovat mezi 12 a 15 body; tento postup je však méně vhodný, zejména pro osoby s anamnézou dlouhodobé hypokineze.

Výborné cvičení pro oběhový a dýchací systém a pro formování dolních končetin je **cyklistika**. V současné době se budují stále nové cyklistické stezky, které svým proměnlivým charakterem mohou uspokojit i náročnější sportovce. Vzhledem k vyšší rychlosti ve srovnání s chůzí nebo během je cyklistika zajímavější a pestřejší.

Při nastavování monitoru srdeční frekvence snížíme SFc o 5 tepů.min⁻¹, neboť vsedě dosahujeme nižších hodnot maximální srdeční frekvence.

Z kineziologického hlediska bychom při rekreační jízdě na kole měli držet trup rovně, neměli bychom mít hlavu nízko mezi rameny a lokty bychom měli mít mírně pokrčené. Všeobecně platí, že rám kola by měl odpovídat tělesné výšce a délce dolních končetin. Odborníci tvrdí, že velikost rámu bude odpovídat tělesným proporcím tehdy, jestliže bude při sedu na kole a při pohledu na přední kolo jeho náboj (oska) v zákrytu za řídítka. Při stožení na zemi by měla být mezi „štanglí“ (u dámských kol pomyslnou) a rozkrokem mezera asi 5 cm. Sedlo musí být upevněno vodorovně a nesmí se viklat a sjíždět při jízdě dolů. Správně nastavená výška sedla umožňuje, aby při sedu byla dolní končetina, dotýkající se pedálu v dolní úvratí patou, mírně propnutá. Řídítka by měla být o něco širší, než je šíře ramen, aby ani nebránila volnému dýchání, ale ani nezpůsobovala bolesti nebo křeče zádočných svalů. Důležitá je rovněž poloha pák brzd – jestliže položíme ruce volně na řídítka a natáhneme prsty, potom bychom se měli dotýkat bříšky prstů brzdových pák.

Kolo, na kterém jezdíme, by mělo odpovídat podmínkám a cílům cyklisty. Horská kola jsou konstruována především pro těžký terén, tedy mimo běžné cesty. Jsou masivnější konstrukce, jejich pneumatiky mají výraznější vzor a systém převodů je přizpůsoben spíše na silový způsob jízdy. Krosová kola jsou určena do méně náročného terénu a hodí se i na pojížděky po polních a lesních cestách a v méně extrémních terénech. Jejich univerzálnější použití a pohodlnější jízda je předurčuje pro masivnější cykloturistiku. Pohybové aktivitě ve všech fázích rozvoje nebo udržování zdatnosti nejvíce vyhovují tzv. trekkingová kola. Jsou méně robustní než terénní kola, proto se hodí na zpevněné cesty v terénu i na silnice. Jsou již vybavena tak, aby je bylo možno používat pro běžný provoz jako dopravní prostředek. Silniční kola jsou využívána především pro sportovní jízdu na asfaltových a betonových površích a pro aerobní trénink jsou vynikající. Mají lehčí konstituci, avšak jejich pneumatiky se nehodí do terénu. Při jízdě na kole nesmíme nikdy zapomenout na helmu a brýle a v jarních a podzimních měsících i na vhodné

oblečení!

Indoorovým skupinovým aerobním cvičením s využitím jízdy na stacionárním kole (spinner) je **spinning**. Každý jezdec pod vedením instruktorů volí podle svých možností intenzitu zatížení, tempo určuje rytmus hudby. Popisují se dvě základní pozice (v sedle a ze sedla), 5 základních stylů jízdy a 3 pozice rukou. V poslední době se nabízí další forma cvičení na spinningovém kole kombinující prvky kruhového fázového tréninku, spinningu a fitness do dynamického tréninkového programu zaměřeného na tělesnou zdatnost, zlepšení držení těla, konstituci a rozvoj síly (aerospinning).

V zimě můžeme jako cyklický sport využít **turistiku nebo běh na běžeckých lyžích**. Vynikající účinky tohoto sportovního odvětví jsou způsobeny tím, že jsou na rozdíl od běžné chůze nebo běhu zatěžovány vedle svalů dolních končetin i svaly paží, ramen a hrudníku (podobně jako při NW). Je to komplexní cvičení a závodní běžci na lyžích mají nejvyšší parametry oběhových, dýchacích a metabolických funkcí. Máte-li k dispozici monitor srdeční frekvence, potom má pohyb na běžkách umocněný krásou okolní zimní krajiny největší zdravotní efekty.

Poněkud náročnější a méně využívané je **bruslení**, pro které jsou u nás v přírodě špatné podmínky. Jeho pozitivní účinky se projeví zejména na svazech dolních končetin; je to sport výborný pro posilování svalstva hýždí. V posledních letech se rozšiřuje pohyb na kolečkových nebo in-line bruslích, které umožňuje celoroční trénink. Tento sport je však náročnější na koordinaci a techniku, proto se starším a méně obratným lidem příliš nedoporučuje.

Plavání, stejně jako běh na lyžích, zatěžuje celé tělo a navíc netraumatizuje pohybový systém žádnými nárazy. Je-li k dispozici monitor srdeční frekvence, je třeba snížit nastavenou hodnotu srdeční frekvence asi o 10 tepů.min⁻¹ (při cvičení vleže odpadá vliv gravitace, který brání zpětnému návratu krve z dolních končetin do srdce). Pro využití plavání jako cvičení pro zdraví je však třeba zvládnout dobře plaveckou techniku. Nestačí se jen 45 min koupat, ale je nutno tuto dobu plavat při doporučené srdeční frekvenci, což je pro většinu osob sportujících pro zdraví velmi obtížné nebo nemožné. Proto pro „nezávodní“ plavce je pobyt ve vodě spíše než aerobním tréninkem vynikající regenerací pohybového systému.

Veslování je sportovní odvětví, které využívá svalů celého těla (horní končetiny, dolní končetiny, záda i břicho) a má pozitivní zdravotní účinky. Příležitost pravidelně veslovat na vodních tocích má však pouze minimum lidí; výrazně většímu počtu lidí je přístupné veslování na veslovacích trenažérech, které jsou na našem trhu a kterými jsou vybavená některá kondiční centra.

Velmi populární formou aerobního cvičení je **aerobik**, který má řadu modifikací a který si v posledních letech získal velký počet příznivců, zejména mezi ženami. Aerobik může být přizpůsoben všem úrovním zdatnosti a je vhodný pro začátečníky, pokročilé, mladé, starší a dokonce i pro těhotné ženy; za předpokladu správného vedení je vhodný aerobik i jako cvičení pro redukci hmotnosti. Aby bylo toto tvrzení pravdivé, musí být při aerobiku používána optimální intenzita zatížení, správná technika cvičení, musí být vybrány vhodné cviky, zachována správná struktura cvičení a zvolen odpovídající hudební doprovod.

Z hlediska intenzity zatížení platí pro aerobik stejné zásady jako pro ostatní druhy cyklických sportů a při použití monitoru srdeční frekvence je její kontrola jednoduchá. Z hlediska správné techniky cvičení by se cvičící měli řídit těmito zásadami:

- Při cvičení je vždy jedna noha na zemi.
- Používat lze jen vedené pohyby, které lze kontrolovat, nikoli pohyby švihové, které mohou dostat kloub do krajní polohy a mohou poškodit jeho části i další struktury vázané na tento kloub.
- Nepoužíváme hluboké dřepy, ale spíš podřepy, při kterých nesmí být úhel v kolenních kloubech menší než 90°.
- Při pohybech horních končetin nesmí v krajní poloze dojít k přílišnému natažení (propnutí) horní končetiny, neboť by mohl být poškozen loketní kloub.
- Při posilovacích cvičeních není vhodné používat zátěže větší než 1 kg.

Při aerobiku bychom měli dbát také na správné držení těla, které zahrnuje držení těla ve stoji i v sedu, a to jak v klidu, tak i při pohybu.

Hlavu bychom měli držet vzpřímeně, krk by měl být vytažen vzhůru a brada by měla svírat s krkem pravý úhel. Ramena bychom měli mít rozložená do šířky a spuštěná dolů. Pánev by měla být podsazená (správné držení pánve ovlivňuje významně držení celého těla) a břišní a hýžďové svaly přiměřeně napjaté (!). Chodidla by ve stoji měla být rovnoběžná a prsty nohou by měly být rovnoměrně rozloženy na podložce.

Výběr cviků se řídí cílem cvičební jednotky a trénovaností cvičících. Aerobik probíhá bez přerušení a jeho trvání by mělo odpovídat předepsanému trvání pohybové aktivity (ne delší než 45 minut). Cvičitelka volí obvykle chůzi, přenášení váhy, podřepy, rozkročení, „čača“ a „mambo“, které skládá do krátkých choreografických sestav; cvičení lze u vyspělejších cvičenců doplnit i malými činkami.

Doma nebo v kondičních centrech můžeme také skákat přes **švihadlo**; toto dnes už téměř zapomenuté cvičení je však poměrně namáhavé a je vhodné spíš jako doplňovací cvičení pro dobře trénované sportovce. Při nácviu techniky může pomoci velké zrcadlo. Měli bychom držet vzpřímený postoj, hlavu vzhůru (nedívat se na špičky nohou), ramena a paže uvolněné, záda rovná a pokrčená kolena; měli bychom vyskakovat jen tolik, aby švihadlo prošlo pod chodidly. Nárazy při dopadu jsou podstatně menší než při běhu, proto mohou přes švihadlo skákat i obézní lidé. Přesto bychom měli cvičit pouze v kvalitní obuvi a na měkkém povrchu.

• **Odporové (rezistentní, posilovací) cvičení**

Svalová síla a vytrvalost jsou z hlediska tělesného zdraví a zdatnosti velmi důležité schopnosti. Pravidelné posilování vede nejen ke zvýšení svalové síly a svalové vytrvalosti, ale má také řadu pozitivních efektů na zdraví člověka. V posledních desetiletích se tento typ pohybové aktivity velmi rozšířil prakticky do celé populace.

Velikost síly, která může být generovaná kosterním svalem, je závislá na integritě jak kontraktálních, tak i

nekontraktilních strukturálních elementů, motorických jednotek, metabolického systému a mechanismu řízení CNS. Odporový trénink vede k morfologickým adaptacím kosterního svalstva a kostí. Strukturální změny svalových vláken se podílejí ve velké míře na zvýšení svalové síly po rezistentním tréninku. Na základě zvýšení celkového množství kontraktilních proteinů, zvýšení počtu a objemu myofibril na svalové vlákno a zvýšení vazivové tkáně obklopující svalové vlákno dochází ke zvýšení objemu svalových vláken (hypertrofie). Velmi intenzivní odporový trénink vede u experimentálních zvířat i ke zvýšení počtu svalových vláken (hyperplazie); u člověka však tento efekt zřetelně prokázán nebyl. Proto je pravděpodobné, že hlavním faktorem přispívajícím k tréninkové hypertrofii svalstva je zvýšení objemu svalových vláken.

Rezistentní trénink sice nekonvertuje pomalá vlákna v rychlá (nemění relativní zastoupení vláken I a II), ale v rychlých vláknech způsobuje větší hypertrofii než v pomalých. Uvnitř podskupin rychlých vláken mění jejich proporce – zvětšuje relativní zastoupení vláken IIB (rychlá glykolytická vlákna) a snižuje zastoupení vláken IIA (rychlá oxidativní vlákna).

Svalová síla je v přímém poměru k příčnému průřezu svalovou tkání; protože mají muži větší objem svalové tkáně, jsou i lépe silově vybaveni. Avšak statická i dynamická síla vztažená na jednotku tohoto příčného průřezu je např. u flexorů lokte u mužů i žen téměř stejná. Podobně i relativní změna svalového objemu (% změny) v závislosti na intenzivním odporovém tréninku je u mužů i žen podobná (avšak absolutní změna objemu je u mužů větší, než u žen).

V podstatě rozlišujeme 3 typy odporového tréninku: izometrický (statický), dynamický (koncentrický a excentrický) a izokinetický. I když existují obecná doporučení, je třeba předepisovat přísně individuální program.

Izometrický trénink byl popsán v 50. letech minulého století jako prostředek, který zvyšuje svalovou sílu (např. 6 sekund kontrakce na úrovni dvou třetin maximální intenzity). Podle současných doporučení trénujeme izometricky **sílu** pětisekundovou maximální volní kontrakcí (MVC) při 5–10 opakováních, 5 dní v týdnu po dobu minimálně 4 týdnů. Svalovou **vytrvalost** trénujeme při nižší intenzitě (60% MVC), trvání do únavy, cvičení se neopakuje; frekvence a délka programu jsou stejné.

Izometrické cvičení je rozšířeno v rehabilitačních programech jako prostředek proti ztrátě svalové síly a proti svalové atrofii (např. po časově omezeném znehybnění končetiny). Tento typ cvičení je však kontraindikován u koronárních pacientů a u hypertoniků, neboť se při něm významně zvyšuje nitrohruční tlak; to vede ke snížení žilního návratu, ke ztížení a zvětšení práce srdce a ke zvýšení krevního tlaku.

Dynamický odporový trénink pro zvýšení svalové zdatnosti se předepisuje mužům i ženám téměř v celém věkovém spektru. Tento trénink tvoří excentrické a koncentrické kontrakce proti konstantnímu nebo měnícímu se odporu. Typickým nářadím je činka nebo nejrůznější posilovací stroje.

V intervenčním nebo tréninkovém programu předepisujeme u jednotlivých cvičení intenzitu, počet

opakování, počet sérií, dále tréninkový objem a pořadí cvičení. Intenzita vychází z maximální zátěže, kterou člověk je schopen provést jen jednou a vyjadřuje se jako procento z tohoto maxima (**% 1-RM**) nebo jako opakovací maximum (**RM**) (maximální váha, která odpovídá danému počtu opakování, např. 8-RM odpovídá váze, kterou je člověk schopen zvednout maximálně osmkrát). Hodnoty % 1-RM a průměrného počtu opakování pro intenzity < 75% jsou

60 % 1-RM = 15 až 20-RM

65 % 1-RM = 14-RM

70 % 1-RM = 12-RM

Počet opakování má inverzní vztah k intenzitě (více opakování – lehčí zátěž, vyšší zátěž – menší počet opakování). Sada (série) obsahuje daný počet po sobě jdoucích opakování určitého cvičení. Tréninkový objem je celkové množství manipulované váhy (součet násobků zvednuté, přitažené nebo odtlačené váhy, opakování a počtu sérií pro každé cvičení).

Optimální tréninková stimulace pro zvyšování svalové síly a vytrvalosti není přesně definovaná. V každém případě však musí být odporový trénink předepsán přesně „na míru“ každému cvičícímu člověku a musí být veden cílem cvičení (cílem může být např. síla, objem svalu, vytrvalost, atd.).

Pro svalovou sílu se většinou doporučuje vyšší intenzita a menší počet opakování, pro svalovou vytrvalost je tomu obráceně. Např. ACSM doporučuje pro **rozvoj svalové síly** a svalové hmoty 60 až 80% 1-RM, 8 až 12 opakování ve 2 až 4 sériích, 2 až 3 dny v týdnu (ne ve dnech jdoucích po sobě). Pro širší využití se však zdá být pro zvyšování svalové síly vhodnější přizpůsobit dynamický odporový trénink i trénovanosti a zkušenosti sportovce. Pro jedince, kteří začínají s posilováním (< 1 rok tréninku), se doporučuje intenzita na úrovni 60 až 70% 1-RM, pro zkušené 70 až 85% 1-RM a pro velmi pokročile, trénované a závodně sportující, jejichž cílem je i zvyšování svalového objemu, 80 až 100% 1-RM. To platí pro muže, i pro ženy; např. půlroční trénink mezi 3-RM a 8-RM produkoval u žen větší svalovou hypertrofii než cvičení v rozsahu 8-RM až 12-RM.

Pro rozvoj **svalové vytrvalosti** se doporučuje intenzita na úrovni ≤ 50 % 1-RM. I když tato intenzita přináší zejména zvýšení svalové vytrvalosti a tonizace svalů, dochází i k menšímu zlepšení svalové síly.

Nejmenší intenzita se používá při tréninku **rychlosti** svalového stahu. Je si však třeba uvědomit, že uvedené hodnoty jsou hodnotami průměrnými a měly by se měnit s perspektivou dalšího zlepšování svalové síly nebo svalové vytrvalosti.

Nejmenší počet opakování a nejvyšší rychlost přemístění břemene bývá při tréninku svalového výkonu, největší počet opakování a nejpomalejší přemístění je při tréninku vytrvalosti. Liší se rovněž trvání přestávek mezi cviky. U tréninku síly a tréninku svalového výkonu jsou to 2 až 3 minuty při cvičení v rozsahu několika kloubů, při cvičení v rozsahu jednoho kloubu stačí (stejně jako u hypertrofického tréninku na zvýšení svalového objemu) 1 až 2 minuty. Nejkratší je přestávka při tréninku svalové vytrvalosti (< 1 minuta).

Pro starší osoby se doporučuje cvičit 1 až 2 série cviků, pro začínající a pokročilé 2 až 4 série. Hlavní výhodou tréninku s jednou sérií cviků je jeho kratší trvání a menší únava; podle některých doporučení je pro zvýšení síly netrénovaných jedinců v průběhu prvních 3 až 4 měsíců tento typ tréninku stejně efektivní, jako trénink s několika sériemi cvičení. Podle jiných autorů tomu tak není; ti však považují za lepší sledovat místo počtu sérií jednoho cvičení celkový počet sérií cvičení jedné specifické svalové skupiny (např. počet sérií různých cvičení flexorů paže). Podle této definice se doporučují v každém tréninku v průměru 4 série cviků jedné svalové skupiny u začátečníků i pokročilých. Větší počet sérií (až 8 za trénink) se doporučuje závodním sportovcům (např. vzpěračům a kulturistům) pro zvýšení síly a objemu svalů.

U jedinců s nízkou úrovní svalové síly může zlepšit svalovou zdatnost i jeden trénink za týden. Současná doporučení však preferují frekvenci tří tréninků za týden nebo (ACSM) dvou až tří tréninků za týden, při čemž každá svalová skupina by měla být trénována 2krát týdně. Mezi tréninky jednotlivých svalových skupin by měla být přestávka asi 2 dny (48 hod) tak, aby se svaly mohly zotavit a aby bylo sníženo riziko zranění. Sportovci provozující závodně vzpírání nebo kulturistiku by mohli trénovat častěji (4 až 6 tréninků za týden, jednotlivé tréninky mohou být rozdělené např. do dvou nebo tří fází).

Celkový tréninkový objem, který je součtem všech opakování násobených přemístěnými zátěžemi, by se měl systematicky zvyšovat (princip progresu) tak, aby docházelo ke zvyšování síly. Celkový objem se může měnit počtem cviků v každém tréninku, počtem opakování v každé sérii a počtem sérií pro každý cvik.

Dobře předepsaný odporový trénink by měl zahrnovat minimálně jedno cvičení pro každou hlavní svalovou skupinu. Cvičení by mělo být vyvážené ve smyslu stejnoměrného zatěžování agonistů a antagonistů, kontralaterálních svalových skupin (vpravo a vlevo) a skupin horní a dolní poloviny těla.

Nejdříve by mělo být zařazeno cvičení působící na několik kloubů (např. bench press, leg press, atd.), které obsahuje kontrakce velkých svalů jedné nebo více velkých svalových skupin (např. m. quadriceps femoris, m. gluteus maximus, m. pectoralis major, m. latissimus dorsi, atd.). Teprve potom by měly být zařazeny cviky působící přes jeden kloub, které zatěžují často menší svalové skupiny. U začátečníků by nemělo následující cvičení zatěžovat svaly předcházejícího cvičení (rychlejší zotavení, menší svalová únava).

Detaily, které se týkají variací sérií, pořadí a počtu cviků a variací frekvence, přesahují rámec tohoto textu. Rovněž detaily periodizace, jejímž cílem je:

- a)** maximalizovat odpověď neuromuskulárního systému systematickým měněním tréninkových stimulů,
- b)** minimalizovat riziko přetížení, přetrénování nebo zranění manipulací s prostředky regenerace a jejich zařazováním do určitých tréninkových fází, ty nejsou součástí tohoto textu.

Kruhový odporový trénink je jednou z metod dynamického tréninku, který slouží nejen ke zvýšení svalové síly a vytrvalosti, ale také ke zlepšení kardiorespirační zdatnosti. Obvykle se skládá z 10 až 15 stanovišť, které jsou rozmístěny v kruhu, který „obejdeme“ asi za 20 až 30 minut 2 až 3krát (2 až 3 série). Postupně se procvičují jednotlivé svalové skupiny (zpravidla 1–3 cviky pro jednu svalovou skupinu) na několika stanovištích. Na každém stanovišti trvá cvičení asi 30 sekund (intenzita 40 až 55 % 1-RM nebo 8 až 15

RM), potom následuje asi 15 až 20 sekund klidu a přesun na další stanoviště. Zpočátku volíme nižší zátěž a menší počet opakování, postupně zvyšujeme intenzitu i počet opakování. Kruhový trénink se obvykle realizuje 3 dny v týdnu, minimálně po dobu 6 týdnů. Zařazení aerobního stanoviště mezi odporová stanoviště zvyšuje kardiorespirační efekty a nazývá se super kruhový odporový trénink.

Kruhový trénink využívají často lidé, kteří jsou limitováni časem. Je vhodné začít s posilovacím kruhovým tréninkem v kondičním centru (Fitness); v rámci běžného provozu tohoto centra je však realizace kruhového tréninku obtížná. Problém spočívá v tom, že je nutné přecházet plynule mezi stanovišti pro cvičení jednotlivých svalových skupin. Vzhledem k tomu, že ostatní cvičící volí většinou jiný typ dynamického tréninku s opakovaným posilováním stejné skupiny svalů na jednom stanovišti, je střídání pomalejší a nevyhovuje charakteru vytrvalostního posilovacího tréninku (obsazená stanoviště neumožňují plynulost a časovou posloupnost cvičení v kruhovém tréninku). Z tohoto důvodu se doporučuje využití té části provozní doby, kdy je v kondičním centru menší provoz (zpravidla dopoledne nebo na závěr provozu po 21. hodině). Další možností, která je však nabízena jen v některých kondičních centrech, je využití speciálních kurzů zaměřených na kruhový trénink. Ty probíhají v době, kdy je cvičební plocha pro ostatní zájemce uzavřená a kruhový trénink je organizován pro účastníky kurzu přesně podle výše uvedených pravidel.

Ještě jinou možností je návštěva lekcí skupinových cvičení (pokud je kondiční centra organizují) zaměřených na kruhové posilování. Základem těchto lekcí bývá kruhové posilování nejdůležitějších svalových skupin pomocí cviků využívajících vlastní váhu či jednoduchého náčiní (cvičební tyče, expandery, overbally, podložky atd.). Skupinová cvičení se neodehrávají v prostorách posilovací zóny kondičního centra, ale v sálech pro skupinová cvičení, která bývají tímto náčiním vybavena v dostatečném počtu.

Izokinetický trénink kombinuje výhody dynamického (plný rozsah pohybu) a statického (maximální síla) tréninku a slouží ke zvyšování svalové síly, vytrvalosti a svalového výkonu. Při izokinetickém tréninku se svaly nestahují excentricky, což velmi snižuje jeho hypertrofický efekt, avšak nikterak se nesnižuje nárůst svalové síly. Používá se nejen ve sportu, ale také při rehabilitaci po zranění.

Izokinetický trénink je tvořen dynamickými zkracujícími kontrakcemi svalových skupin proti odporu, který se přizpůsobuje síle vynaložené skupinou svalů podílejících se na rozsahu pohybu. Jinak řečeno, rychlost pohybu je stálá a odpor se mění s vynaloženou silou. Čím vyšší je tlak nebo tah, tím větší je odpor. Rychlost pohybu je řízena mechanicky izokinetický přístrojem (dynamometrem) a realizuje se mezi 240 a 300 o.sec⁻¹, v závislosti na potřebách a záměrech cvičících osob. Efektivita cvičení se zdá být vyšší spíše při větších rychlostech (180 o až 300 o.sec⁻¹), než při nižších (30 o až 60 o.sec⁻¹); neplatí to však obecně, neboť nárůst svalové síly byl zjištěn v celém rozsahu od 30 o až do 300 o.sec⁻¹.

Děti a adolescenti se mohou bezpečně zúčastňovat odporových tréninků za předpokladu, že jsou dodržována zásadní doporučení. Protože děti jsou anatomicky a fyziologicky nezralé, vysoká intenzita odporového tréninku se zásadně nedoporučuje (nebezpečí např. fraktury růstové ploténky epifýzy). Děti by měly přemáhat pouze takový odpor, který jim dovolí 8 až 15 opakování v jedné sérii (obvykle < 80 %

1-RM); i v tomto rozsahu se zdá být (alespoň zpočátku) z hlediska zvyšování síly efektivnější větší počet opakování a menší zatížení, než menší počet opakování při větší zátěži.

Zvýšení síly u dětí je spíše výsledkem nervové adaptace (např. zvýšená aktivace motorické jednotky a lepší koordinace) než svalové hypertrofie. Navíc odporový trénink pozitivně ovlivňuje u adolescentních dívek kostní densitu.

Odporový trénink poskytuje velké množství pozitivních účinků i **lidem ve starším věku**.

Svaly starších osob jsou charakteristické menším počtem motorických neuronů, zejména těch, které inervují vlákna II. typu. Protože i rychlost vedení v motorických a senzoryckých nervech je pomalejší, je reakční čas a schopnost starších osob vyvinout rychle maximální sílu významně snížena.

Ke zvýšení svalové síly v souvislosti s posilováním dochází u starších osob zvýšením frekvence motorické nervové stimulace a zvýšením počtu stimulovaných motorických jednotek. Intenzivní odporový trénink se však může i u starších mužů i žen projevit svalovou hypertrofií; tato změna, vyjádřená v %, je navíc podobná změnám svalového objemu u mladších jedinců. Z toho plyne, že intenzivní odporový trénink by mohl efektivně neutralizovat ztráty svalové tkáně související se stárnutím.

Nejdůležitější je, že odporový tréninkový program umožňuje seniorům dosáhnout dostatečnou svalovou zdatnost a tím i vykonávat všechny potřebné habituální aktivity a zachovat soběstačnost. Vedle zvýšení svalové síly jim odporový trénink zvýší výkonnost při zvedání a snášení předmětů, při vstávání z podlahy nebo ze židle nebo při chůzi (zejména při chůzi do schodů). U starších pacientů se rezistentní trénink projeví i zlepšením rovnováhy a tím i zmenšením rizika pádů.

ACSM doporučuje starším osobám při odporovém cvičení střední intenzitu zatížení – v jedné sérii 8–10 různých cvičení, které mají 10–15 opakování (50 až 80 % 1-RM); frekvence minimálně 2 až 3 dny v týdnu po dobu 6 měsíců. Navíc k uvedeným zásadám se doporučují další opatření:

- během prvních 8 týdnů by měla být použita malá zátěž;
- po návratu po dlouhodobém přerušení tréninku by starší pacienti měli začínat opět s nízkou zátěží;
- starší osoby je třeba detailně seznámit s technikou cvičení a se správným dýcháním v průběhu cvičení;
- je lepší využívat cvičení v rozsahu několika kloubů, než cvičení v rozsahu jednoho kloubu;
- je vhodnější využívat stroje, které umožní stabilizaci polohy těla a kontrolu rozsahu pohybů;
- není vhodné využívat volná závaží;
- v žádném případě by cvičení nemělo být delší než 60 minut.

Jednotlivé svalové skupiny můžeme procvičit i doma cvičením s vlastní vahou. Cvičení je zaměřeno zejména na svaly šíje, pletence horní končetiny, hýždí, zad a břicha. Protože břišní svaly jsou oporou pro bederní část páteře a neměly by být při posilování ostatních partií unavené, procvičujeme je až na závěr. Cviky se provádějí tahem a tlakem ve středním rozsahu pohybu. V průběhu cvičení bychom měli cítit

napětí v posilovaném svalu nebo svalové skupině. Velký význam má průběžné protahování posilovaných svalů – za každou sérii posilování zařadíme protažení posilované partie.

Příklady několika cviků s vlastní hmotností pro posílení svalů břicha:

Cvik č. 10

Posiluje břišní a hýžděvé svaly. Z kleku (*obrázek vlevo – a*) zvolna „přesuňte“ pánev doleva do tzv. kleku odbočného (*obrázek vpravo – b*). Pohyb je proveden velmi pomalu. Cvik se provádí symetricky vpravo i vlevo.



OBR. 11 CVIK Č. 10A.

Zdroj: (Stejskal, 2004b)



OBR. 12 CVIK Č. 10B.

Zdroj: (Stejskal, 2004b)

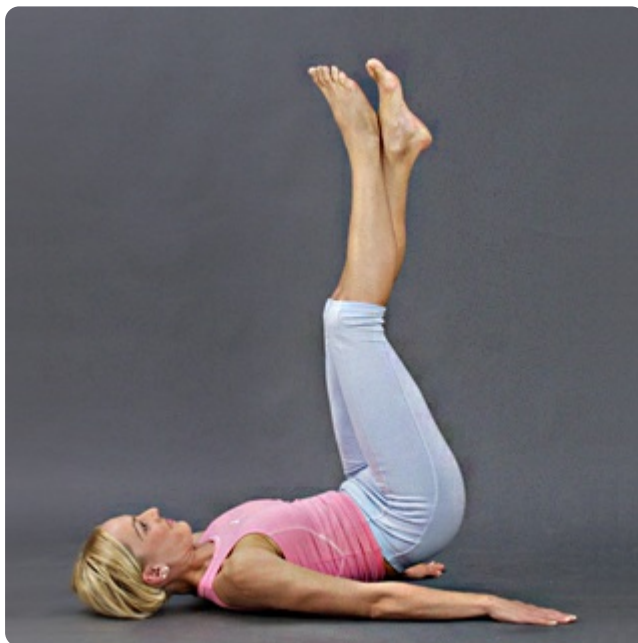
Cvik č. 11

Posiluje břišní svaly. V lehu na zádech přednožte a zkřížte bérce (obrázek vlevo - a). S výdechem nadzvedněte pánev od podložky (obrázek vpravo - b). Pohyb je prováděn pomalu a tahem.



OBR. 13 CVIK Č. 11A.

Zdroj: (Stejskal, 2004b)



OBR. 14 CVIK Č. 11B.

Zdroj: (Stejskal, 2004b)

Cvik č. 12

Posiluje břišní svaly. V lehu na zádech předpažte poníž (tzn., že předpažené horní končetiny směřují k dolním končetinám a svírají s podložkou menší úhel než 90°), pokrčte dolní končetiny a chodidla opřete o podložku (*obrázek vlevo – a*). S výdechem zvolna tahem (ne švihem!) zvedněte trup od podložky. Pohyb je zahájen přitažením brady do hrdelní jamky a celá páteř se postupně „odvíjí“ od podložky. Pohyb je zastaven ve chvíli, kdy se začne od podložky „odlepovat“ pánev (*obrázek vpravo – b*). Ohnutí trupu musí být provedeno velmi pomalu, bez zadržetí dechu a nesmí být zahájeno „předsunem“ brady, ale ohnutím v krční páteři. Podle úrovně silových schopností břišního svalstva mohou být horní končetiny v různých pozicích (seřazeno vzestupně podle stupně obtížnosti): paže na podložce, paže v předpažení poníž (tato poloha není vhodná při bolestech v oblasti krční páteře), horní končetiny jsou pokrčeny v loktech a ruce jsou položeny na protilehlých ramenních kloubech, paže jsou v týl, lokty směřují vpřed, prsty rukou nejsou propleteny nebopaže jsou v týl, lokty směřují do stran, prsty nejsou propleteny.



OBR. 15 CVIK Č. 12A.

Zdroj: (Stejskal, 2004b)



OBR. 16 CVIK Č. 12B.

Zdroj: (Stejskal, 2004b)

Cvik č. 13

Posiluje břišní svaly. V lehu na zádech pokrčte dolní končetiny a chodidla opřete o podložku (obrázek vlevo – a). S výdechem přitáhněte stehna ke hrudníku (obrázek vpravo – b). Pohyb je prováděn tahem a velmi pomalu.



OBR. 17 CVIK Č. 13A.

Zdroj: (Stejskal, 2004b)

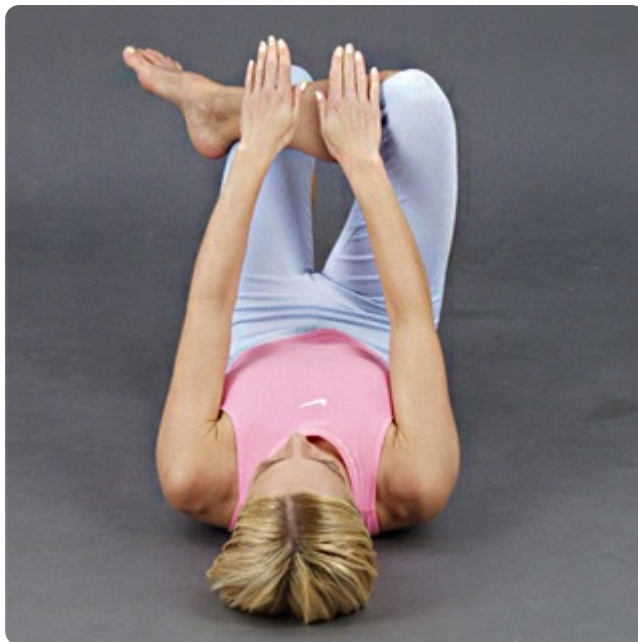


OBR. 18 CVIK Č. 13B.

Zdroj: (Stejskal, 2004b)

Cvik č. 14

Posiluje šikmé svaly břišní. V lehu na zádech předpažte poníž a dolní končetiny pokrčte v kolenu tak, že levé chodidlo je na podložce a pravý zevní kotník se opírá o levé koleno (obrázek vlevo – a). Zvolna s výdechem se pootočte a nadzvedněte trup vpravo; paže směřují rovněž vpravo (obrázek vpravo – b). Pohyb je zahájen přitažením brady do hrdelní jamky a celý trup se postupně „odvíjí“ od podložky. Předklon hlavy nesmí být proveden „předsunem“ brady, ale ohnutím krční páteře. Pohyb nesmí být proveden švihem trupu, ale tahem a nesmíte při něm zadržet dech, ale v krajní poloze byste měli volně dýchat. Cvik se provádí vpravo i vlevo.



OBR. 19 CVIK Č. 14A.

Zdroj: (Stejskal, 2004b)



OBR. 20 CVIK Č. 14B.

Zdroj: (Stejskal, 2004b)

• **Acyklické sportovní aktivity**

Po dosažení fáze udržování tělesné zdatnosti si můžete zpestřit pohybovou aktivitu o celou řadu dalších tzv. acyklických sportů. Pokud obsahují dostatečně podnětné formy aerobního zatížení, mají tyto acyklické sporty podobný účinek, jako cyklické. Zdravým mužům do 25 až 30 let většinou doporučujeme všechna sportovní odvětví, která mají vytrvalostní charakter (a to i soutěžní formou). U mužů středního věku doporučujeme např. volejbal, basketbal, házenou, tenis, sjezdové lyžování, horskou a lyžařskou turistiku a kanoistiku. Pro šedesátníky a starší je stále vhodná letní i zimní turistika, ti trénovanější si mohou

zahrát badminton, stolní tenis nebo tenis. V tomto věku však doporučujeme vyhýbat se silovým sportům.

Stejně zásady jako pro muže platí i pro ženy. Vzhledem k nižší aerobní kapacitě žen doporučujeme při sportování poněkud nižší intenzitu zatížení, z hlediska výběru sportovních odvětví je však nabídka totožná.

Obsahové otázky

- Rozdělte a uveďte příklady pohybových aktivit z hlediska cykličnosti, dovedností a zdatnosti!
- Proč je chůze a rychlá chůze nejvýhodnější pohybová aktivita pro méně zdatné osoby a pro seniory?
- Jaká jsou doporučení při přechodu z chodeckého do běžeckého tréninku?
- Jaké jsou nároky na prostředí při chodeckém a běžeckém tréninku?
- Jak by se měla měnit rychlost pohybu v závislosti na teplotě okolí?
- Jaký je vztah mezi zatížením cirkulace, objemem a efektivitou tréninku?
- Jaké výhody, nevýhody a limity má chůze nebo běh se závažím?
- V čem spočívá specifčnost holí na NW?
- Popište z kineziologického hlediska pohyb a techniku NW!
- Popište zapojení jednotlivých svalových skupin a pohyby v kloubech trupu a dolních končetin při správném technickém provedení NW!
- Jaké jsou pozitivní a negativní vlivy NW?
- Jaká se liší ukazatele tělesné zdatnosti a RPE u normální chůze a u NW?
- U kterých onemocnění je indikovaná NW?
- Co je H.E.A.T program?
- Jaké platí zásady pro nastavení SFC u cyklistiky a plavání a u kterých pacientů doporučujeme tyto sporty?
- Která sportovní odvětví je možno využít jako cyklické aktivity? Jaké mají výhody a nevýhody?
- Jaké platí zásady pro správně technicky zvládnutý aerobik?
- K jakým adaptačním změnám v pohybovém systému dochází po optimálním odporovém tréninku?
- Popište cíle, hlavní principy, indikace a kontraindikace izometrického tréninku!
- Jaké jsou jednotlivé proměnné, kterými charakterizujeme dynamický odporový trénink?
- Jaké by měly být frekvence, objem a pořadí jednotlivých cvičení při dynamickém odporovém tréninku?
- Jaké doporučení vydala ACSM pro rozvoj svalové síly a svalové hmoty pomocí dynamického odporového tréninku a jak se toto doporučení liší u začátečníků a zkušených sportovců?
- Jak se liší doporučení pro trénink svalové síly, vytrvalosti, rychlosti a svalového výkonu u dynamického odporového tréninku?
- Jakými rozdílnými způsoby je možno popsat dynamický odporový trénink z hlediska série cviků?
- Popište kruhový silový trénink! Jaké jsou jeho výhody a nevýhody?
- Co je izokinetický trénink?
- Jak se mění efektivita tréninku s rychlostí pohybu u izokinetického tréninku?
- Jaké jsou indikace, kontraindikace, limity a účinky odporového tréninku u dětí?
- Jaké jsou indikace, kontraindikace, limity a účinky odporového tréninku u seniorů?

- Jaká platí doporučení ACSM pro odporová cvičení seniorů?
- Uvedte některé posilovací cviky s vlastní hmotností!
- Jaké druhy acyklických pohybových aktivit doporučíte osobám různého věku a pohlaví?

Cvičení pro zlepšení rovnováhy

Funkční rovnováha je schopnost vykonat každodenní pohyby vyžadující rovnováhu (např. sbírání předmětů ze země, oblékání, ohlížení se za sebe atd.).

Rovnováha je schopnost udržet centrum gravitace uvnitř podporové základny v podmínkách udržování statické polohy (stoj, sed – **statická rovnováha**), při volných pohybech nebo při reakcích na zevní podněty. Jestliže se udržuje vzpřímená poloha těla v podmínkách pohybující se podporové základny i centra gravitace, které se dostává mimo tuto základnu (např. při chůzi), mluvíme o tzv. **dynamické rovnováze**.

Rovnováha je komplexní pojem skládající se z mnoha biomechanických, nervových a environmentálních systémů. Teoretický pohled na rovnováhu se vyvíjel od reflexních a hierarchických perspektiv k modelům dynamických systémů, které popisují, jak tyto systémy fungují a spolupracují k dosažení rovnováhy a posturální regulace. **Reflexní model** vychází ze senzorického vstupu, který řídí a kontroluje motorický výstup. **Hierarchický model** je založen na kontrole pohybu centrálním nervovým systémem (např. kůrou mozkovou nebo středním mozkem). **Modely dynamických systémů** popisují řízení rovnováhy jako adaptační a funkční proces, který poskytuje mnohonásobné řešení možnosti dosažení pohybového cíle. V těchto modelech vyšší mozková centra spíše spolupracují s nižšími centry, nežli že je řídí. Vizuální, somatosenzorické (proprioceptivní) a vestibulární systémy spolupracují na udržení rovnováhy. **Vizuální systém** poskytuje informace o lokalitě těla vzhledem k prostředí. **Somatosenzorický systém** umožňuje rozlišovat pozici a pohyby jednotlivých částí těla. **Vestibulární systém** poskytuje informace o poloze hlavy ve vztahu ke gravitaci a pocitu, jak rychle a kterým směrem se pohyb hlavy zrychluje. Navíc i některé **vnitřní faktory** (např. svalový tonus, svalová síla, rozsah pohybu, atd.) a **environmentální faktory** přispívají rovněž k udržování rovnováhy.

Rovnováha je závislá na řadě dalších podmínek. Např. lidé s menší tělesnou výškou a hmotností mají větší stabilitu než vyšší jedinci s vyšší hmotností. Rovněž lidé s většíma nohama snadněji udržují rovnováhu, zejména při stoji na jedné noze. Pohlavní rozdíly v rozměrech kostry (např. tvar pánve) a těla („jablko“ a „hruška“) spolu s tělesnou výškou mohou ovlivnit lokalitu centra tělesné gravitace a stabilitu postoje; tyto aspekty by měly z hlediska rovnováhy zvýhodňovat spíše ženu. V praxi se však ukázalo, že v udržování rovnováhy (stoj na jedné noze s otevřenýma i zavřenýma očima) není mezi pohlavími rozdíl.

V průběhu stárnutí dochází k progresivním ztrátám nervových buněk v mozkovém kmeni a v mozečku, k oslabení signalizačních funkcí vycházejících z kloubů a očních svalů, k degenerativním změnám v rovnovážném ústrojí vnitřního ucha a ke snížení svalové síly. Uvedené změny omezují schopnost starších osob kontrolovat tělesný pohyb pomocí samovolných drobných opravných pohybů čili zhoršují rovnováhu těla.

Opravné (korekční) pohyby ve formě drobných výkyvů těla jsou minimální v deseti letech, později se zvětšují. U starších osob nastupují pomaleji než u mladších a jsou často dezorganizované, což může vést i k celkovému ztuhnutí dolních končetin. Starší lidé tak mají problémy s rovnováhou, zejména za

podmínek tzv. smyslového konfliktu; např. se jim zatočí hlava, když procházejí blízko proudu rychle se pohybujících vozidel. Špatná rovnováha nezvyšuje jen riziko pádů, ale také vede ke zhoršení mechanické účinnosti pohybu.

Dobrá rovnováha je u starších lidí důležitá komponenta tělesné zdatnosti, neboť brání pádům, umožňuje vykonávat habituální aktivity a zvyšuje soběstačnost a nezávislost. Asi třetina osob starších 65 let každý rok upadne a zraní se, někdy velmi vážně. V posledních desetiletích u seniorů narůstají počty pádů s následným zraněním.

Protože je udržování statické a dynamické rovnováhy komplexní proces, skládá se její testování většinou z několika dílčích testů. K hodnocení **statické rovnováhy** slouží např. **Rombergův test** (naboso, tandemový stoj – nohy za sebou, špička se dotýká paty, ilustrační obr. 2), které jsou založeny na objektivním hodnocení (skórování) stoje s otevřenými a zavřenými očima (kolik sekund udrží stálou polohu bez kolísání, maximálně 60 sekund).

Dalším testem s nepřímým měřením statické rovnováhy patří **stoj na jedné noze** s otevřenými a zavřenými očima (ilustrační obr. 22). Test je hodnocen dobou, kterou měřená osoba udrží rovnováhu na dominantní noze, maximálně 60 sekund. Výsledky tohoto testu se s věkem zhoršují; např. bylo publikováno, že ve věku mezi 60 a 69 lety je u zdravých osob průměrná doba udržení rovnováhy při stoji na jedné noze s otevřenými očima 27 sekund, ve věku 70–79 let 17 sekund a mezi 80 a 99 lety 8 sekund.

Klinický test sensorické integrace slouží k hodnocení podílu vizuálních, propioceptivních a vestibulárních systémů k udržení rovnováhy. Používá se Rombergův test na molitanové podložce (redukuje schopnost použít propiocepci k úpravě postojí) se zavřenými nebo otevřenými očima (redukce vizuální kontroly); časové zhodnocení a srovnání postojí ve čtyřech rozdílných podmínkách (pevná a molitanová



OBR. 21 TANDEMŮVÝ STŮJ

Zdroj: <http://www.bmres.co.uk/UserFiles/700x0/1/brian-johnson-sharpened-romberg-test-potosi.jpg>

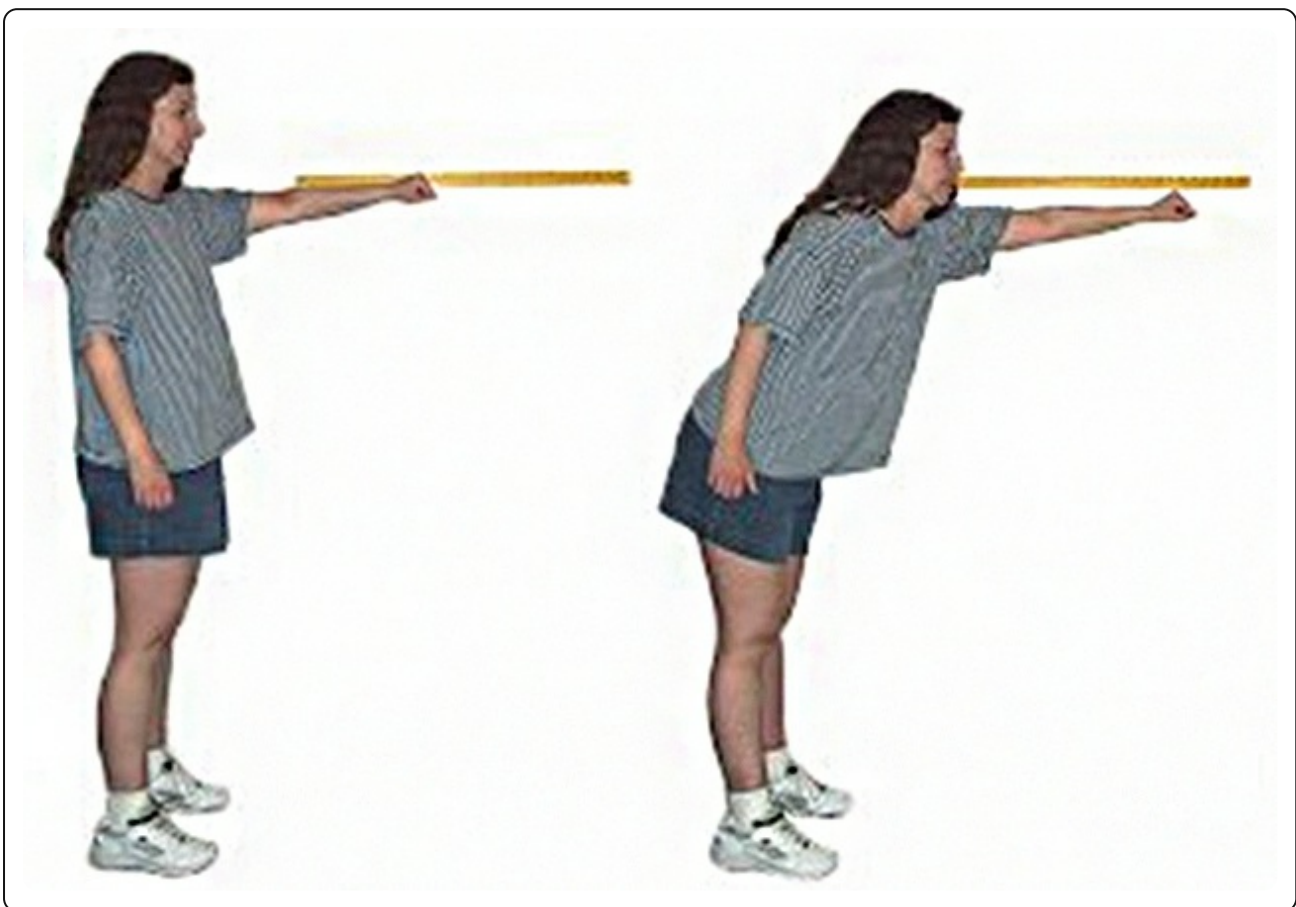


OBR. 22 ROVNŮVÁHA

Zdroj: <http://concussion.buffalo.edu/balance1.jpg>

podložka, otevřené a zavřené oči, maximum 180 sekund) umožňuje posoudit senzorický podíl na udržení rovnováhy i u mladších jedinců.

K **hodnocení dynamické rovnováhy** může sloužit např. **funkční test dosahu**, při kterém se hodnotí maximální vzdálenost, kam může ze stoje testovaná osoba dosáhnout směrem dopředu (měří se ve výšce akromia) bez ztráty rovnováhy nebo bez pohybu (3 pokusy, průměr) (ilustrační obr. 23). Klasifikace dynamické rovnováhy vychází u starších lidí ze zjištění, že dosah (měří se rozdíl mezi dosahem v prostém předpažení a maximálním dosahem) $> 24,4$ cm odpovídá malému riziku pádu, $15,24 - 25,4$ cm odpovídá střednímu riziku a $< 15,24$ cm velkému riziku; velmi velké riziko pádu je spojeno s nulovým dosahem.



OBR. 23 FUNKČNÍ TEST DOSAHU
Zdroj: <http://1.bp.blogspot.com>

Dynamickou rovnováhu můžeme rovněž posoudit **testem „postav se a jdi“**; při tomto testu měříme čas, který potřebuje v křesle (nebo na židli, výška 40–50 cm) sedící osoba k tomu, aby se postavila, ušla 3 m, obrátila se, šla zpět a opět se posadila. Smysl tohoto testu je posoudit dynamickou rovnováhu, hbitost (anglicky „agility“) a možnosti testovaného seniora z hlediska úkonů, které běžně doma vykonává. Průměrné hodnoty u osob mezi 60 a 69 lety jsou kolem 9 sekund, mezi 70 a 79 léty 10 sekund a mezi 80 a 99 léty asi 12,5 sekund.

Pro posouzení dynamické rovnováhy u sportovců a fyzicky aktivních osob může sloužit **hvězdicový vychylovací rovnovážný test** (star excursion balance test) (ilustrační obr. 24). Při tomto testu osoby stojící na jedné noze se snaží v různých směrech (hvězdicově) dosáhnout druhou nohou co nejdále. Používá se

pro posouzení deficitů dynamické posturální kontroly po muskuloskeletálním zranění (např. při nestabilitě kolenního kloubu) a během rehabilitace po zranění jinak zdravých osob.

Zajímavým testováním rovnováhy je **Bergova balanční škála (BBS)**, která se používá jako test rovnováhy u seniorů. Hodnotí se vykonání 14 funkčních pohybových úkolů na 5bodové škále (0–5 bodů) v průběhu asi 15 minut. Hodnocení 0 bodů znamená, že úkol nebyl splněn, hodnocení 4 body znamená vykonání úkolu bez dopomoci. Podobný je i **dynamický krokový (chodecký) index (Dynamic Gait Index DGI)**, při kterém se plní 8 krokových položek (např. chůze s otočením hlavy a pohledem vzhůru na povel) na 3bodové škále hodnocení.

Vedle nepřímého měření schopností udržet statickou a dynamickou rovnováhu se v praxi používá i její **přímé měření** (většinou v laboratorních podmínkách). Systémy pro přímé měření jsou založeny na plotnách (spojených s počítačem) s několika silovými snímači, které kvantifikují vertikální tlak působící na podložku. Tento vertikální tlak se používá k odvození anteroposteriorních a mediolaterálních souřadnic centra tlaku. Uvedené systémy, jejichž pořízení je relativně nákladné, poskytují data o posturálním kolísání a stabilitě při klidném stoji, o distribuci hmotnosti mezi obě nohy, o schopnosti pohybu centra vertikální síly k udržení rovnováhy a o automatické motorické odpovědi na pohyby plošiny. **Počítačová dynamická posturografie** slouží k posouzení jednotlivých i složených funkcí sensorických, motorických a biomechanických komponent rovnováhy (ilustrační obr. 25). Vzhledem k charakteru a metodice tohoto testování, je měření a jeho interpretace předmětem biomechaniky.

Trénink rovnováhy patří k nejdůležitějším pohybovým aktivitám u osob starších 65 let. Základem je neuromuskulární trénink, který zahrnuje trénink rovnováhy, hbitosti a propriocepce a má velmi silný preventivní vliv na snížení počtu pádů. U mladých sportovců trénink rovnováhy výrazně snižuje riziko podvrtnutí hlezenního kloubu.

Udržování rovnováhy je závislé na svalové síle a pružnosti těla.



OBR. 24 HVĚZDICOVÝ VYCHYLOVACÍ ROVNOVÁŽNÝ TEST
Zdroj: <http://athleticmovementperformanceandrehabilitation.com>



OBR. 25 POČÍTAČOVÁ DYNAMICKÁ POSTUROGRAFIE
Zdroj: <http://hearingandbalanceinstitute.com>

Proto pro zlepšení rovnováhy se využívá především **odporový trénink a strečink**. U starších osob (> 65 let) zvyšuje rovnováhu, svalovou sílu dolních končetin, hbitost a reakční čas i pravidelná chůze nebo vystupování na 25 cm vysoký schod (v různých směrech – dopředu, dozadu, do boku, šikmo, relativně vysoká efektivita!). Další možností je **proprioceptivní rovnovážný trénink** skládající se z dorzálních a plantárních flexí a supinací a pronací v hlezenním kloubu a z podřepů při stožení na pružné nestabilní desce.

Vedle zvyšování síly a rozsahu pohybů se pro zlepšování rovnováhy doporučují Pilates (*metoda cvičení, která se snaží dosáhnout lepší kontroly nad svým tělem, posílit jej a zlepšit jeho ohebnost; rozvíjí koordinaci, sílu, rovnováhu, flexibilitu a správné dýchání, zlepšuje držení těla a zvyšuje zejména sílu zádového, břišního a hýžděvého svalstva*), jóga a tai-chi. Jako prostředky ke zlepšení rovnováhy se nabízejí např. balanční desky, molitanové podložky a válce a nestabilní pružné plošiny nebo stabilizační balóny.

Speciální cvičení rovnováhy se provádí symetricky i asymetricky, vychází ze sedu, dřepu nebo stožení a přechází do přednožení, pokrčení, unožení, nebo výponů dolní končetiny s pohyby, rotacemi a křížením paží (např. váha, labuť, orel, atd.). Po speciálním tréninku rovnováhy dochází k výraznému zmenšení korekčních výkyvů těla a zlepšení rovnováhy.

Při preskripci programu na zlepšení rovnováhy doporučujeme cvičit minimálně 2-3krát týdně po dobu 45–60 minut. Měli bychom rovněž dbát na progresivní zvyšování obtížnosti statických balančních cviků (např. zužování stojné základny z normálního stožení do zúženého – polotandemový a tandemový stoj – a do stožení na jedné noze); totéž platí i u dynamického tréninku rovnováhy (např. postupné zavedení tandemové chůze nebo obrátů v kruhu). Cvičení by mělo stimulovat posturální svaly (např. stoj na patách nebo na špičkách) a postupně by mělo redukovat senzorycké vstupy (např. místo cviku s otevřenýma očima tentýž cvik se zavřenýma očima).

Při srovnání účinků aerobiku, odporového tréninku, tréninku rovnováhy a flexibility a tai-chi bylo zjištěno, že u starších osob všechny druhy cvičení zvýšily schopnost udržet rovnováhu přibližně stejně. Podobný výsledek byl i při srovnávání účinku jógy, tai-chi a odporového tréninku. Z jednotlivých způsobů provedení tai-chi se zdá být neúčinnější styl Wu (vyšší postoj s užší základnou a pomalejšími pohyby).

Příklady jednodušších i obtížnějších cvičení pro zlepšení rovnováhy:

Cvik č. 15

Ze stožení unožte a pokrčte pravou dolní končetinu a její chodidlo opřete o levé koleno. Horní končetiny jsou vzpaženy a pokrčeny v loktech, dlaně jsou spojeny (poloha bývá nazývána „strom“). Cvik se provádí symetricky na obě strany.



OBR. 26 CVIK Č. 15.
Zdroj: (Stejskal, 2004b)

Cvik č. 16

Ve stoji provedte váhu na pravé dolní končetině, levou skrčte. Levá horní končetina zapaží a uchopí špičku levé nohy. Poloha bývá nazývána „labuť“. Cvik se provádí na pravé i levé dolní končetině.



OBR. 27 CVIK Č. 16.
Zdroj: (Stejskal, 2004b)

Cvik č. 17

Ve dřepu (*obrázek vlevo – a*) přednožte pravou dolní končetinu a předpažte (*obrázek vpravo – b*). Cvik je náročný nejen na stabilitu, ale také na sílu a koordinaci; při zdravotních problémech s kolenními klouby tento cvik nelze doporučit. Cvik se provádí postupně na obou končetinách.



OBR. 28 CVIK Č. 17A.

Zdroj: (Stejskal, 2004b)



OBR. 29 CVIK Č. 17B.

Zdroj: (Stejskal, 2004b)

Cvik č. 18

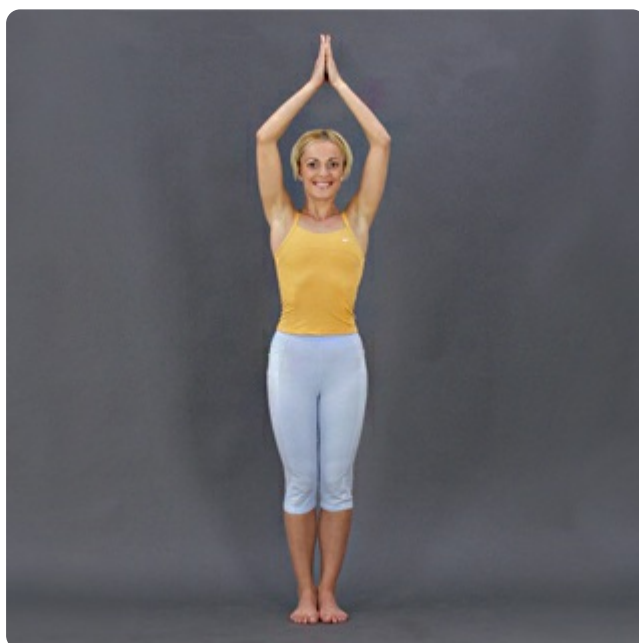
Ze stoje provedte na levé dolní končetině podřep a pravou dolní končetinu opřete nártem o zadní plochu lýtka levé dolní končetiny. Horní končetiny v předpažení pokrčte, pravé předloktí směřuje přes levé a dlaně jsou co nejvíce sepnuty (poloha se nazývá „orel“). Cvik se provádí symetricky vpravo i vlevo.



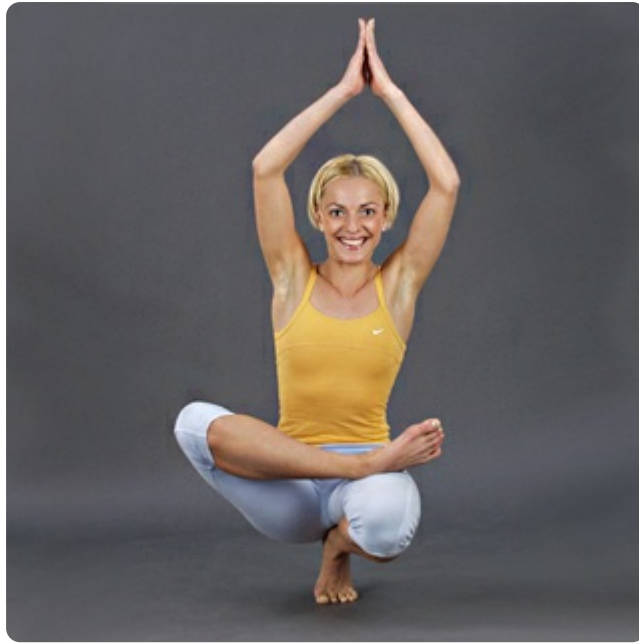
OBR. 30 CVIK Č. 18.
Zdroj: (Stejskal, 2004b)

Cvik č. 19

Ve stoji spojné vzpažte, horní končetiny pokrčte v loktech a spojte dlaně (obrázek vlevo – a). Proveďte dřep na levé dolní končetině a pravou dolní končetinu opřete zevním kotníkem o stehno levé dolní končetiny (obrázek vpravo – b). Cvik je ještě náročnější než předcházející a je vhodný pouze pro mladé a silné jedince, naopak neměl by být prováděn osobami, které mají zdravotní problémy s kyčelními a kolenními klouby. Poloha se provádí vpravo i vlevo.



OBR. 31 CVIK Č. 19A.
Zdroj: (Stejskal, 2004b)



OBR. 32 CVIK Č. 19B.

Zdroj: (Stejskal, 2004b)

Obsahové otázky

- Co jsou „statická“ a „dynamická rovnováha“?
- Jaké se popisují modely a systémy fungující při dosažení a udržování rovnováhy a posturální regulace?
- Na čem je rovnováha závislá?
- Jak ovlivňuje rovnováhu věk a jaké má negativní konsekvence zhoršená rovnováha u seniorů?
- Popište Rombergův test, test na jedné noze a klinický test sensorické integrace k hodnocení statické rovnováhy!
- Popište tři testy k hodnocení dynamické rovnováhy!
- Popište Bergův test balanční škály a test dynamického krokového indexu!
- Popište některé metodiky přímého měření statické a dynamické rovnováhy!
- Které metody se uplatňují při tréninku rovnováhy?
- Popište některá speciální cvičení rovnováhy!

Posouzení účinků PA pomocí zdravotních bodů

Systém zdravotních bodů (ZB) umožňuje optimalizovat objem cvičení a odhadnout zdravotní účinky nejen cyklických, ale i acyklických pohybových aktivit. ZB umožňují každému člověku kvantifikovat změny životního stylu, snížit dosavadní rizika a dosáhnout pomocí cvičení pozitivních zdravotních efektů.

Princip ZB vychází z potřeby určitého objemu energetického výdeje, který je zapotřebí k pozitivnímu ovlivnění zdraví (zpočátku minimálně 10 kcal.kg^{-1} , později 25 kcal.kg^{-1} za týden). Systém ZB je založen na výsledcích četných studií, které se zabývaly měřením VO_2 , a tím i energetické spotřeby při nejrůznějších cyklických i acyklických pohybových aktivitách a druzích sportu. Podle systému ZB by cvičící člověk měl každý týden při pohybové aktivitě získat zpočátku minimálně 50 ZB, optimálně při dobrém zdravotním stavu a odpovídající zdatnosti 125 ZB.

Pro vztahy mezi energetickou spotřebou a ZB za týden platí, že:

- 25 kcal.kg^{-1} za týden = 125 ZB týden
- 1 kcal.kg^{-1} za týden = 5 ZB za týden
- $0,2 \text{ kcal.kg}^{-1}$ za týden = 1 ZB za týden

Pro vztahy mezi spotřebou kyslíku (VO_2) a ZB při zaokrouhleném energetickém ekvivalentu pro kyslík (5 kcal) platí, že:

- $\text{VO}_2 = 1 \text{ L} = 5 \text{ kcal}$
- $\text{VO}_2 = 0,2 \text{ L} = 1 \text{ kcal}$
- $\text{VO}_2 \cdot \text{min}^{-1} = 0,04 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} = 40 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} = 0,2 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1} = 1 \text{ ZB} \cdot \text{min}^{-1}$

Nebo jinak

- $1 \text{ ZB} \cdot \text{min}^{-1} = \text{VO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} (\text{ml}) : 40$
- $\text{VO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} (\text{ml}) = 40 \cdot \text{ZB} \cdot \text{min}^{-1}$

V další části textu je pro ilustraci uveden petitem postup, jakým se vypočítává energetická spotřeba, resp. VO_2 , při chůzi nebo běhu po rovině nebo ve zvlněném nebo kopcovitém terénu.

Základní výpočet $\text{VO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ z rychlosti chůze nebo běhu vychází ze dvou rovnic:

- *Chůze: $\text{VO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} (\text{ml}) = (0,395 \cdot v^2) + 4,268$*

- Běh: $VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1} (ml) = (3,749 \cdot v) - 2,133$

kde v = rychlost běhu (km.hod-1). Hranice mezi výpočtem podle první a druhé rovnice je

$$v = 7,259 \text{ km.hod-1 nebo } VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1} = 25,081 \text{ ml.}$$

Protože se při chůzi nebo běhu do kopce energetická spotřeba zvyšuje, musíme připočítat na jednotku sklonu příslušný energetický nárůst. Rovnice platí za předpokladu, že zhruba stejnému stoupání odpovídá i stejné klesání (start a cíl na jednom místě). To umožňuje vypočítat pro určitou rychlost pohybu energetickou spotřebu při pohybu do kopce a s kopce (RES), vztaženou na průměrné jednocentní převýšení.

RES je vypočítána pro chůzi i pro běh a je převedena na $VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (EE pro kyslík = 4,92).

Při chůzi se RES se zvyšující rychlostí zvětšuje.

- $RES (VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}) = \% (0,067v - 0,039)$,

kde % = průměrná hodnota stoupání a klesání.

Rovnice pro výpočet rychlosti chůze nemá lineární tvar, proto rovnice pro výpočet $VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (resp. v) ve zvlněném nebo kopcovitém terénu mají polynomiální tvar:

- $VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1} = 0,395v^2 + 4,286 + 0,067 v \% - 0,039 \%$
- $v = \{[\text{odmocnina } (1,58 VO_2/kg) + (0,067 \%)^2 + 0,062\% - 6,772] - (0,067 \%)\} : 0,79$

Při běhu zůstává RES stejný, jeho průměrná hodnota na 1% stoupání a klesání činí 0,203:

- $VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1} = 3,749v - 2,133 + 0,203 \%$
- $v = [VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1} + 2,133 - (0,203 \%)] : 3,749$

V dikci těchto rovnic mírně zvlněný terén odpovídá sklonu 2 %, zvlněný terén 5 % a kopcovitý terén 10 %.

Zároveň se mění hranice rychlosti nebo $VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ mezi rovnicemi pro výpočet rychlosti chůze nebo běhu.

Změna limitní hodnoty v nebo $VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$

- Sklon 0 % 7,259 km/hod, 25,081 ml
- Sklon 2 % 7,008 km/hod, 24,546 ml
- Sklon 5 % 6,664 km/hod, 23,856 ml
- Sklon 10 % 6,148 km/hod, 22,946 ml

V kopcovitém terénu je limitní rychlost, při které se musí začít běžet, aby bylo dosaženo dalšího zvýšení rychlosti nižší než v terénu rovinném.

Snížení rychlosti běhu při pohybu v nerovném terénu.

- $v(\text{km/h}) = (\text{VO}_2/\text{kg} + 2,133) : 3,749$ (0 %)
- $v(\text{km/h}) = (\text{VO}_2/\text{kg} + 1,727) : 3,749$ (2 %)
- $v(\text{km/h}) = (\text{VO}_2/\text{kg} + 1,118) : 3,749$ (5 %)
- $v(\text{km/h}) = (\text{VO}_2/\text{kg} + 0,103) : 3,749$ (10 %)

V tabulkách č. 6 až 9 jsou uvedeny hodnoty ZB pro základní pohybové aktivity, tedy pro chůzi a běh. Zvláště jsou uvedeny hodnoty ZB pro pohyb v rovinném terénu, v mírně zvlněném terénu, kde střídavě stoupání a klesání dosahuje průměrně 2 %, ve zvlněném terénu, kde stoupání a klesání dosahuje průměrně 5 % a v kopcovitém terénu, kde stoupání a klesání dosahuje průměrně 10 %. Pro chodecký nebo běžecký trénink obvykle zpočátku využíváme rovinný terén nebo mírně zvlněný terén.

Abychom mohli vypočítat hodnotu ZB, potřebujeme znát délku trati a čas, za který jsme ji ušli nebo uběhli. Práci s tabulkami a výpočet ZB lze demonstrovat na virtuálním příkladu zhruba padesátileté ženy, která měla sedavé zaměstnání, ve volném čase se nevěnovala žádné pohybové aktivitě, měla nadváhu (měřila 164 cm a vážila 73 kg), podle výsledků zátěžového laboratorního vyšetření měla podprůměrnou zdatnost a začala cvičit pomocí startovacího programu. Chodila každý druhý den a rychlost pohybu si řídila podle nastaveného monitoru SF. Zjistila, že za 20 minut ujde 1,5 km (rychlost 4,5 km.hod⁻¹). Podle tabulky 6 rychlost chůze 4,5 km.hod⁻¹ v rovinném terénu odpovídá 0,3067 ZB.min⁻¹; to znamená, že za 20 minut získala 6,134 ZB. Cvičila každý druhý den (v průměru 3,5krát týdně), proto její energetický výdej při chodeckém tréninku činil v prvním týdnu startovacího programu asi 21,5 ZB. Tato hodnota je příliš nízká a je zřejmé, že takové cvičení ještě nemá pozitivní účinek na zdraví. Avšak už za 6 týdnů, kdy při stejné SF chodila 45 minut rychlostí 5,3 km/hod, získala 0,3841 ZB.min⁻¹, za jeden 45minutový trénink 17,3 ZB a za týden 60,5 ZB; tato kvalita cvičení má již pozitivní zdravotní účinky. Za další měsíc při rychlosti 5,45 km.hod⁻¹ (chodila 45 min) získala za týden průměrně 63 ZB, po čtvrt roce při rychlosti 6,0 km.hod⁻¹ (chodila 41 min) průměrně 66,5 ZB a za půl roku při rychlosti 6,8 km/hod (střídavě běhala a chodila 36 min) průměrně 71 ZB.

Dobu (v minutách), odpovídající optimální energetické spotřebě za týden (tedy 125 ZB) vypočítáme tak, že hodnotu 125 ZB podělíme hodnotou ZB, kterou získá při této aktivitě sportující jedinec za 1 minutu. Tak např. muž, který za čtvrt roku cvičení pro zdraví běhá v rovinném terénu rychlostí 9,5 km.hod⁻¹, získá podle tab. 6 při běhu v rovinném terénu 0,8371 ZB.min⁻¹. Má-li získat optimální hodnotu 125 ZB, musí běhat asi 2,5 hod za týden (125/0,8371); protože běhá ob den, jeden trénink by měl trvat necelé 43 minuty (150 : 3,5). Na konci půlročního tréninkového programu by mu mělo stačit při optimální rychlosti 10 km.hod⁻¹ jen přibližně 40 minut.

Tab. 6 Přepočítání rychlosti pohybu v rovinném terénu na zdravotní body, které získáme za 1 min aktivity (ZB.min⁻¹)

Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min
2,0	0,1462	6,6	0,5369	11,2	0,9964

Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min
2,1	0,1502	6,7	0,5500	11,3	1,0058
2,2	0,1545	6,8	0,5633	11,4	1,0151
2,3	0,1589	6,9	0,5768	11,5	1,0245
2,4	0,1636	7,0	0,5906	11,6	1,0339
2,5	0,1684	7,1	0,6045	11,7	1,0433
2,6	0,1735	7,2	0,6215	11,8	1,0526
2,7	0,1787	7,3	0,6309	11,9	1,0620
2,8	0,1841	7,4	0,6402	12,0	1,0714
2,9	0,1897	7,5	0,6496	12,1	1,0807
3,0	0,1956	7,6	0,6590	12,2	1,0901
3,1	0,2016	7,7	0,6684	12,3	1,0995
3,2	0,2078	7,8	0,6777	12,4	1,1089
3,3	0,2142	7,9	0,6871	12,5	1,1182
3,4	0,2209	8,0	0,6965	12,6	1,1276
3,5	0,2277	8,1	0,7058	12,7	1,1370
3,6	0,2347	8,2	0,7152	12,8	1,1464
3,7	0,2419	8,3	0,7246	12,9	1,1557
3,8	0,2493	8,4	0,7340	13,0	1,1651
3,9	0,2569	8,5	0,7433	13,1	1,1745
4,0	0,2647	8,6	0,7527	13,2	1,1838
4,1	0,2727	8,7	0,7621	13,3	1,1932
4,2	0,2809	8,8	0,7715	13,4	1,2026
4,3	0,2893	8,9	0,7808	13,5	1,2120
4,4	0,2979	9,0	0,7902	13,6	1,2213
4,5	0,3067	9,1	0,7996	13,7	1,2307
4,6	0,3157	9,2	0,8089	13,8	1,2401
4,7	0,3248	9,3	0,8183	13,9	1,2495
4,8	0,3342	9,4	0,8277	14,0	1,2588
4,9	0,3438	9,5	0,8371	14,1	1,2682
5,0	0,3536	9,6	0,8464	14,2	1,2776
5,1	0,3635	9,7	0,8558	14,3	1,2869
5,2	0,3737	9,8	0,8652	14,4	1,2963
5,3	0,3841	9,9	0,8746	14,5	1,3057
5,4	0,3947	10,0	0,8839	14,6	1,3151
5,5	0,4054	10,1	0,8933	14,7	1,3244
5,6	0,4164	10,2	0,9027	14,8	1,3338
5,7	0,4275	10,3	0,9120	14,9	1,3432
5,8	0,4389	10,4	0,9214	15,0	1,3526
5,9	0,4504	10,5	0,9308	15,1	1,3619

Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min
6,0	0,4622	10,6	0,9402	15,2	1,3713
6,1	0,4741	10,7	0,9495	15,3	1,3807
6,2	0,4863	10,8	0,9589	15,4	1,3900
6,3	0,4986	10,9	0,9683	15,5	1,3994
6,4	0,5112	11,0	0,9777	15,6	1,4088
6,5	0,5239	11,1	0,9870	15,7	1,4182

Tab. 7 Přepočítání rychlosti pohybu v mírně zvlněném terénu na zdravotní body, které získáme za 1 min aktivity (ZB.min⁻¹)

Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min
2,0	0,1514	6,6	0,5575	11,2	1,0065
2,1	0,1558	6,7	0,5709	11,3	1,0159
2,2	0,1604	6,8	0,5846	11,4	1,0253
2,3	0,1651	6,9	0,5985	11,5	1,0347
2,4	0,1701	7,0	0,6129	11,6	1,0440
2,5	0,1753	7,1	0,6223	11,7	1,0534
2,6	0,1807	7,2	0,6316	11,8	1,0628
2,7	0,1862	7,3	0,6410	11,9	1,0722
2,8	0,1920	7,4	0,6504	12,0	1,0815
2,9	0,1980	7,5	0,6598	12,1	1,0909
3,0	0,2041	7,6	0,6691	12,2	1,1003
3,1	0,2105	7,7	0,6785	12,3	1,1096
3,2	0,2170	7,8	0,6879	12,4	1,1190
3,3	0,2238	7,9	0,6973	12,5	1,1284
3,4	0,2307	8,0	0,7066	12,6	1,1378
3,5	0,2379	8,1	0,7160	12,7	1,1471
3,6	0,2452	8,2	0,7254	12,8	1,1565
3,7	0,2528	8,3	0,7347	12,9	1,1659
3,8	0,2605	8,4	0,7441	13,0	1,1753
3,9	0,2685	8,5	0,7535	13,1	1,1846
4,0	0,2766	8,6	0,7629	13,2	1,1940
4,1	0,2849	8,7	0,7722	13,3	1,2034
4,2	0,2935	8,8	0,7816	13,4	1,2127
4,3	0,3022	8,9	0,7910	13,5	1,2221
4,4	0,3111	9,0	0,8004	13,6	1,2315
4,5	0,3202	9,1	0,8097	13,7	1,2409
4,6	0,3296	9,2	0,8191	13,8	1,2502

Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min
4,7	0,3391	9,3	0,8285	13,9	1,2596
4,8	0,3488	9,4	0,8378	14,0	1,2690
4,9	0,3587	9,5	0,8472	14,1	1,2783
5,0	0,3688	9,6	0,8566	14,2	1,2877
5,1	0,3791	9,7	0,8660	14,3	1,2971
5,2	0,3896	9,8	0,8753	14,4	1,3065
5,3	0,4003	9,9	0,8847	14,5	1,3158
5,4	0,4112	10,0	0,8941	14,6	1,3252
5,5	0,4223	10,1	0,9034	14,7	1,3346
5,6	0,4336	10,2	0,9128	14,8	1,3440
5,7	0,4451	10,3	0,9222	14,9	1,3533
5,8	0,4568	10,4	0,9316	15,0	1,3627
5,9	0,4687	10,5	0,9409	15,1	1,3721
6,0	0,4808	10,6	0,9503	15,2	1,3814
6,1	0,4931	10,7	0,9597	15,3	1,3908
6,2	0,5056	10,8	0,9691	15,4	1,4002
6,3	0,5182	10,9	0,9784	15,5	1,4096
6,4	0,5311	11,0	0,9878	15,6	1,4189
6,5	0,5442	11,1	0,9972	15,7	1,4283

Tab. 8 Přepočít rychlosti pohybu ve zvolněném terénu na zdravotní body, které získáme za 1 min aktivity (ZB.min⁻¹)

Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min
2,0	0,1585	6,6	0,5906	11,2	1,0218
2,1	0,1634	6,7	0,6000	11,3	1,0311
2,2	0,1685	6,8	0,6094	11,4	1,0405
2,3	0,1738	6,9	0,6188	11,5	1,0499
2,4	0,1792	7,0	0,6281	11,6	1,0593
2,5	0,1849	7,1	0,6375	11,7	1,0686
2,6	0,1908	7,2	0,6469	11,8	1,0780
2,7	0,1969	7,3	0,6562	11,9	1,0874
2,8	0,2031	7,4	0,6656	12,0	1,0968
2,9	0,2096	7,5	0,6750	12,1	1,1061
3,0	0,2163	7,6	0,6844	12,2	1,1155
3,1	0,2231	7,7	0,6937	12,3	1,1249
3,2	0,2302	7,8	0,7031	12,4	1,1342
3,3	0,2374	7,9	0,7125	12,5	1,1436

Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min
3,4	0,2449	8,0	0,7219	12,6	1,1530
3,5	0,2525	8,1	0,7312	12,7	1,1624
3,6	0,2604	8,2	0,7406	12,8	1,1717
3,7	0,2684	8,3	0,7500	12,9	1,1811
3,8	0,2767	8,4	0,7593	13,0	1,1905
3,9	0,2851	8,5	0,7687	13,1	1,1998
4,0	0,2938	8,6	0,7781	13,2	1,2092
4,1	0,3026	8,7	0,7875	13,3	1,2186
4,2	0,3116	8,8	0,7968	13,4	1,2280
4,3	0,3209	8,9	0,8062	13,5	1,2373
4,4	0,3303	9,0	0,8156	13,6	1,2467
4,5	0,3399	9,1	0,8249	13,7	1,2561
4,6	0,3497	9,2	0,8343	13,8	1,2655
4,7	0,3598	9,3	0,8437	13,9	1,2748
4,8	0,3700	9,4	0,8531	14,0	1,2842
4,9	0,3804	9,5	0,8624	14,1	1,2936
5,0	0,3910	9,6	0,8718	14,2	1,3029
5,1	0,4018	9,7	0,8812	14,3	1,3123
5,2	0,4128	9,8	0,8906	14,4	1,3217
5,3	0,4240	9,9	0,8999	14,5	1,3311
5,4	0,4354	10,0	0,9093	14,6	1,3404
5,5	0,4470	10,1	0,9187	14,7	1,3498
5,6	0,4588	10,2	0,9280	14,8	1,3592
5,7	0,4708	10,3	0,9374	14,9	1,3686
5,8	0,4830	10,4	0,9468	15,0	1,3779
5,9	0,4954	10,5	0,9562	15,1	1,3873
6,0	0,5080	10,6	0,9655	15,2	1,3967
6,1	0,5208	10,7	0,9749	15,3	1,4060
6,2	0,5338	10,8	0,9843	15,4	1,4154
6,3	0,5470	10,9	0,9937	15,5	1,4248
6,4	0,5603	11,0	1,0030	15,6	1,4342
6,5	0,5739	11,1	1,0124	15,7	1,4435

Tab. 9 Přepočítání rychlosti pohybu v kopcovitém terénu na zdravotní body, které získáme za 1 min aktivity (ZB/min)

Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min
2,0	0,1703	6,6	0,6160	11,2	1,0471

Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min
2,1	0,1761	6,7	0,6254	11,3	1,0565
2,2	0,1820	6,8	0,6348	11,4	1,0659
2,3	0,1881	6,9	0,6441	11,5	1,0753
2,4	0,1944	7,0	0,6535	11,6	1,0846
2,5	0,2009	7,1	0,6629	11,7	1,0940
2,6	0,2076	7,2	0,6722	11,8	1,1034
2,7	0,2146	7,3	0,6816	11,9	1,1128
2,8	0,2217	7,4	0,6910	12,0	1,1221
2,9	0,2290	7,5	0,7004	12,1	1,1315
3,0	0,2365	7,6	0,7097	12,2	1,1409
3,1	0,2442	7,7	0,7191	12,3	1,1502
3,2	0,2521	7,8	0,7285	12,4	1,1596
3,3	0,2602	7,9	0,7379	12,5	1,1690
3,4	0,2684	8,0	0,7472	12,6	1,1784
3,5	0,2769	8,1	0,7566	12,7	1,1877
3,6	0,2856	8,2	0,7660	12,8	1,1971
3,7	0,2945	8,3	0,7753	12,9	1,2065
3,8	0,3036	8,4	0,7847	13,0	1,2159
3,9	0,3129	8,5	0,7941	13,1	1,2252
4,0	0,3223	8,6	0,8035	13,2	1,2346
4,1	0,3320	8,7	0,8128	13,3	1,2440
4,2	0,3419	8,8	0,8222	13,4	1,2533
4,3	0,3520	8,9	0,8316	13,5	1,2627
4,4	0,3622	9,0	0,8410	13,6	1,2721
4,5	0,3727	9,1	0,8503	13,7	1,2815
4,6	0,3833	9,2	0,8597	13,8	1,2908
4,7	0,3942	9,3	0,8691	13,9	1,3002
4,8	0,4053	9,4	0,8784	14,0	1,3096
4,9	0,4165	9,5	0,8878	14,1	1,3189
5,0	0,4280	9,6	0,8972	14,2	1,3283
5,1	0,4396	9,7	0,9066	14,3	1,3377
5,2	0,4515	9,8	0,9159	14,4	1,3471
5,3	0,4635	9,9	0,9253	14,5	1,3564
5,4	0,4757	10,0	0,9347	14,6	1,3658
5,5	0,4882	10,1	0,9440	14,7	1,3752
5,6	0,5008	10,2	0,9534	14,8	1,3846
5,7	0,5137	10,3	0,9628	14,9	1,3939
5,8	0,5267	10,4	0,9722	15,0	1,4033
5,9	0,5399	10,5	0,9815	15,1	1,4127

Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min	Rychlost (km/hod)	ZB/min
6,0	0,5533	10,6	0,9909	15,2	1,4220
6,1	0,5691	10,7	1,0003	15,3	1,4314
6,2	0,5785	10,8	1,0097	15,4	1,4408
6,3	0,5879	10,9	1,0190	15,5	1,4502
6,4	0,5973	11,0	1,0284	15,6	1,4595
6,5	0,6066	11,1	1,0378	15,7	1,4689

Pokud používáme pro cvičení stacionární bicykl (např. rotoped), stepper, nebo veslařský treňažér, je často na výstupu z přístroje k dispozici informace o vydané energii. Z hodnoty vydané energie vypočítáme ZB tak, že podělíme hodnotu energetického výdeje pětinou své váhy. Vydá-li např. osoba jedoucí na rotopedu 120 kcal a jeho hmotnost je 75 kg, potom tímto cvičením získá 8 ZB ($120 : \{75 : 5\} = 120 : 15 = 8$).

Jestliže budeme chtít vypočítat ZB pro jinou cyklickou pohybovou aktivitu, např. běh na lyžích, jízdu na kole nebo další pohybové aktivity, můžeme použít tabulku 10. Když např. pojedeme na kole rychlostí 20 km.hod-1, získáme za minutu 0,62 ZB; abychom např. získali oněch 125 ZB nutných pro maximální účinky pohybové aktivity, musíme ob den při této rychlosti jet takřka hodinu.

Je třeba si uvědomit, že pracovní účinnost např. při jízdě na kole je závislá na řadě faktorů, které tento výpočet zcela pomíjí. Jestliže pojedeme do kopce, proti větru a na těžkém kole bez převodů, bude naše energetická spotřeba výrazně vyšší než při jízdě stejnou rychlostí, ale s kopce, po větru a na lehkém dobře převodovaném silničním kole; totéž platí samozřejmě i pro další cyklické sporty. Proto je z těchto důvodů lepší použít tabulku 11 a pro hodnocení intenzity zatížení (lehká, střední a těžká) se řídit SF, subjektivním vnímáním vynaloženého úsilí (RPE) a některými dalšími známkami únavy:

Při cvičení **lehké intenzity**, které je charakterizováno pocitem odpovídajícím RPE méně než 12 bodů, je pocení jen minimální a dechová frekvence se zvýší jen málo. Srdeční frekvence odpovídá méně než 50 % MTR.

Střední intenzita zatížení je subjektivně vnímána jako poněkud těžká (RPE = 12–13 bodů) a člověk je při ní zpocený a má zrychlené dýchání, při kterém je možnost verbální komunikace mírně omezená.

Srdeční frekvence se pohybuje mezi 50 % MTR a SFc sníženou asi o 5–10 tepů.

RPE při **vysoké intenzitě** zatížení je 14–16 bodů, pocení je výrazné a dechová frekvence je hodně zvýšená (nedovoluje normální mluvení). SF odpovídá optimálnímu nebo i vyššímu zatížení (> SFc).

Použijeme-li např. pro aerobní trénink ve fázi zvyšování tělesné zdatnosti aerobik a budeme mít SF odpovídající 70 % MTR, budeme vnímat toto cvičení jako poněkud těžké a budeme při něm zpocení, potom vyhledáme v tab. 11 hodnotu pro aerobik a střední intenzitu zatížení ($0,53 \text{ ZB} \cdot \text{min}^{-1}$). Kdybychom chtěli pomocí aerobiku dosáhnout maximálního zdravotního efektu, museli bychom týdně cvičit touto intenzitou téměř 4 hod (236 minut). Jestliže budeme cvičit obden, měla by jedna lekce trvat asi 67 minut;

spolu s rozcvičením a zklidněním budeme tedy jedné cvičební jednotce věnovat necelou 1,5 hodinu. Kdyby nám ale zdravotní stav a fyzická kondice dovolily cvičit při vysoké intenzitě ($0,79 \text{ ZB}\cdot\text{min}^{-1}$), stačilo by, aby lekce trvala 45 minut.

Samozřejmě, že tabulku 11 lze využít zejména pro hodnocení zdravotního efektu acyklických sportů, které můžeme (nejlépe po dosažení optimální kondice) velmi efektivně kombinovat podle podmínek, ročního období, zájmů a možností s cyklickými sporty. Tak např. kombinovaná pohybová aktivita tvořená 2krát 70 minutami volejbalu, 2krát 70 minutami tenisu, 2krát 40 minutami běhání rychlostí $10 \text{ km}\cdot\text{hod}^{-1}$ a 1krát 80 minutami kruhového tréninku za 14 dní (frekvence cvičení je obden), bude pro většinu rekreačně sportujících osob dostatečná pro maximální zdravotní efekty.

Maximálního efektu roční pohybové aktivity (6500 ZB) lze dosáhnout např. za 306 hodin chůze v rovinném terénu rychlostí $5 \text{ km}\cdot\text{hod}^{-1}$ (1 hodinu a 40 minut ob den); za 101 hodin běhu rychlostí $12 \text{ km}\cdot\text{hod}^{-1}$ (55 min ob den), za 204 hod hraní tenisu střední intenzitou (1 hodinu a 7 minut ob den) atd. Tato doba činí v průměru 25 až 50 minut denně, tj. jen 2,0 až 3,5 % času, kterým disponujeme. Je to relativně velmi krátký časový úsek, který by lidé měli věnovat pohybové aktivitě pro své vlastní zdraví.

Ještě jednou je třeba zdůraznit, že cvičení musí být i ve fázi udržování tělesné zdatnosti pokud možno pravidelné a musí být rozloženo do celého období. Kdyby např. získal potřebných 6500 ZB mladý a zdravý člověk tím, že by běhal dvakrát týdně (např. o víkendu) hodinu v rovinném terénu rychlostí $11,7 \text{ km}\cdot\text{hod}^{-1}$ ($1,0433 \text{ ZB}\cdot\text{min}^{-1}$ – tabulka 6), projevil by se dopad této aktivity na jednotlivé rizikové faktory méně než u člověka, který by se pohyboval pomaleji a po kratší dobu, ale který by stejný objem cvičení rozložil do pohybové aktivity konané každý den nebo obden.

Tab. 10 Přepočítání sportovních aktivit na zdravotní body, které získáme za 1 min ($\text{ZB}\cdot\text{min}^{-1}$)

Aktivita	Intenzita	ZB.min ⁻¹
Běh na lyžích (rychlost km/h)	4	0,48
	6	0,67
	8	0,87
	10	1,07
	12	1,25
	14	1,44
Bruslení (rychlost km/hod)	18	0,35
	25	0,42
	28	0,81
	32	0,95
	36	1,33
Hraní golfu + nošení golfových holí	-	0,45
Hraní golfu + tlačení vozíku	-	0,35
Hraní golfu + řízení vozíku	-	0,22

Aktivita	Intenzita	ZB.min-1
Jízda na kajaku (rychlost km/h)	12,5	0,68
	15,0	0,96
Jízda na kole (rychlost km/h)	10	0,42
	15	0,52
	20	0,62
	25	0,74
	30	0,86
Plavání (rychlost km/hod)	2,0	0,38
	2,5	0,60
	3,0	0,78
	3,5	1,01
	4,0	1,19
Veslování (rychlost km/hod)	4	0,48
	8	0,90
	12	1,18
	16	1,44
	20	1,67
Skákání přes švihadlo (počet skoků/min)	66	0,86
	84	0,92
	100	0,96
	120	1,00
	125	1,02
	130	1,03
	135	1,05
	145	1,06

Tab. 11 Přepočítání sportovních a společenských aktivit na zdravotní body, které získáme za 1 min (ZB.min⁻¹)

Aktivita	Intenzita		
	Lehká	Střední	Těžká
Aerobik	0,35	0,53	0,79
Aqua aerobik	0,35	0,53	0,79
Badminton	0,26	0,53	0,79
Balet	0,44	0,53	0,70
Baseball	0,26	0,35	0,44
Basketbal	0,53	0,70	0,96
Fotbal	0,44	0,61	0,96
Házená	0,53	0,70	0,96

Aktivita	Intenzita		
	Lehká	Střední	Těžká
Horolezectví	0,61	0,70	0,88
Jízda na kolečkových bruslích	0,44	0,57	0,70
Judo	0,53	0,70	1,05
Kanoistika	0,26	0,35	0,53
Karate	0,44	0,70	1,05
Krasobruslení	0,35	0,53	0,88
Kriket	0,26	0,35	0,44
Kruhový posilovací trénink	0,26	0,44	0,61
Lacrosse	0,53	0,70	0,88
Lední hokej	0,53	0,70	0,88
Moderní tance	0,44	0,53	0,70
Myslivost	0,26	0,44	0,61
Orientační běh	0,70	0,88	1,05
Pěší turistika	0,26	0,53	0,70
Plážové plavání	0,18	0,26	0,35
Ploutvové plavání	0,35	0,53	0,88
Potápění	0,35	0,44	0,53
Pozemní hokej	0,53	0,70	0,88
Prostná	0,26	0,44	0,70
Rugby	0,43	0,70	0,96
Sjezd na lyžích	0,35	0,53	0,70
Skateboard	0,44	0,57	0,70
Softbal	0,26	0,35	0,44
Společenské tance	0,26	0,35	0,44
Sportovní gymnastika	0,44	0,61	0,88
Squash	0,53	0,79	1,05
Stolní tenis	0,26	0,44	0,70
Synchronizované plavání	0,35	0,53	0,70
Šerm	0,44	0,61	0,88
Školní tělesná výchova	0,35	0,53	0,79
Šnorchlové plavání	0,35	0,44	0,53
Tenis	0,35	0,53	0,88
Veslování	0,61	0,88	1,14
Vodní pólo	0,53	0,70	0,96
Volejbal	0,44	0,53	0,70
Vystupování po schodech	0,35	0,61	0,96

Tréninkový deník

Pro některé jedince je motivující vedení „tréninkového deníku“, ve kterém je jednoduchou formou veden záznam a kontrolní údaje cvičení nebo tréninku. V obecné rovině platí, že vedení záznamu některým lidem pomáhá překonávat překážky spojené se změnou životního stylu a zvyšuje pravděpodobnost dlouhodobé adherence.

Jako tréninkový deník může sloužit obyčejný sešit, ve kterém je např. osm sloupců (viz níže). V prvním uvedeme datum, event. pro snadnější orientaci i den v týdnu. Ve druhém sloupci si poznamenáme druh cvičení (např. chůze, kolo, běžky, tenis, atd.) a ve třetím celkové trvání tréninku. Čtvrtý sloupec budou vyplňovat pouze ti, kteří používají monitor SF a zapíšou sem trvání cvičení v nastaveném pásmu srdeční frekvence. V pátém sloupci zhodnotíme intenzitu zatížení pomocí subjektivně hodnoceného vynaloženého úsilí (RPE). Abychom mohli vypočítat ZB, poznačíme si v šestém sloupci odhadnutou rychlost pohybu nebo intenzitu zatížení a z nich vyplývající ZB za minutu cvičení; v sedmém sloupci potom uvedeme hodnotu ZB za celkovou dobu cvičení a poslední sloupec necháme volný pro případné poznámky vztahující se k tréninku (obzvláště příjemné nebo nepříjemné pocity, počasí, zvláštní okolnosti atd.). Jestliže sledujeme cvičením i nějaké měřitelné zdravotní efekty (např. hmotnost, objem pasu, krevní tlak, cholesterol, krevní cukr, atd.), je vhodné si poznamenat do tohoto sloupce i tyto údaje.

Tab. 12 Sloupce tréninkového deníku:

1	2	3	4	5	6	7	8
Datum / den v týdnu	Druh cvičení	Celkové trvání (min)	Trvání cvičení v doporučeném pásmu (min)	RPE (body)	Rychlost (km/hod) / intenzita zatížení (ZB/min)	ZB	Poznámky

Pro zvláště pečlivé sportovce, kteří mají program pohybové aktivity kombinovaný z několika sportovních odvětví, je možné si vést navíc i celkový přehled o zisku ZB za delší období (tabulka 13).

Tab. 13 Příklad záznamu pohybové aktivity hodnocené pomocí ZB od 5.1. do 1.2. Množství ZB za týden získáme součtem bodů za každý den.

Datum	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle	ZB/týden
5.1.– 11.1.	28,0	-	27,0	-	24,0	-	29,0	108,0
12.1.– 18.1.	-	29,0	-	27,0	-	31,0	-	87,0
19.1.– 25.1.	27,0	-	29,0	-	25,0	-	31,0	112,0
26.1.– 1.2.	-	28,0	-	29,0	-	28,0	-	85,0

Datum	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle	ZB/týden
Průměr ZB od 5.1.- 1.2.	27,5	28,5	28,0	28,0	24,5	29,5	30,0	98,0

Obsahové otázky

- Jaký je smysl a z čeho vychází hodnocení pohybové aktivity pomocí ZB?
- Jaké jsou vztahy mezi energetickou spotřebou, VO_2 a ZB?
- Zjistěte za pomoci tabulek, jak dlouho by měl chodit člověk rychlostí $5,5 \text{ km.hod}^{-1}$, aby získal za týden plný počet 125 ZB! Proveďte si další výpočty s jinými výchozími hodnotami a pro jiné cyklické sporty!
- Jak je možno z hodnot energetického výdeje vypočítat ZB?
- Na základě kterých proměnných je možno charakterizovat lehkou, střední a vysokou intenzitu zatížení při sportování?
- Jak dlouho by měl člověk ještě běhat rychlostí 10 km.hod^{-1} , aby získal 125 ZB za týden, jestliže chodí jednou za týden hrát badminton (střední intenzita) a jednou za týden půl hodiny plavat (rychlost $2,3 \text{ km.hod}^{-1}$)? Proveďte si další výpočty s jinými výchozími hodnotami a pro jiné druhy sportů!
- Jaký význam má vedení tréninkového deníku a které údaje je vhodné do něho zaznamenat?

Praktické možnosti odhadu jednotlivých ukazatelů pohybové aktivity

Při kontrole a sebekontrole cvičení nebo tréninkového procesu je dobré umět na základě vzájemných vztahů zhruba odhadnout jednotlivé proměnné, které nemůžeme nebo nechceme měřit. Samozřejmě, že cílem tohoto odhadu není nahradit výsledky laboratorního nebo terénního zátěžového vyšetření; spíše jde o přibližnou orientaci zejména v intenzitě zatížení, v objemu tréninku nebo v energetické spotřebě.

Základem takového odhadu je měření SF v průběhu cvičení nebo tréninku pomocí monitoru SF a jednoduchý výpočet, do kterého většinou dosazujeme i SF naměřenou v klidu, tělesnou hmotnost a výšku, rychlost cyklického pohybu nebo hodnotu zdravotních bodů odpovídající konkrétní pohybové aktivitě. Vzhledem k velké variabilitě trénovanosti a trénovatelnosti má výsledek takového odhadu jen hrubě orientační charakter a v žádném případě nemůže nahradit přímá měření. Proto i když provedeme přesně jednotlivé početní úkony, je třeba výsledek racionálně zaokrouhlit tak, aby odpovídal cíli, pro který jsme odhad provedli. Zejména převod mezi relativním zatížením cirkulace (% MTR) a relativním metabolickým zatížením (% VO_2 max) je velmi nepřesný a spekulativní, neboť předpokládá shodu mezi oběma těmito hodnotami. I když je mezi nimi relativně těsný vztah, rovnost mezi % MTR a % VO_2 max ani zdaleka neplatí a je matematicky nekorektní.

V jednotlivých příkladech je uveden postup, jakým můžeme při odhadu jednotlivých proměnných postupovat.

Odhad SF max

1. $220 - \text{věk}$
2. $208 - (0,7 \cdot \text{věk})$

Jak je výše uvedeno, podle obou rovnic by měli lidé ve 40 letech stejnou hodnotu SF max ($180 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$), v 60 letech by byla hodnota odhadnutá podle druhé rovnice o $6 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$ vyšší. I když druhá rovnice více odpovídá skutečně naměřeným hodnotám, nelze vzhledem k velkému rozptylu reálných hodnot ani v jednom případě nahradit rovnicemi přímé měření.

Odhad relativního zatížení cirkulace

1. *Jak má při cvičení zatíženou cirkulaci 20letý muž, který má $TFC = 148 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$ a $SF_k = 62 \text{ tepů} / \text{min}$?*

Podle rovnice A1:

$$\text{MTR} = 220 - \text{věk} - \text{SFk} = 220 - 20 - 62 = 138 \text{ tepů.min}^{-1}$$

$$\text{ZC \%} = 100 \cdot ((\text{TFc} - \text{SFk}) / \text{MTR}) = 100 \cdot ((148 - 62) / 138) = 100 \cdot 0,6232 = \mathbf{62,32 \%}$$

Podle rovnice A2:

$$\text{MTR} = 208 - (0,7 \cdot \text{věk}) - \text{SFk} = 208 - 14 - 62 = 132 \text{ tepů.min}^{-1}$$

$$\text{ZC \%} = 100 \cdot ((\text{TFc} - \text{SFk}) / \text{MTR}) = 100 \cdot ((148 - 62) / 132) = 100 \cdot 0,6515 = \mathbf{65,15 \%}$$

Výsledek můžeme např. interpretovat jako hodnotu kolem 65 % MTR, která pro mladého zdravého muže znamená relativně nízkou intenzitu, kterou nelze využít pro zvyšování tělesné zdatnosti.

2. Jakou má při cvičení TFc dvacetiletá žena, která má ZC 62,8 % a SFk = 71 tepů.min⁻¹?

Podle rovnice A1:

$$\text{MTR} = 220 - \text{věk} - \text{SFk} = 129 \text{ tepů.min}^{-1}$$

$$\text{ZC \%} = 100 \cdot ((\text{TFc} - \text{SFk}) / \text{MTR})$$

$$\text{TFc} - \text{SFk} = (\text{ZC \%} \cdot \text{MTR}) / 100$$

$$\text{TFc} = ((\text{ZC \%} \cdot \text{MTR}) / 100) + \text{SFk} = ((62,8 \cdot 129) / 100) + 71 = 81 + 71 = \mathbf{152 \text{ tepů.min}^{-1}}$$

Podle rovnice A2:

$$\text{MTR} = 208 - (0,7 \cdot \text{věk}) - \text{SFk} = 208 - 14 - 71 = 123 \text{ tepů.min}^{-1}$$

$$\text{ZC \%} = 100 \cdot ((\text{TFc} - \text{SFk}) / \text{MTR})$$

$$\text{TFc} - \text{SFk} = (\text{ZC \%} \cdot \text{MTR}) / 100$$

$$\text{TFc} = ((\text{ZC \%} \cdot \text{MTR}) / 100) + \text{SFk} = ((62,8 \cdot 123) / 100) + 71 = 77 + 71 = \mathbf{148 \text{ tepů.min}^{-1}}$$

Výsledek lze interpretovat podobně jako v příkladu č. 1, hodnota SFc kolem 150 tepů.min⁻¹ je pro zvyšování tělesné zdatnosti u dvacetileté zdravé dívky příliš nízká.

(nadále bude počítáno pouze s SF max = 220 - věk)

Využití ZB

1. Kolik získá ZB za jeden trénink muž, který trénuje obden a za týden získá optimální počet ZB?

Optimální počet ZB = 125

ZB za trénink = ZB za týden / počet tréninků za týden = 125 / 3,5 = **35,71 ZB**

2. *Jakou má $VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ muž ($BMI = 22,6 \text{ kg} \cdot m^{-2}$, výška 182 cm) při půlhodinovém tréninku, jestliže za něj získá 15 ZB?*

$$BMI = \text{hmotnost} \cdot \text{výška}^{-2}$$

$$\text{hmotnost} = BMI \cdot \text{výška}^2 = 22,6 \cdot 1,82 \cdot 1,82 = 74,9 \text{ kg}$$

$$ZB = 5 \cdot EV \cdot \text{hmotnost}^{-1}$$

$$EV = (ZB \cdot \text{hmotnost})/5 = (15 \cdot 74,9) / 5 = 224,7 \text{ kcal}$$

$$EV = 5 \cdot VO_2$$

$$VO_2 = EV/5 = 224,7/5 = 44,94 \text{ L}$$

$$VO_2 \text{ za } 30 \text{ min} = 44,9 \text{ L}; \text{ za } 1 \text{ min} = 44,94/30 = 1,498 \text{ L} = 1498 \text{ ml}$$

$$VO_2 \cdot \text{min}^{-1} = 1498 \text{ ml } VO_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = 1498/74,9 = \mathbf{20 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}}$$

Přepočítání VO_2 na ZB je přibližný (např. využívá zaokrouhlený energetický ekvivalent kyslíku), proto lze reálně předpokládat asi 10% chybu. I tak lze tuto aktivitu zařadit mezi adekvátní, jestliže má tento muž hodnotu $VO_2 \text{ max}$ kolem $30 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

3. *Jakou má $VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ max 22-letý muž ($TFk = 60 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$, výška 184 cm, $BMI = 23 \text{ kg} \cdot m^{-2}$), který měl při 40-minutovém tréninku $TFc = 164 \text{ tepů} \cdot \text{min}^{-1}$ a získal v tomto tréninku 39 ZB?*

$$\text{Hmotnost} = BMI \cdot \text{výška}^2 = 23 \cdot 1,84 \cdot 1,84 = 77,9 \text{ kg}$$

$$MTR = TF_{\text{max}} - TF_{\text{klid}} = 220 - 22 - 60 = 138 \text{ tepů/min}$$

$$ZC \% = 100 \cdot (TFc - TF_{\text{klid}})/MTR = 100 \cdot (164 - 60)/138 = 104/138 = 75,4 \%$$

$$ZB = 5EV/\text{hmotnost}$$

$$EV = (ZB \cdot \text{hmotnost})/5 = (39 \cdot 77,9)/5 = 607,6 \text{ kcal}$$

$$VO_2 = EV/5 = 121,5 \text{ L}$$

$$VO_2 = 121,5 \text{ L za } 40 \text{ min}, \text{ za } 1 \text{ min} = 121,5/40 = 3,038 \text{ L} = 3038 \text{ ml}$$

$$VO_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = 3038 \text{ ml/kg} = 3038/77,9 = 39 \text{ ml}$$

$$VO_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 39 \text{ ml} = 75,4 \%$$

$$VO_2 \text{ max } (100 \%) = 100 \cdot (39/75,4) = \mathbf{51,7 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}}$$

Tento výpočet je ještě méně přesný, protože dává rovnítko mezi hodnoty % MTR a % $VO_2 \text{ max}$ (viz výše) a předpokládá nesprávně v celém rozsahu lineární vztah mezi oběma proměnnými. Proto lze jen konstatovat, že aerobní kapacita tohoto muže bude spíše odpovídat průměrným nebo mírně nadprůměrným hodnotám zdravých mladých mužů; je velmi málo pravděpodobné, že by odhadnutá hodnota $VO_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \text{ max}$ byla dostačující pro špičkové sportovní výkony limitované maximální aerobní kapacitou.

4. **Jakou by měla mít optimální SFc při 45 min cvičení 25-letá žena ($VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1} max = 38,5 ml$, hmotnost = 65 kg, SFk = 69 tepů.min⁻¹), která za ně získá 30,76 ZB?**

$$EV = (ZB \cdot hmotnost) / 5 = (30,76 \cdot 65) / 5 = 399,88 \text{ kcal}$$

$$VO_2 = EV / 5 = 399,88 / 5 = 79,98 \text{ L}$$

$$VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1} = 79,98 / 65 / 45 = 0,027344 \text{ L} = 27,34 \text{ ml}$$

$$\% VO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1} = VO_2 / kg \cdot min / VO_2 / kg \cdot min \text{ max} = 27,34 / 38,5 = 71 \%$$

$$MTR = SF_{max} - SF_k = 220 - 25 - 69 = 126 \text{ tepů} \cdot min^{-1}$$

$$71 \% MTR = 0,71 \cdot 126 = 89 \text{ tepů} \cdot min^{-1}$$

$$TFc = SF_k + SF \text{ při } 71 \% MTR = 69 + 89 = \mathbf{158 \text{ tepů} \cdot min^{-1}}$$

Zadání vychází z tréninkového objemu (asi 31 ZB za trénink), který byl vypočítán na základě tréninkových údajů a laboratorního vyšetření a ptá se na konkrétní intenzitu zatížení. Za předpokladu, že vypočítaná SF max skutečně odpovídá realitě, můžeme pokládat SFc kolem 160 tepů.min⁻¹ za správnou.

Do uvedených vztahů je možno vložit jakékoliv konkrétní hodnoty a z hlediska intenzity, objemu a energetické spotřeby odhadnout, zda odpovídá konkrétní pohybová aktivita cíli, pro který byla naplánována.

Závěrem je uveden konkrétní příklad, ve kterém odhad celkem odpovídal realitě. Výsledek ukazuje, že pohybová aktivita tohoto muže není optimální...

Muž 68 let měří 181 cm a má BMI = 31,22 kg/m², VO₂/kg max = 28,15 ml a SF v klidu 69 tepů/min. Trénuje třikrát týdně 45 min a na tréninku má průměrnou SF = 125 tepů/min.

- Jakou má hmotnost? **(102,2)**
- Jakou má maximální tepovou rezervu? **(83 tepů.min⁻¹)**
- Na kolik procent je při cvičení zatížen? **(67,5 %)**
- Jakou má energetickou spotřebu za jeden trénink? **(435 kcal)**
- Jakou má energetickou spotřebu vztaženou na 1 kg hmotnosti za týdenní trénink? **(12,8 kcal)**
- Kolik získá ZB za týdenní trénink? **(64,1)**

Pohybová aktivita a sport jako prostředky prevence a terapie

Na rozdíl od nedávné minulosti, kdy vysoká morbidita i mortalita patřila infekčním onemocněním, současná společnost je sužována nemocemi, kterým se ne zcela oprávněně říká nemoci civilizační. Příčiny těchto nemocí, které dominují svým výskytem na všech kontinentech, se nacházejí v životním stylu většiny společnosti. Na základě rozsáhlých, většinou mnohonárodních epidemiologických studií se hledají tzv. rizikové faktory, jejichž výskyt může vést (a většinou i vede) k významným **chronickým neinfekčním onemocněním**. Nejvíce jsou rozšířeny nemoci, které souvisejí s aterosklerózou, především aterosklerózou koronárních tepen. Mezi rizikové faktory aterosklerotických onemocnění patří vedle obezity, cukrovky 2. typu, hypertenze a některých laboratorních ukazatelů poruch sacharidového a lipidového metabolismu, i kvantitativně a kvalitativně nesprávná výživa, kouření tabáku, dlouhodobě přetrvávající psychické napětí a zejména nedostatek adekvátního pohybu.

Většina lidí nemá pravidelnou pohybovou aktivitu (> 70 %) a velká část populace vykazuje naprostou pohybovou nedostatečnost.

Nedostatek pohybu má silný dopad na zdraví celé společnosti, obrovské množství lidí trpí chronickými neinfekčními chorobami, kterým by se dalo předejít nebo které by se mohly zlepšit pravidelným cvičením. Nedostatek pohybu se projevuje mimo jiné v tom, že se neustále zvyšuje množství mladých lidí, kteří mají nadváhu nebo trpí obezitou; zároveň se zvyšuje pravděpodobnost úmrtí na srdeční choroby a pravděpodobnost vzniku cukrovky 2. typu, karcinomu tlustého střeva a konečníku a vysokého krevního tlaku. Spolu se špatnou stravou jsou onemocnění, spojená s nedostatkem adekvátního pohybu, nejčastější příčinou úmrtí.

Většina studií potvrzuje, že pravidelná pohybová aktivita už v dětství a adolescenci ovlivňuje pozitivně aerobní kapacitu, rizikové faktory ICHS (krevní tlak, lipidový a sacharidový metabolismus a zvýšené množství tělesného tuku) a hustotu kostní hmoty. Pravidelné cvičení dětí a mládeže má jednak momentální vliv na zdraví nedospělého jedince, jednak hraje významnou roli při přenosu pozitivních efektů získaných v mládí do dospělosti. Tento přenos se může realizovat buď tím, že pohyb v dětství přímo ovlivňuje pozitivně zdraví v dospělosti (např. ženy s vyšší pohybovou aktivitou v dětství mají v dospělosti větší kostní denzitu), nebo tím, že pohybově aktivní způsob života v dětství a v dospívání přetrvává i v dospělosti.

Pozitivní vlivy pravidelné pohybové aktivity v dospělosti se projeví v redukci nemocnosti a úmrtnosti následkem chronických neinfekčních onemocnění (zejména kardiovaskulárních onemocnění, cévní mozkové příhody, rakoviny tlustého střeva, diabetes mellitus 2. typu a hypertenze); existuje řada přímých i nepřímých důkazů o přínosech pohybové aktivity v primární a sekundární prevenci těchto chorob. Pravidelné cvičení rovněž umožňuje kontrolovat a ve spojení s vyváženou dietou udržovat přijatelnou tělesnou hmotnost a vylepšovat tělesný zevnějšek (body image), zvyšuje efektivitu energetických systémů

a zlepšuje látkovou výměnu, přispívá ke zdraví kostí, svalů a kloubů, snižuje u starších osob riziko pádů, posiluje imunitní systém, zlepšuje náladu a redukuje symptomy úzkosti a deprese, zlepšuje kvalitu spánku, přispívá ke zkrácení hospitalizace, snižuje počet návštěv lékaře a zmenšuje náklady na léky.

V posledních létech se ukazuje, že význam nedostatečné pohybové aktivity mezi ostatními rizikovými faktory stále stoupá. Pochopíme-li mechanismy, jakými může nedostatek pohybu (hypokineze) zasáhnout do patogeneze chronických neinfekčních onemocnění, potom můžeme snadněji odhadnout, jaké bude mít účinky zařazení pravidelného cvičení na primární a sekundární prevenci a na léčení těchto nemocí a jejich komplikací.

Obsahová otázka

- Která onemocnění patří mezi hromadná neinfekční chronická onemocnění a jaký má význam pohybová aktivita pro jejich prevenci a léčení?

Obezita

Obezita (otylost) je stav, ve kterém přirozená energetická rezerva, která je uložena v tukové tkáni, stoupla nad obvyklou úroveň a poškozuje zdraví.

Pro bělošskou evropskou populaci je podle kritérií Světové zdravotnické organizace definována indexem tělesné hmotnosti (BMI) $> 30 \text{ kg.m}^{-2}$. Pro asijskou a pacifickou populaci je obezita definována BMI $> 25 \text{ kg.m}^{-2}$, někdy $> 27 \text{ kg.m}^{-2}$. Hodnota BMI v rozmezí $25\text{--}30 \text{ kg.m}^{-2}$ u bělošské evropské populace je označována jako nadváha. Hodnota BMI $> 27,8 \text{ kg.m}^{-2}$ u mužů a BMI $> 27,3 \text{ kg.m}^{-2}$ u žen je považována za spodní hranici zvýšeného rizika vzniku s obezitou svázaných onemocnění. Hodnotou BMI mezi $30,1\text{--}40,0 \text{ kg.m}^{-2}$ je definována jako mírná a střední obezita, BMI nad 40 kg.m^{-2} svědčí pro morbidní (smrtebnou) obezitu.

Klasifikace obezity rovněž vychází z relativního množství tuku, fenotypu, morfologie adipocytů a zdravotního stavu. Za nadprůměrné **množství tělesného tuku** se považuje u mužů $16\text{--}25 \%$, u žen $24\text{--}32 \%$; vyšší hodnoty jsou považovány za rizikové. Z hlediska **fenotypu** je typ I charakterizován nadměrným absolutním nebo relativním (%) množstvím tuku, typ II je charakterizován androidní distribucí tuku (nadbytečné množství tuku v horní polovině těla, zejména v břiše, spíše modelem metabolických komorbidit – viz dále), typ III je charakterizován abdominálním viscerálním tukem a typ IV gynoidní distribucí tuku (nadbytečné množství v dolní polovině těla, zejména v gluteální a femorální oblasti, spíše modelem mechanických komplikací a poruch – viz dále).

Z hlediska **buněčné morfologie** se obezita dělí na hyperplastickou (zvýšený počet adipocytů) a hypertrofickou (zvýšený objem adipocytů) formu, z hlediska **zdravotního** na mírnou a morbidní.

Podíl tukové tkáně na celkové konstituci se měří několika způsoby. Základním principem je stanovení

podílu tělesného tuku nebo vody nebo beztukové tkáně (zejména svalů, proto aktivní tělesná hmota – ATH). Nejběžnější je měření šířky podkožních řas na přesně stanovených místech (většinou 10) pomocí kaliperu a měření vodivosti (impedance) těla. Obě metody jsou zatíženy některými chybami a nepřesnostmi. Málo se používá hydrodenzimetrie (technicky náročné), sonografie břicha nebo počítačová tomografie; naopak za nejpřesnější metodu stanovení množství tělesného tuku se považuje celotělová dvoutónová denzitometrie (DEXA) používaná v zejména osteologii. Další metodiky (např. měření beztukové hmoty izotopem kalia nebo měření celkové vody pomocí tritiem značené vody) se v praxi nevyužívají téměř vůbec.

Vedle BMI se pro klasifikaci obezity používá odhad pomocí Deurenbergovy rovnice (odvozená z měření holandské populace, zohledňuje asi 80 % variability tělesného tuku), která vedle BMI počítá i s vlivem věku a pohlaví:

Podíl tuku (%) = $(1,2 \cdot \text{BMI}) + (0,23 \cdot \text{věk}) - (10,8 \cdot \text{pohlaví}) - 5,4$, kde pohlaví muži = 1,0, pohlaví ženy = 0,0.

Obezita vzniká interakcí genetických a zevních (environmentálních) faktorů. Minimálně z 50 % je podmíněna **geneticky**, pokud jsou oba rodiče obézní, pravděpodobnost výskytu obezity je u jejich potomka asi 80 %. Určité relativně časté genetické varianty tedy predisponují ke vzniku obezity. Některé z nich se spojují i s náchylností k sedavému životnímu stylu, jiné ke snížené metabolické reakci tukové tkáně na pohybovou aktivitu. Nositelé další rizikové genetické varianty jsou sice tělesně aktivnější, mají však tendenci se přejídat. Navíc se ukazuje, že nutriční problémy v prenatálním období života, které se projeví výrazně sníženou porodní váhou, jsou spojeny s obezitou v dospělosti. I z těchto důvodů je obézních osob stále více a jejich úspěšné léčení je nesmírně obtížné.

Základní příčinou obezity je **nepoměr mezi příjmem a výdejem energie**.

Většinou se jedná o kombinaci nadměrného příjmu energie a nedostatečného výdeje energie spojeného se sedavým životním stylem. Při vzniku obezity se zcela výjimečně uplatňují snížená funkce štítné žlázy (hypotyreóza) nebo zvýšená hladina hormonů kůry nadledvin (Cushingův syndrom).

Obezita však často souvisí i s **psychogenními faktory** (deprese, frustrace, napětí, reakce na osamělost, dlouhá chvíle, stres, atd.) a nevhodnými stravovacími zvyklostmi a návyky. Protože se po jídle vyplavují endorfiny (hormony dobré nálady), může sloužit jídlo jako náhrada různých hodnot („jídlo jako droga“) a stravovací návyky mohou být spojeny s emočními potřebami. Návyk řešit zátěžové situace jídlem se prohlubuje; nadměrný příjem potravy u obézních není tedy často spouštěn hladem, ale právě reakcí na jiné podněty; není vyvolán fyziologickou potřebou, ale souvisí s kladnými nebo zápornými emočními prožitky.

Dále hrají roli **sociografické determinanty**, jako je např. **společenské postavení, vzdělání, zaměstnání, historická epocha, vliv kultury, finanční příjem nebo velikost rodiny** (jedináček má větší pravděpodobnost stát se obézním, než kdyby žil v rodině s více dětmi).

Obezita je obrovský zdravotnický a společenský problém. **Výskyt obezity** se prakticky na celém světě neustále významně zvyšuje, a to i přesto, že v některých zemích klesá zastoupení tuků v potravě a stoupá spotřeba ovoce a zeleniny. Ve vyspělých zemích stoupá výskyt obezity asi o 20 % za 10 let; tento **vzestupný trend** je ještě výraznější u dětí a adolescentů (25–30 % za 10 let). Protože však progresivně klesá ve většině zemí pohybová aktivita, která koinciduje se zvýšením obezity, je pravděpodobné, že nedostatek pohybu hraje při vzniku a vývoji obezity velmi důležitou roli.

Obezita je **metabolickým rizikovým faktorem** cukrovky, ICHS, hypertenze, žlučnickových kamenů, poruchy krevních tuků a rakoviny prsu, tlustého střeva a prostaty. Tyto nemoci současně se vyskytující s obezitou (komorbidity) zvyšují celkovou nemocnost a zvyšují i riziko předčasného úmrtí. Obezita rovněž prodlužuje dobu hospitalizace a je příčinou obtížnějšího a pomalejšího zotavení po různých zdravotních problémech a chirurgických zákrocích. Vedle toho u obézních žen nacházíme častěji poruchy menstruačního cyklu a neplodnost. Vedle metabolických komorbidit nacházíme u obezity i mechanické komplikace – např. artrózy velkých kloubů dolních končetin, bolesti v zádech, stresová inkontinence, otoky a celulitida, intertrigo (zánět objevující se v kožních záhybech ve vzájemně přiléhajících oblastech, např. na vnitřní straně stehen, pod prsy, pod břichem, atd.) varixy (křečové žíly), dušnost nebo výraznější pocení.

Je však třeba zdůraznit, že často je větším rizikem vzniku uvedených nemocí centrální **distribuce tuku** (převážně v břišní dutině a v horní polovině těla), nežli jeho celkové množství. Viscerální adipocyty mají totiž větší metabolickou aktivitu než v jiných lokalitách. Tato zvýšená aktivita je spojená s inzulínovou rezistencí, hyperinzulinémií, hypertenzí (cestou zvýšené retence sodíku, přesunem aktivity ANS k sympatiku a zvýšenou hladinou arteriálního adrenalinu), zvýšeným množstvím intracelulárního vápníku a hypertrofií hladké svaloviny cév. Abdominální adipocyty jsou spojeny se zvýšeným množstvím VLDL-cholesterolu a triglyceridů a sníženou aktivitou lipoproteinové lipázy. Proto může nadbytek tuku v těchto specifických tukových skladištích výrazně přispívat ke vzniku a progresi onemocnění spojených s obezitou.

Distribuce tuku se hodnotí podle poměru pás – boky (**WHR**); hodnota $< 0,776$ svědčí pro dominující distribuci v dolní polovině těla, hodnota $> 0,913$ (u mužů) a $> 0,861$ (u žen) svědčí pro rizikovou distribuci v horní polovině těla. Podobně je hodnocen i **obvod pasu**; hranicí mezi menším a větším rizikem je u mužů obvod 102 cm a u žen 88 cm. Jestliže je menší obvod břicha spoje s nadváhou, je riziko pouze zvýšené, zatímco větší obvod je už u nadváhy spojen s vysokým rizikem. Podobně se riziko vzniku chronických komorbidit zvyšuje s obvodem pasu i u všech stupňů obezity. Horní hranice obvodu pasu, se kterým se nespojuje riziko zvýšeného výskytu komorbidit, je u mužů 94 cm, u žen 80 cm.

Tradiční pohled na tukovou tkáň jako na pasivní skladiště energie se ukazuje být nesprávný. V roce 1987 byla tuková tkáň identifikována jako hlavní místo metabolismu pohlavních hormonů a místo, kde se produkuje tzv. adiposin, který významně zpětně vazebně řídí obezitu u hlodavců. Po objevení leptinu v roce 1994 se začala tuková tkáň považovat za **endokrinní orgán** (s vnitřní sekrecí). V současné době je známo, že tuková tkáň tvoří a vylučuje celou řadu bioaktivních peptidů, označovaných jako **adipokiny**, které účinkují jak na lokální, tak i na systémové (endokrinní) úrovni. Navíc tuková tkáň tvoří četné receptory, které umožňují reagovat na signály tradičních hormonů i CNS. A tak vedle uskladňování a uvolňování energie má tuková tkáň **možnost komunikace se vzdálenými orgány**, včetně CNS. Přes tuto

interaktivní síť je tuková tkáň integrálně zahrnutá do koordinace řady biologických procesů týkajících se energetického metabolismu a neuroendokrinních a imunitních funkcí. Tuková tkáň je jeden z největších orgánů lidského organismu a velké množství adipokinů, které jsou produkovány tukovou tkání, ovlivňuje homeostázu organismu. Je logické, že excesivní zvýšení nebo snížení množství tukové tkáně má škodlivé metabolické důsledky.

Obezita je charakterizována **lehkým chronickým zánětem bílé tukové tkáně**, která je v nadbytku a jejíž buňky produkují různé adipokiny spojující obezitu s dalšími komponentami **metabolického syndromu** (inzulinová rezistence, hyperinzulinémie, dyslipoproteinémie, hypertenze, porušení hemostatických mechanismů, zvýšené množství triglyceridů ve svalové tkáni a řada dalších laboratorních parametrů). Specifická sekrece viscerálních adipocytů potom může rovněž pomoci vysvětlit negativní efekty akumulace intraabdominálního tuku. Masivní vzestup tukové tkáně vede k poruše regulace adipokinů, které mohou mít patogenetický efekt spojený s vývojem obezity. V konečném kontextu masivní změny v produkci adipokinů vedou k inzulinové rezistenci a k systémovému zánětu. Protože porucha regulace adipokinů významně přispívá ke zvýšenému riziku chorob spojených s obesitou je logické, že hladina cirkulujících adipokinů by mohla být využitelná pro hodnocení tohoto rizika.

Adipokiny zahrnují hormonům podobné proteiny a zánětlivé cytokiny. Mezi adipokiny podobné hormonům řadíme např. leptin, adiponektin nebo omentin, mezi zánětlivé cytokiny (existuje více než 100 prozánětlivých cytokinů) např. TNF- α , IL-1 a IL-6. Tyto cytokiny ovlivňují růst, imunitu, zánět, apoptózu i buněčné dělení, mají vysokou biologickou aktivitu a mohou iniciovat akutní i chronický zánět.

Adipokiny jsou mostem spojujícím obezitu, inzulinovou resistenci, distribuci abnormálních tukových depozit a poměr mezi viscerálním a subkutánním tukem. Většina adipokinů tvořených viscerálním tukem redukuje objem viscerálního tuku nebo upravuje poměr mezi množstvím viscerálního a subkutánního tuku. Naopak změny v sérových koncentracích adipokinů a dlouhodobá nerovnováha mezi nimi se stávají patologickými podmínkami přispívajícími ke vzniku inzulinové rezistence.

I když je etiopatogeneze obezity složitá a jedná se vlastně o hypotalamické, endokrinní a geneticky podmíněné onemocnění, velmi důležitou příčinou vzniku její nejčastější formy je dysbalance mezi energetickým příjmem a výdejem. Tato energetická nerovnováha a nestabilita je většinou způsobená kombinací nadbytku tuku a cukru v dietě a nedostatku pohybu. Je si však třeba uvědomit, že vyvážení prostých energetických hodnot ještě neznamená efektivní změnu ve zvýšeném ukládání tuku, neboť k nerovnováze přispívá zejména množství produkovaného inzulínu (hyperinzulinémie, zvýšená odezva inzulínu na glukózu a snížená periferní senzitivita na inzulín), růstový hormon (snížená odpověď na inzulinovou stimulaci), zvýšená produkce adrenokortikálního hormonu předního laloku hypofýzy, zvýšená tvorba a vylučování cholesterolu a snížená aktivita hormon senzitivní lipázy.

Někteří pacienti mají větší pravděpodobnost úspěšné redukce tělesného tuku než jiní. Jsou to např. ti, kteří mají BMI < 35 kg.m⁻², mají androidní typ distribuce tuku, v anamnéze nemají velké kolísání hmotnosti, jsou dobře a racionálně motivovaní a stali se obézními až v dospělosti.

Změny v chování (zejména redukční dieta a zvýšení pohybové aktivity) jsou většinou doporučovány osobám s nadváhou nebo lehkou či střední obezitou, zatímco pacientům s morbidní obezitou se doporučují invazivnější intervence. **Pohybová intervence** je totiž většinou efektivní při redukcí tělesné hmotnosti u nejvýše střední obezity, zatímco u morbidní obezity je problematická a nemusí mít žádoucí účinky. Je třeba si rovněž uvědomit, že zvýšení energetického výdeje lze dosáhnout nejen cvičením, ale i zvýšením pohybu v průběhu dne (habituální pohybová aktivita).

Dieta obsahuje většinou buď menší množství energie, nebo menší množství tuku (výrazné omezení tuků na přípravu pokrmů a na mazání, včetně rostlinných tuků, vyřazení tučných potravin, např. tučných sýrů, uzenin, tučných mas, paštik, šlehačky, tučných moučníků, sušenek, mražených smetanových krémů, atd., častější zařazování ryb a drůbeže, výběr mléčných výrobků v nízkotučné variantě, atd.).

V současné době se považuje za dolní hranici nízkenergetické diety, při které lze provozovat intenzivní cvičení, asi 4 tisíce kJ (950 kcal).

Při této dietě je zpočátku sice snižená schopnost podávat vytrvalostní výkony, ale postupně dochází k metabolické adaptaci a zvýšení obsahu svalového glykogenu. Asi po 6 týdnech se začínají při cvičení šetřit sacharidy a hlavním palivem se stává tuk.

Přísnější diety (např. 600 kcal za den) se doporučují pacientům, kteří se po dlouhodobé léčbě adaptovali na nižší příjem (např. 1000 kcal), při kterém už dál neredukují hmotnost (mají vystupňovanou adaptaci na nízký příjem energie a jejich bazální metabolismus je menší než 800 kcal); aplikují se u hospitalizovaného pacienta.

Módní diety (např. dělená strava, vajíčková dieta, bodová dieta, tukožroutská polévka atd.) nezabezpečují pravidelné rozdělení živin, jsou krátkodobé, jsou většinou karenční a nemají obvykle doporučené množství vitaminů a minerálních látek; proto se pro redukcí hmotnosti obézních jedinců nehodí.

Redukce množství tělesného tuku výhradně pomocí nízkenergetické (nebo velmi nízkenergetické) redukční diety je ve většině případů obezity a nadváhy nesprávné, neboť vedle snížení relativně menšího množství tělesného tuku dochází i k větším **ztrátám tělesné vody a ATH**. Tím dochází i ke **snížení bazálního metabolismu**, jehož redukovaná hodnota přetrvává často i po návratu k normální dietě a je příčinou postupného nárůstu hmotnosti nad úroveň před začátkem redukční diety (jo-jo efekt). Proto kombinace redukční diety a optimální pohybové aktivity, která brání ztrátám ATH a vody, a tím i poklesu bazálního metabolismu, působí na zdraví člověka (na rozdíl od samostatné diety) ve všech oblastech pozitivně. Je rovněž důležité, že pohybová aktivita ovlivňuje pozitivně i distribuci tělesného tuku tím, že preferuje uvolňování mastných kyselin z abdominálních lokalit.

Mezi lékařské a většinou invazivnější prostředky počítáme hladovku, gastroplastiku, jejunoileální bypass, zdrátování čelisti, intragastrický balonek, liposukci nebo farmakoterapii (např. sympatomimetika, inhibitory serotoninu nebo antidepresiva).

Většina obézních osob však není schopná snížit svou hmotnost bez chirurgického zásahu tak, aby se

jejich BMI dostal pod 30 nebo 25 kg.m⁻² a aby měly „ideální hmotnost“ (např. snížení hmotnosti o 15 %). Je si však třeba uvědomit, že i relativně malá redukce hmotnosti na úrovni 5 % může snížit riziko vzniku uvedených komorbidit nebo přinejmenším zlepšit jejich průběh.

Pohybová aktivita a obezita

Pravidelná pohybová aktivita zasahuje výrazně do metabolismu sacharidů tím, že snižuje glykémii a inzulinémii na lačno, zvyšuje glukózovou toleranci a snižuje inzulinovou rezistenci. Tím dochází k mírnému poklesu krevního tlaku, snížení celkového cholesterolu a VLDL- a LDL-cholesterolu, ke zvýšení HDL-cholesterolu a k úpravě zhoršených hemostatických mechanismů.

Působení pohybové aktivity je individuálně velmi variabilní a její efektivita je často velmi nízká nebo zanedbatelná. Přitom rozhodnutí snížit tělesnou hmotnost je často uváděno jako jedna z nejobvyklejších příčin zahájení programu pohybové aktivity. Většina obézních, kteří chtějí pohybem zredukovat nadbytečné množství svého tuku, ztrácejí motivaci pro pokračování ve cvičení, neboť jejich snaha nevede k odpovídajícím změnám tělesné konstituce. Proto by bylo vhodnější získávat je pro pohybovou aktivitu, která **zlepšuje jejich zdraví bez ohledu na změny hmotnosti**; u pohybově aktivní populace se výrazně snižuje zdravotní nebezpečí spojené s obezitou!

Odhlédneme-li od negativních efektů nesprávné preskripce intervenčního programu a malé adherence, potom rozdílnost účinků cvičení je většinou spojována s rozdílností genetické podmíněnosti onemocnění. Zdá se však, že efektivita pohybové intervence může být velmi těsně závislá i na produkci a porušené regulaci adipokinů. Protože je obezita považována za zánětlivé onemocnění a pohybová aktivita přímo moduluje tento proces je zřejmé, že jedním z hlavních cílů pohybové aktivity je zlepšení zánětlivé odpovědi obézních osob.

Jako příklad vlivu tréninku na tvorbu a metabolismus adipokinů lze uvést dynamiku jednoho z transportních proteinů. Bylo zjištěno, že vytrvalostní trénink zvyšuje kapacitu pro využití mastných kyselin. Protože mastné kyseliny vstupují do buněk i cestou usnadněné difuze, možný mechanismus adaptace na vytrvalostní trénink může spočívat v tréninkem indukovaném zvýšení množství membránových transportérů mastných kyselin. Jedním z těchto transportních proteinů je cytoplasmatický FABP (fatty acids binding protein), který váže mastné kyseliny a na buněčné membráně napomáhá jejich transportu do buněk a podílí se na modulaci intracelulárního lipidového metabolismu. Patří k nejhojnějším cytoplasmatickým proteinům zralých adipocytů, jehož významná část se uvolňuje do krevního oběhu. Cirkulující FABP je těsně spojený s obezitou a s komponentami metabolického syndromu a jeho sérová koncentrace je využitelná v klinické diagnostice metabolických a kardiovaskulárních nemocí.

Bylo zjištěno, že jednorázová zátěž sice vede ke zvýšení FABP; následující den však už hladina FABP ovlivněna předcházející zátěží není. Na druhé straně, po několika týdnech vytrvalostního tréninku se množství FABP na plazmatické membráně významně zvyšuje. Vysoce intenzivní intervalový trénink, který výrazně zvyšuje maximální aerobní kapacitu, vede i k významnému zvýšení celkové kapacity FABP

na plazmatické membráně svalových vláken. Z toho vyplývá, že pravidelný vytrvalostní trénink cestou zvýšené exprese některých transportních proteinů zlepšuje podmínky pro vstup mastných kyselin do svalových vláken. Tím se zvýší oxidativní kapacita pro lipidy, které se stávají více preferovaným energetickým substrátem a umožní šetření svalového glykogenu a glukózy.

Při preskripci programu pohybové aktivity osobám s nadváhou nebo obézním vycházíme z obecných principů, i když intenzita zatížení by se měla být poněkud nižší a měla by se pohybovat mezi **60 a 75 % VO₂ max nebo MTR** (intenzita vyšší než 75 % VO₂ max nebo MTR je u obézních osob často spojena se zvýšeným rizikem zranění). Cvičit by měli obézní a osoby s nadváhou **denně** (nejméně obden) a trvání cvičební jednotky by mělo být minimálně **30 až 45 minut**. Nejčastěji doporučovaným typem cvičení je u těchto pacientů **chůze a severská chůze** (větší ztráty energie a dlouhodobá udržitelnost) ve spojení s **odporovým tréninkem** (bránění ztrátám ATH). U obézních osob je třeba víc než u osob s přiměřenou hmotností dbát na **prevenci zranění pohybového systému** (prevence přetížení, dbát na rozcvičení, strečink a postupnou progresi intenzity a objemu pohybové aktivity, vyhnout se alespoň zpočátku cvičením s intenzivnějším dopadem nebo nárazem) a z důvodů obtížnější termoregulace i na přiměřenou hydrataci, cvičení při optimální teplotě a vlhkosti a na adekvátní sportovní oblečení.

Obezita v dětském věku

Otylost dětí a mládeže je vážný problém s mnoha zdravotními a sociálními důsledky, které často přesahují až do dospělosti.

Pohybový výkon obézního dítěte vyžaduje víc energie, než u jedince s normální hmotností. Protože mají tlusté děti obvykle hodnotu VO₂.kg⁻¹ max menší, mají i menší energetickou rezervu a dříve se unaví. Obéznější dítě má i menší svalovou sílu a nižší úroveň obratnosti. Tyto horší motorické podmínky se projevují při školní tělesné výchově i při běžných denních činnostech a mají své četné **sociální důsledky** (např. sociální izolace v důsledku posměchu nebo studu, nebo přehnané potřeby rodičů chránit své obézní dítě, atd.).

Redukce tělesného tuku pouhým cvičením je velmi obtížně realizovatelná, neboť při adekvátní intenzitě zatížení by muselo být cvičení velmi dlouhé. Např. spálení 1 kg tuku by vyžadovalo od obézního dítěte, které váží 50 kg, aby uběhlo téměř 150 km. Kdyby toto dítě běhalo denně 5 km, byl by 1 kg tuku spálen asi za měsíc běhání. Můžeme tedy konstatovat, že pohybová aktivita je sice velmi spolehlivý lék proti obezitě, ale že je to lék „málo koncentrovaný“.

U obézních dětí musíme při cvičení často používat nižší intenzitu zátěže, než kterou bychom použili u dítěte s normální hmotností. Důvodem je možné přetížení pohybového systému, které také omezuje využití sportovních aktivit; doporučují se sportovní odvětví s menším zatížením kloubů dolních končetin, např. jízda na kole, plavání, vodní pólo nebo cvičení ve vodním prostředí. Při vytrvalostním programu pohybové aktivity používáme u obézních dětí mírnou až střední intenzitu zatížení a prodlužujeme dobu trvání cvičení.

Z výše uvedených důvodů se spojuje cvičení s nejrůznějšími **dietními režimy**, které dobu efektivní redukce hmotnosti výrazně zkrátí. U rostoucího organismu však každá omezující dieta (jedná se zejména o proteiny, vodu, soli a vitamíny) má **katabolický účinek** doprovázený negativní dusíkovou bilancí, úbytkem svalové hmoty a ohrožením normálního růstu a přirozeného vývoje dítěte. Navíc radikální dietní omezování může vést k využívání jiných energetických zdrojů, než tukových zásob.

Přes všechny uvedené výhrady je **kombinované léčení obezity** (dieta + cílený pohybový režim) relativně neúspěšnější, neboť pomáhá nejen snížit tukové zásoby, ale zároveň i zachovat ATH a zvyšovat tělesnou zdatnost. U dětí je ještě důležitější než u dospělých stálé povzbuzování, podpora a porozumění, které mohou dítěti ulehčit dlouhodobé léčení obezity, získat sebedůvěru a schopnost zařadit se do společnosti ostatních dětí. Protože však z výše uvedených důvodů vyžaduje efektivní a trvalé zvládnutí obezity **celoživotní aktivitu**, je definitivně vyléčených bohužel velmi málo.

Obsahové otázky

- Jak je možno definovat nadváhu a obezitu z hlediska BMI, relativního množství tělesného tuku, fenotypu, buněčné struktury, endokrinní produkce a zdraví?
- Jak se měří množství tělesného tuku?
- Jaký je výskyt obezity a jaká je jeho tendence?
- Které faktory hrají důležitou roli při vzniku a vývoji obezity?
- Jaký má význam distribuce tuku pro komorbidity obezity a jak ji hodnotíme?
- Co jsou to adipokiny, jak je rozdělujeme a jaký mají význam pro vznik a vývoj obezity?
- Jaký má vliv vytrvalostní trénink na některý z adipokinů?
- Jaké platí obecné zásady pro cvičení obézních osob?
- Jaký je optimální postup při léčení dětské obezity?

Diabetes mellitus

DM je chronické metabolické onemocnění charakterizované **absolutním nebo relativním nedostatkem inzulínu a následnou hyperglykémii** (*nadměrně zvýšená hladina krevního cukru*). Nejčastější symptomy DM se odvozují právě od hyperglykémie a zahrnují zvýšenou únavu, polydipsii (*nadměrná žízeň*), polyurii (*nadměrné močení*), polyfagii (*zvýšená chuť k jídlu*), rozmazané vidění, špatné hojení ran a sníženou rezistenci vůči infekci. Prolongovaná a těžká hyperglykémie může vést i k dehydrataci, zmatenosti a ke ztrátě vědomí, ve výjimečných případech i k diabetické ketoacidóze (*typ metabolické acidózy způsobené vysokými koncentracemi ketolátek, které se tvoří štěpením mastných kyselin a deaminací aminokyselin*) a smrti.

Opakem hyperglykémie je **hypoglykémie**.

Opakem hyperglykémie je **hypoglykémie** (*nadměrně snížená hladina krevního cukru*), ke které může dojít u pacientů léčených nepřiměřeně velkou dávkou inzulínu nebo léků stimujících sekreci inzulínu. Symptomy hypoglykémie jsou spojeny s aktivací sympatiku (tachykardie, palpitace – *bušení srdce* –, extrémní pocení a pocit strachu nebo zvýšeného hladu). Prolongovaná těžká hypoglykémie se může projevit zmateností nebo ztrátou vědomí. Uvedené symptomy po úpravě hypoglykémie obvykle rychle mizí; avšak prolongovaná a neléčená hypoglykémie může vést k permanentnímu poškození mozku.

Morbidita a mortalita DM se vztahuje k dlouhotrvajícím komplikacím chronické hyperglykémie. Jsou to částečná nebo úplná slepota (proliferativní retinopatie), chronické ledvinové onemocnění, ztráta čítí, ulcerace (vředovatění) nohou a progresivní destrukce kloubů nohy (tzv. Charcotovy klouby) s následnými subluxacemi (*neúplné nebo částečné vykloubení*) a zborcením nožní klenby s rizikem nezbytné amputace. Poškození ANS vyvolává gastrointestinální, genitourinární a kardiovaskulární dysfunkce (mikrovaskulární komplikace). Všechny tyto komplikace jsou závislé na stupni a trvání hyperglykémie.

Diabetici mají také zvýšený výskyt makrovaskulárních komplikací, mezi které patří aterosklerotické onemocnění cév srdce a mozku a periferních cév. Mají rovněž zvýšený výskyt hypertenze, hyperlipidémie (lépe dyslipoproteinémie), obezity a poruch hemostatických mechanismů (*srážení krve*).

Diabetes mellitus 2. typu (T2DM)

T2DM je **spolu s poruchou krevních tuků nejčastějším metabolickým onemocněním** a trpí jím 85–90 % všech diabetiků. Pacienti s T2DM mají relativní nedostatek inzulínu, neboť, i když mají zvýšenou, sníženou nebo normální hladinu inzulínu, mají hyperglykémii.

Patofyziologie T2DM je multifaktoriální a jeho hlavním rysem je:

- a. periferní tkáňová rezistence na inzulín
- b. defektní sekrece zralého inzulínu.

Skutečnost, že se glukóza dostává obtížně do inzulín-senzitivních tkání (primárně do svalů a tukové tkáně), se nazývá inzulínová rezistence (IR) a je první příčinou vzestupu krevního cukru. IR je vyvolaná chybnou vazbou inzulínu na receptory a chybným postreceptorovým transportem signálu uvnitř svalové nebo tukové buňky. K IR přispívá obezita, proto je víc než 80 % diabetiků zpočátku obezních (většinou androidní typ obezity). IR je vedle centrální obezity spojená i se zvýšeným krevním tlakem, zvýšenou srážlivostí krve, poruchou krevních tuků a rychle progredující aterosklerózou (syndrom inzulínové rezistence, metabolický syndrom).

Druhá příčina hyperglykémie je zvýšená produkce inzulínu betabuňkami pankreatu (hyperinzulinémie), vyvolaná snahou udržet normální koncentraci glukózy v krvi; tato nadprodukce inzulínu je však z hlediska glykémie obvykle méně účinná (betabuňky produkují větší množství nezralého inzulínu) a přispívá dál k IR. Betabuňky pankreatu se mohou časem vyčerpat a dochází k poklesu sekrece inzulínu.

Všichni pacienti s T2DM ztrácí v první fázi nemoci schopnost produkovat potřebné množství inzulínu k udržení stále hladiny krevního cukru. Podávání inzulínu je závislé na stupni jeho funkční nedostatečnosti a zpočátku není obvykle potřebné (proto byl T2DM nazýván inzulín nondependentní DM).

T2DM má naprosto zřetelnou genetickou složku, o čemž svědčí úplná shoda v jeho výskytu u jednovaječných dvojčat. Dítě dvou diabetiků má obrovské riziko (přes 90 %), že rovněž onemocní diabetem.

Začátek onemocnění může probíhat téměř bez klasických symptomů a postižení jedinci nemají diagnostikovanou IR až do doby, dokud nedojde k poruše funkce betabuňek pankreatu. Obvykle je to až po 40. ruku věku, i když u malého počtu nemocných je diagnostikován T2DM už ve věku 30 let („Maturity-Onset Diabetes of Youth“ – typ MODY).

Pohybová aktivita a T2DM

Protože nedostatek pohybu má za následek významný pokles citlivosti svalových receptorů na inzulín a protože vytrvalostní zátěž tuto citlivost zvyšuje je zřejmé, že pro prevenci i terapii diabetu má pohybová aktivita enormní význam. Ten spočívá také v tom, že pomáhá řešit hlavní problém diabetika – zvýšenou hladinu krevního cukru po jídle (postprandiální hyperglykémie). Protože kombinovaným vytrvalostním a odporovým cvičením se zvyšuje nebo alespoň udržuje svalová hmota, a tím se zvyšuje i počet inzulínových receptorů, může pravidelná pohybová aktivita postupně téměř eliminovat IR; a toto platí nejen pro pacienty v počáteční fázi T2DM, ale i pro ty, kteří už byli převedeni na terapii inzulínem.

Bylo prokázáno, že u osob se zhoršenou glukózovou tolerancí 150 minut pohybové aktivity za týden a redukce hmotnosti o 5–7 % sníží riziko vzniku T2DM téměř o 60 %! Problém je však v tom, že na rozdíl od zdravých osob, u kterých přetrvává pozitivní vliv cvičení na IR téměř dva dny, u diabetiků je to méně než 20 hodin. Proto by měli diabetici cvičit minimálně jednou denně! Pro tyto pacienty to znamená zásadně a trvale změnit dietní a pohybové návyky, tedy životní styl. A to je u pacientů trpících T2DM, kteří většinou svým sedavým životním stylem ke vzniku tohoto onemocnění významně přispěli, velký

problém. Navíc je třeba si uvědomit, že stabilizace zdravotního stavu je u diabetiků spojena s trvalou změnou životního stylu, která spojuje racionální dietu a lehkou kalorickou restrikcí s pravidelnou adekvátní pohybovou aktivitou trvající prakticky po zbytek celého života.

Dalším pozitivním efektem pravidelného cvičení je redukce tělesného tuku, jehož nadbytek je často s T2DM spojen. Redukce hmotnosti přispívá ke zvýšení senzitivity na inzulín a umožňuje diabetikům redukovat množství aplikovaného inzulínu nebo perorálních antidiabetik (*léky, které buď zvyšují citlivost buněk k inzulínu, nebo zvyšují výdej inzulínu z betabuněk pankreatu, nebo snižují vstřebávání glukózy ze střeva*). Pravidelné cvičení rovněž snižuje míru rizika kardiovaskulárních onemocnění, které patří k nejčastějším diabetickým komorbiditám. Protože může stres narušit kontrolu glykémie zvýšenou produkcí opačně působících hormonů a volných mastných kyselin, je i protistresový efekt pravidelného cvičení u diabetiků velmi významný.

Skutečnost, že pravidelné cvičení hraje samozřejmě významnou roli v prevenci T2DM je velmi důležitá zejména pro ty osoby, které mají pozitivní rodinnou anamnézu, těhotenský diabetes nebo redukovanou glukózovou toleranci.

Před tím, než začne diabetik cvičit, by měl bezpodmínečně absolvovat:

- a. zátěžové vyšetření, které pomůže nejen identifikovat nediodagnostikovanou ICHS nebo zátěžovou hypertenzi, ale především umožní optimalizovat intenzitu zatížení,
- b. vyšetření očního pozadí, renálních funkcí a neurologické vyšetření.

Pro stanovení optimální intenzity zatížení a trvání cvičení platí obecné zásady, které jsou předmětem samostatné kapitoly. Při preskripci pohybové aktivity u diabetiků však musíme vzít v úvahu i celou řadu dalších faktorů, které intenzitu i trvání zátěže významně modifikují (např. komplikace T2DM, ostatní onemocnění syndromu IR, ICHS, hypertonickou reakci na zátěž, organické a funkční poruchy pohybového systému, psychosomatické problémy, atd.). To připadá v úvahu zejména u pacientů v pokročilejší fázi nemoci, u kterých se může stát startovací program zároveň programem udržovacím.

Vzhledem k obrovské variabilitě limitujících schopností a reakcí organismu na cvičení nebo trénink je zřejmé, že nějaká obecná instruktáž o pohybové aktivitě ve formě propagační brožury pro diabetiky je nedostatečná. Je naprosto nezbytné předepsat diabetikům individuální program, při jehož tvorbě je třeba zohlednit závažnost poruchy glukózového metabolismu a přidružené komorbidity nebo komplikace.

Jestliže je pacient s T2DM bez komplikací, může po dosažení žádoucí stabilizace sacharidového metabolismu začít cvičit. Každá cvičební jednotka by měla být zahájena 5–10minutovým rozcvičením a strečinkem (důležitá prevence muskuloskeletálních zranění). Zpočátku by intenzita vytrvalostního zatížení měla být spíše nižší, později by se měla zvyšovat a aerobní trénink by se měl kombinovat s odporovým cvičením (s výjimkou pacientů s proliferativní retinopatií nebo vysokou hypertenzí – viz dále); v každém případě se při vytrvalostním cvičení doporučuje monitorovat intenzitu zatížení sledováním SF (optimum 60–85 % MTR). U pacientů s alterovanou SF (např. u autonomní neuropatie

nebo při medikaci léky, které ovlivňují SF) je vhodné kontrolovat intenzitu i pomocí RPE. Hlavní části cvičení by měla trvat minimálně 30 minut a celé cvičení by mělo být zakončeno 5–10 minutovým uklidněním (snížení rizika pozátěžových kardiovaskulárních a muskuloskeletálních komplikací). Diabetik by měl cvičit nejméně každý druhý den, optimálně každý den.

Při navrhování druhu pohybových aktivit bychom měli vycházet z osobních zájmů a zkušeností pacienta.

Jestliže však pacient s T2DM není schopen při terapii inzulinem včas rozpoznat nastupující hypoglykémii, neměl by provozovat sporty, které představují riziko významného ohrožení zdraví nebo i smrti při poruše koordinace, při krátkodobé ztrátě orientace nebo při poruše vědomí (např. horolezectví nebo potápění).

Vedle zdravotních hledisek bychom měli také zohlednit hlediska sociální, psychologická a ekonomická. Zpočátku však doporučujeme i u diabetiků spíše cyklické pohybové aktivity, které minimalizují možná rizika. Nejčastějším typem vytrvalostního cvičení je rychlá chůze, nejefektivnější pohybovou aktivitou je severská chůze (zapojení svalů dolní i horní poloviny těla). Vedle toho má u diabetiků velký význam odporové cvičení, při kterém volíme spíše nízkou intenzitu a vysoký počet opakování; výjimkou jsou výkonní sportovci s výborně kontrolovaným DM, u kterých je možno využít i posilování s relativně vysokou zátěží a malým počtem opakování.

Rizika spojená se cvičením se u dospělých diabetiků týkají většinou důsledků ischemie myokardu. Při klinicky závažných formách ICHS (stav po nedávném infarktu myokardu, nestabilní angína pectoris, nebo jinak zvýšená pravděpodobnost závažnějších arytmií) nebo při chronickém srdečním selhání se volí obvykle velmi nízká intenzita zatížení (při cvičení je vyšší pravděpodobnost komplikací); lehký pohyb je však i u těchto závažných onemocnění velmi účinnou složkou rehabilitace.

I u dalších komorbidit může cvičení zvýšit různá rizika:

- při autonomní neuropatii s posturální hypotenzí se zvyšuje riziko synkop, arytmií, pádů a zranění pohybového systému, při výraznější symptomatologii doporučujeme cvičení vleže;
- při pokročilejší periferní neuropatii s anestézií nohou je zvýšené riziko poranění nohou, doporučujeme plavání ve vodě 32 až 35 °C;
- při postižení sítnice (proliferativní retinopatie) se zvyšuje riziko odchlípení sítnice v důsledku změn krevního tlaku při intenzivním silovém tréninku;
- v důsledku sportování v nesprávné obuvi může dojít k poškození tkání nohou a k ulceraci způsobené neuropatií a ischemií (diabetická noha); u obézních diabetiků s touto komplikací doporučujeme např. cvičení ve vodě;
- u starších diabetiků nacházíme obvykle i těžkou svalovou atrofií (*úbytek svalové tkáně*), která může výrazně limitovat spektrum pohybových činností.

Při glykémii $< 5.6 \text{ mmol.L}^{-1}$ ($< 100 \text{ mg.dL}^{-1}$) se doporučuje sníst před zahájením cvičení sacharidovou přesnídávku (např. ovoce nebo sušenku). Při glykémii $> 13,9 \text{ mmol.L}^{-1}$ ($> 250 \text{ mg.dL}^{-1}$) by diabetik měl

před cvičením zkontrolovat ketolátky v moči, jejichž zvýšené množství signalizuje nedostatek inzulínu (hrozba ketoacidózy); takový pacient by měl začít s tréninkem až po normalizaci ketolátek v moči. Důležité je, že u pacientů s T2DM obvykle nevzniká ketoacidóza, výjimkou je působení neobvykle silného stresu (např. zranění). Při glykémii $\geq 16,7 \text{ mmol.L}^{-1}$ ($\geq 300 \text{ mg.dL}^{-1}$) a zvýšeném množství ketolátek v moči se cvičení zásadně nedoporučuje (akutní riziko ketoacidózy a hyperglykemického komatu).

Vedle akutního onemocnění kontraindikuje cvičení i akutní krvácení do sítnice nebo stav bezprostředně po terapii retinopatie (např. laserem).

Zvláštní pozornost je třeba věnovat tomu, aby:

- měli diabetici pravidelný denní režim (v kolik hodin je jídlo, v kolik hodin a jak dlouho trvá cvičení a v kolik hodin bere léky);
- cvičící měli po ruce rychle se vstřebávající sacharidy; po ukončení cvičení bývá vhodné podání sacharidové přesnídávky;
- konzumovali před, během a po cvičení adekvátní množství vhodných tekutin (voda nebo iontové nápoje, zásadně ne nápoje obsahující vysoké množství jednoduchých cukrů);
- měli dobrou obuv a ponožky a po ukončení cvičení si prohlédli nohy;
- měli u sebe diabetický průkaz nebo jinou formu informace o svém onemocnění.

Výhodné je cvičení diabetika s dalšími osobami, které jsou informovány o jeho zdravotním stavu a jsou schopny mu v případě potřeby pomoci. Jestliže mají pacienti s T2DM absolvovat neobvykle dlouhou nebo extrémně vyčerpávající zátěž, musí se jednak poradit se svým lékařem, jednak musí pro předpokládané zvýšení produkce stresových hormonů modifikovat svou terapii (obvykle zvýšit dávky inzulínu nebo jiných antidiabetik)

Gestační (těhotenský) diabetes mellitus (GDM)

GDM vzniká v průběhu těhotenství, které redukuje účinnost inzulínu. Obvykle je GDM diagnostikován na základě pozitivního glukózového tolerančního testu mezi 24. a 28. týdnem těhotenství. Větší riziko vzniku GDM mají ženy s pozitivní rodinnou anamnézou GDM, obézní a ty, které porodily dítě s velkou porodní hmotností. Po porodu GDM mizí, i když asi v 50 % se objeví v pozdějších letech jako T2DM.

Vzácné formy DM mohou vzniknout jako důsledky infekce vedoucí k destrukci betabuněk pankreatu, reakce na léky nebo toxické chemikálie, vzácných imunitních reakcí, exokrinního onemocnění pankreatu a genetických defektů funkcí betabuněk a inzulínu.

Diabetes mellitus 1. typu (T1DM)

U T1DM v beta-buňkách pankreatu postupně a zcela zaniká produkce inzulínu; proto musí být inzulín podáván injekční formou (dříve inzulín dependentní DM). Jestliže dojde k významnému zvýšení glykémie

na základě neadekvátního množství podaného inzulínu, mají pacienti s T2DM sklon ke vzniku ketoacidózy.

Ke vzniku T1DM dojde na základě autoimunní reakce směřované k betabuňkám pankreatu, která vede u senzitivních osob k jejich destrukci. Faktory, které spouštějí autoimunní reakci, jsou pravděpodobně viry nebo toxiny.

Podíl genetických faktorů na vznik T1DM se většinou spojuje s geneticky podmíněným výskytem lidského lymfocytárního antigenu DR3 a DR4, který je spojen se zvýšeným rizikem vzniku T1DM.

T1DM vzniká nejčastěji v dětství a ve věku časně dospělosti (< 30 roků), ale může vzniknout i později. Z celkového počtu diabetiků trpí T1DM asi 5–10 % pacientů.

U T1DM vzhledem k prudšímu nástupu choroby s úplným přerušением produkce inzulínu je terapie obvykle obtížnější než u T2DM. Udržení glykovaného hemoglobinu (*HbA1c* – látka, která vzniká v organismu neenzymatickou reakcí – tzv. glykací – mezi hemoglobinem a glukózou; *HbA1c* poskytuje nepřímou informaci o průměrné hladině cukru v krvi v delším časovém období 4–6 týdnů – délka období odpovídá biologickému poločasu přežívání červených krvinek) a glykémie v normálním rozmezí vyžaduje dlouhodobé opakované monitorování glykémie. Jestliže začne takový pacient ještě sportovat, vyžaduje tato změna chování i změnu dávkování inzulínu; navíc je třeba, aby pacient trpící T1DM sportoval, pokud možno, každý den přibližně ve stejnou dobu.

Pohybová aktivita a T1DM

Možné pozitivní účinky pravidelné pohybové aktivity pro pacienty s T1DM jsou snížení zvýšeného krevního tlaku, zvýšení inzulínové senzitivity, redukce celkového cholesterolu, LDL-cholesterolu a triglyceridů, zvýšení HDL-cholesterolu, zvýšení VO_2 max a snížení SFk a SF při submaximálním zatížení. Vedle toho nelze opomenout i psychologické benefity (snížení deprese a zvýšení sebeúcty a kvality života), které kompenzují limity chronicky nemocného člověka.

Cvičení pacientů s T1DM je spojeno i s riziky, neboť při intenzivní zátěži může buď vzniknout v průběhu nebo po ukončení cvičení hypoglykémie, nebo naopak hyperglykémie a následná ketoacidóza (při cvičení v okamžiku nízké hladiny inzulínu může i krátká perioda vysoce intenzivního cvičení může vyvolat hyperglykémii).

U pacientů s T1DM je při cvičení nezbytné vzít v úvahu i příjem energie.

Celkově platí, že 1 hodina cvičení vyžaduje navíc asi 15 g sacharidů buď před, nebo po cvičení. Je-li intenzita zátěže vysoká nebo cvičení je delší, je třeba přidat na každou hodinu dalších asi 15–30 g sacharidů.

V každém případě se cvičení osobám s T1DM vyplatí, neboť kompenzace tohoto onemocnění je

u dlouhodobě a pravidelně sportujícího daleko snazší a efektivnější, než u jedince se sedavým životním stylem. Navíc je i významně menší frekvence komorbidit a závažných komplikací. Pokud překoná mladý diabetik bez komorbidit a komplikací řadu obtíží, kterým je vystaven při změně životního stylu, nebude pro něj ani intenzivní závodní sport rizikem; navíc může pravidelně rekreačně sportovat celý život.

Zásady platící pro cvičení T1DM jsou stejné, jako u T2DM, ať už je, nebo není základní onemocnění provázeno komplikacemi. Zpočátku bychom měli volit spíše nižší intenzitu zatížení, kterou bychom mohli postupně zvyšovat. U pacientů s T1DM hrozí při cvičení hypoglykémie, neboť nemohou regulovat množství inzulínu v krvi. Je-li však množství aplikovaného inzulínu z hlediska potřeby organismu dlouhodobě menší (špatná kompenzace T1DM), účinky glukagonu, adrenalinu a kortizolu spolu s produkcí jaterní glukózy převyšující její utilizaci a mohou vést při cvičení k hyperglykémii s ketoacidózou. Navíc může dojít v důsledku měnící se senzitivity periferních receptorů a následné utilizace glukózy k hypoglykémii až po několika hodinách po ukončení cvičení nebo tréninku. Po velmi intenzivním a vyčerpávajícím cvičení je kompenzace T1DM ještě obtížnější. Všechny tyto faktory, tj. zvýšení produkce uvedených kontraregulačních hormonů spolu s různě dlouho přetrvávajícím zvýšením spotřeby glukózy pracujícími svaly a zvýšením citlivosti inzulinových receptorů, je nutno při preskripci a kontrole programu pohybové aktivity vždy vzít v úvahu.

Závěrem je možno konstatovat, že optimální pohybový režim je pro diabetiky obrovským zdravotním přínosem. Na druhé straně je nutno zdůraznit, že cvičení s neadekvátně nízkou intenzitou zatížení pacientovi nepomůže a příliš dlouhé cvičení s neadekvátně vysokou zátěží může pacientovo zdraví dokonce vážně ohrozit. Proto je třeba trvat na preskripci a kontrole optimálního pohybového programu. Alibistický přístup s redukcí pohybové aktivity, zejména u dětí s T1DM, poškozuje však nemocného ještě víc.

Obsahové otázky

- Popište nejčastější symptomy diabetes mellitus!
- Které jsou nejčastější komorbidity a komplikace diabetes mellitus?
- Jaké jsou hlavní příčiny vzniku T2DM?
- Co je to typ MODY?
- Jaké jsou pozitivní účinky pravidelného cvičení u T2DM?
- Jaká jsou rizika cvičení u T2DM a u jeho jednotlivých komorbidit?
- Jaké jsou hlavní zásady při preskripci programu pohybové aktivity u T2DM?
- Čemu je třeba věnovat hlavní pozornost při cvičení diabetiků?
- Co je to gestační diabetes mellitus?
- Co je příčinou vzniku T1DM a jaké jsou jeho první příznaky?
- Jaké jsou hlavní zásady při preskripci programu pohybové aktivity u T1DM?

Ateroskleróza

Ateroskleróza je onemocnění, které postihuje stěnu tepen.

Cholesterol, který je v periférii transportován zejména lipoproteiny s velmi nízkou (VLDL) a nízkou hustotou (LDL), je fagocytován krevními monocyty, které se dostávají především v místech většího krevního tlaku (např. odstup menších tepen nebo dělení větších tepen) pod cévní endotel. Tento proces ukládání cholesterolu pod arteriální endotel je akcentován jednak při zvýšeném množství cholesterolu v krvi, jednak při zvýšeném poměru mezi LDL a HDL (lipoprotein s vysokou hustotou) ($> 3,5$). Negativní vliv má i zvýšená peroxidace cholesterolu, ke které dochází např. při zvýšeném množství volných radikálů v krvi.

Ateroskleróza tepen začíná již v raném věku a postupně se v průběhu celého života vyvíjí. Tento vývoj je ovlivněn jednak genetickými faktory, jednak chováním člověka, čili jeho životním stylem. Po většinu této doby se ateroskleróza buď neprojevuje, nebo jsou její projevy diskrétní a slabé. V nejčastější lokalitě výskytu aterosklerotického plátu, tj. ve věnčitých tepnách, probíhá přechod ze subklinické fáze do klinické fáze ICHS buď pozvolna (např. angína pectoris), nebo náhle a prudce (infarkt myokardu). Je třeba si uvědomit, že příznaky ischemie myokardu a porušení funkcí levé srdeční komory vyvolává zúžení příčného průřezu příslušné koronární tepny většinou až o víc než 70 %! Z toho plyne, že postupná progrese aterosklerotického procesu koronárních tepen probíhá bez subjektivních obtíží a první klinické známky ischemie myokardu mohou být překvapující a dramatické.

Fyzická zátěž

Vliv akutní nepřiměřené fyzické zátěže na funkci myokardu se může negativně projevit vazokonstrikcí arteriálního segmentu, sníženou produkcí relaxačního endoteliálního faktoru NO a zvýšenou tvorbou tromboxanu A₂ a endotelinu (způsobují konstrikci koronárních tepen). Klesá systolický objem a ejekční frakce levé komory, zvyšuje se SF, snižuje se Q_{\min}^{-1} a tím i perfuze kosterního svalstva (zvyšuje se svalová únava) a stoupá diastolický krevní tlak (TKd).

Mírné snížení zvýšeného krevního tlaku, ke kterému při **pravidelném cvičení** dochází (viz dále), zpomaluje proces migrace monocytů pod endotel. Pravidelné a optimální cvičení vytrvalostního charakteru rovněž snižuje zvýšenou hladinu celkového cholesterolu v krvi; u obézních pacientů je tento efekt zesílen za předpokladu paralelní redukce tělesného tuku. Zároveň dochází ke zvýšení frakce HDL-cholesterolu a k poklesu poměru LDL/HDL. Pravidelně zvýšený příjem volných kyslíkových radikálů, ke kterému dochází např. při vysoké ventilaci při zátěži, zvyšuje výkonnost antioxidantního systému, zejména aktivitu antioxidantních enzymů; tím se snižuje množství peroxidovaného cholesterolu, který působí destruktivně na strukturu monocytů pod endotelem tepen.

Vedle uvedených účinků zvyšuje pravidelná optimální pohybová aktivita $VO_2 \max$, zlepšuje ventilační odpověď na zátěž a zvyšuje aktivitu vagu. Snížením SF, krevního tlaku a požadavků myokardu

na kyslík se při fyzické zátěži zmenšují ischemické symptomy. U starších pacientů je důležité, že redukována koronární symptomatologie zvyšuje soběstačnost a psychosociální pohodu starších pacientů.

Primární prevence

Pravidelné cvičení má tedy řadu pozitivních efektů, které se mimo jiné projeví zpomalením progresu aterosklerotického procesu. Dlouhodobě prováděná pohybová aktivita snižuje výskyt angíny pectoris i infarktu myokardu. Důležité také je, že byl zjištěn pozitivní vztah mezi intenzitou zatížení a uvedeným preventivním účinkem cvičení; volba relativně vyššího zatížení v rámci efektivního rozsahu má výraznější preventivní účinky, než zatížení na dolní hranici. Rovněž je důležité, že cvičení působí nezávisle na ostatních rizikových faktorech a brzdí jejich negativní efekty (např. vliv hypertenze).

Nejobtížnější ve všech fázích programu pohybové aktivity je cvičení osob s dlouhodobým sedavým životním stylem. Podle **doporučení Americké kardiologické společnosti (AHA)** je modifikace rizikových faktorů a udržování aktivního životního stylu celoživotní proces. Osoby s kardiálním rizikem a s **nadváhou nebo obezitou** (BMI nad 25 kg.m⁻² a pasem nad 102 cm u mužů a nad 88 cm u žen) by měly v prvé řadě **redukovat množství tělesného tuku**. Měly by mít rozumný krátkodobý i dlouhodobý redukční plán modifikovaný (individualizovaný) s přihlédnutím k dalším rizikovým faktorům. V krátkodobém redukčním plánu (trvání asi půl roku) se kombinací redukční diety (energetický deficit by měl činit asi 500 – 1000 kcal za den), behaviorálního programu a optimálního cvičení (např. denně 60 – 90 minut rychlé chůze) doporučuje redukovat hmotnost rychlostí 0,45 – 0,90 kg za týden.

Dieta používaná u dobře poučených osob jako součást prevence nebo terapie kardiovaskulárních onemocnění se doporučuje na základě analýzy energetického příjmu a obsahu nasycených tuků, cholesterolu, trans-nenasycených mastných kyselin, sodíku a jednotlivých živin. Jsou analyzovány také dietní návyky (např. množství ovoce, zeleniny, cereálií, ryb, alkoholu, počet jídel za normálních a mimořádných okolností, atd.). Předepsaná dieta by měla zohlednit komplikace a komorbidity; u kardiaků je to vedle obezity i hypertenze, diabetes mellitus 2. typu, nebo choroby ledvin. Dieta by také měla zohlednit individuální chuťové preference a měla by rovněž respektovat kulturní preference.

Při dlouhodobém plánu je nezbytné dodržovat dietu a pohybový program tak, aby bylo v reálném čase dosaženo plánované hmotnosti. Většina osob (50 – 90 %) však dlouhodobý plán bohužel nedodrжуje a vrací se alespoň částečně k některým návykům, které po kratší dobu byly schopny opustit.

Pohybová aktivita v primární prevenci

AHA doporučuje předpis optimální pohybové aktivity na základě odhadu současné domácí, pracovní a rekreační pohybové aktivity (většinou pomocí standardizovaného dotazníku nebo krokoměru), ochoty ke změně chování, úrovně sebedůvěry a existence sociálních a individuálních bariér limitujících pohybový režim. U osob s větším rizikem by mělo být zásadně provedeno **zátěžové vyšetření**, a to na začátku programu a dál vždy, když dojde k negativní změně zdravotního stavu. Na základě takového vyšetření je možno podle stratifikace rizik a podle komorbidit (např. zohlednění degenerativních onemocnění velkých kloubů dolních končetin) předepsat optimální individuální program pohybové aktivity a její

monitorování.

Doporučuje se **každý den** (minimálně však 5 dnů v týdnu) absolvovat 30 – 60 minut zátěže střední intenzity, kterou by kromě volnočasových aktivit měla rovněž tvořit zvýšená **habituální aktivita** (nepoužívání výtahů, parkování dále od vchodů, intenzivní procházky, atd.). V prvních týdnech programu se jako prevence zranění pohybového systému doporučují vytrvalostní aktivity nižší intenzity, v průběhu dalších měsíců se intenzita zatížení zvyšuje.

Při **vytrvalostním (aerobním) cvičení** (chůze, chůze do schodů, severská chůze, klus, běh, jízda nebo chůze na ergometrickém trenažeru horních a dolních končetin, běh na lyžích, veslování, atd.), které by mělo trvat 30 – 60 minut a mělo by být realizováno denně, nejméně však 3 – 5krát týdně, by se intenzita měla postupně zvyšovat z 50 – 60 % na 70 – 85 % MTR. Podle potřeby, trénovanosti, nebo znalosti sportovního odvětví je možno využít kontinuálního i intervalového typu tréninku.

Odporový trénink by měl proběhnout 2 – 3krát týdně a měl by procvičit většinu velkých svalových skupin končetin i trupu. S využitím posilovacích strojů, činek, manžetových závaží nebo elastických pásů AHA doporučuje 8 – 10 cvičení různých svalových skupin v jedné sérii; cvik by se v jednom cvičení měl opakovat 10 – 15krát. Není-li možné cvik minimálně 10krát zopakovat, je třeba snížit odpor (závaží); a obráceně – vyšší počet opakování by měl vést ke zvýšení hmotnosti závaží nebo přemáhaného odporu. Zpočátku se doporučuje absolvovat jednu sérii, později se počet sérií může zvýšit až na tři.

Uvedená **změna životního stylu** by se u jednotlivých osob měla projevit zvýšením aerobní kapacity, lepším složením těla, snížením kardiovaskulárních rizik, zlepšením psychosociálního stavu, snížením psychického stresu a zvýšenou účastí na rekreačních, pracovních nebo domácích aktivitách. U starších osob program pohybové aktivity působí jako preventivní prostředek invalidity a zvyšuje v běžném životě sociální nezávislost a soběstačnost.

Sekundární prevence

Sekundární prevenci dělíme podle jednotlivých onemocnění.

Angína pectoris a tichá ischemie.

Ischemie je způsobená nedostatečným prokrvením orgánu nebo určité oblasti organismu. Srdeční ischemie je vyjádřena nepoměrem mezi spotřebou a přívodem kyslíku k myokardu. Nedostačující přívod kyslíku může být způsoben zúžením cévního průsvitu koronárních tepen (většinou na základě aterosklerotického plátu), nebo místním spazmem koronárních tepen. Rozeznáváme dva typy myokardiální ischemie:

Symptomatická ischemie se většinou projevuje angínou pectoris (svíravá bolest za hrudní kostí často vyzařující do ramene, paže, krku nebo čelisti, někdy dušnost, nevolnost nebo pocení), trvající typicky 10 – 20 sekund, výjimečně 30 minut a déle. Podobné projevy mohou mít i onemocnění jícnu, zánět hrudní kosti nebo žeber a jejich chrupavek nebo svalové bolesti z oblasti zad, ramene nebo paží.

Symptomatická angína pectoris se dělí na:

- a. **stabilní angína pectoris** je obvykle spojená s fyzickou námahou, emočním stresem nebo s chladem a ustupuje po zklidnění nebo zvýšení okolní teploty (nebo po aplikaci nitroglycerinu pod jazyk). Jestliže je zúžení průsvitu koronárních tepen větší než 70 %, redukované prokrvení stačí zásobit myokard za klidových podmínek, ale při zátěži ne.
- b. **nestabilní angína pectoris** souvisí s trombózou v místě arteriálního zúžení, prasknutím aterosklerotického plátu nebo spazmem v místě plátu. Projevuje se bolestmi už i v klidu, často po probuzení, a trvá většinou déle než 20 minut. Obtíže se od první diagnózy angíny pectoris relativně rychle zhoršují, stoupá frekvence a trvání záchvatů a snižuje se úroveň vyvolávající aktivity.
- c. **variantní angína pectoris (vázospastická nebo Prinzmetalova AP)** nemá základ v obstrukci nebo stenóze koronárního řečiště spojeného s aterosklerózou a její prognóza je relativně dobrá. Je vyvolána prudkým spazmem (křeč hladké svaloviny arteriální stěny) věnčité tepny, který vede k přechodnému zúžení koronárního řečiště.

Někteří pacienti s ICHS nemají žádné symptomy spojené s ischemií (**tichá ischemie**). Např. během zátěžového vyšetření, při kterém nemá pacient žádné bolesti a obtíže, můžeme u těchto pacientů najít na EKG objektivní známky ischemie týkající se segmentu ST a vlny T. Tichou ischemií trpí častěji diabetici v souvislosti s periferní neuropatií.

Pravidelné cvičení má řadu pozitivních účinků na stabilní angínu pectoris, které vyplývají ze zpomalení nebo zastavení progresu aterosklerotického plátu. Redukce nároků myokardu na kyslík (v důsledku zvýšení aktivity vagu klesá SF, prodlužuje se doba plnění komor, zvyšuje se end-diastolický objem a systolický objem a klesá zvýšený krevní tlak) a zvýšení dodávky kyslíku (mimo jiné zvýšenou tvorbou endoteliálního NO a zlepšením transportu iontů Ca v hladké svalovině arterií dochází k poklesu vazokonstrikce a zvýšení vazodilatace) zvyšují ischemický práh, na jehož úrovni se projevují symptomy onemocnění, a tím rozšiřují oblast pohybových aktivit, které může pacient absolvovat.

Před začátkem cvičení musí být diagnostikován typ angíny pectoris a stanoven horní limit SF; ten by měl být asi 10 – 15 tepů.min⁻¹ pod SF doprovázenou symptomy angíny pectoris nebo objektivními známkami ischemie myokardu u tiché ischemie. Horní limit také může být založen na prahu komorových arytmií nebo na hladině katecholaminů zvyšující riziko tvorby trombů. Rozcvičení i závěrečné uvolnění (včetně strečinku) by mělo být poněkud delší (> 10 minut). Na konci rozcvičení by měla být SF vyšší o 10 – 20 tepů.min⁻¹ než v klidu; rozdíl mezi dolním a horním limitem pracovní SF by měl být minimálně 20 tepů.min⁻¹. Trvání cvičební jednotky by mělo zohlednit vznik symptomů ischemie. Zpočátku by dva až tři krátké úseky cvičení (5 – 10 min) měly být od sebe odděleny krátkými periodami klidu. Eventuální krátké epizody ischemie chrání myokard před dalším poškozením následujících epizod ischemie. Cvičení by také nemělo probíhat za příliš nízkých teplot (viz Prinzmetalova angína pectoris).

Aerobní cvičení velkými svalovými skupinami by mělo probíhat 3 – 7krát týdně po dobu 20 – 60 minut a mohlo by být 2 – 3krát týdně kombinováno s odporovým (posilovacím) kruhovým tréninkem trvajícím 15 – 20 minut; intenzita posilovacího tréninku se řídí obecnými principy a musí být prováděna bez zadržetí dechu. Výraznější efekt pravidelného cvičení můžeme očekávat asi za 4 – 6 měsíců.

Pacienti, kteří mají stabilní angínu pectoris, by měli popsat a eventuálně i zaznamenat subjektivní pocity a symptomy podle následující škály:

- 1 – zřetelné, ale mírné
- 2 – střední
- 3 – středně těžké
- 4 – těžké (prudké)

Při hodnocení >2 by se měla buď intenzita zátěže snížit, nebo by cvičení mělo být přerušeno.

Infarkt myokardu.

V první fázi rehabilitace po IM (není součástí textu) doporučujeme většinou jen ortostatický nebo gravitační stres (opakované posazování nebo postavování). Zatížení větších svalových skupin je přiměřené až pro ambulantní pacienty po propuštění z nemocnice.

Po nekomplikovaném průběhu hospitalizace a první fáze rehabilitace po IM volíme intenzitu zatížení v rozsahu od 40 do 75 % MTR (odpovídá RPE 11 – 15 bodů), frekvenci minimálně obden (lépe denně, maximální pozitivní účinky jsou až při 6 hodinách pohybové aktivity týdně), trvání rozcvičení a uklidnění dohromady 20 minut, trvání vlastního cvičení 20 – 40 minut. U pacientů s nízkou úrovní zdatnosti volíme spíše nízkou intenzitu zatížení a při cvičení se snažíme u nich monitorovat symptomy onemocnění (bolesti nebo tlak za hrudní kostí, závratě a poruchy srdečního rytmu).

Fibrilace síní

Chronická fibrilace síní (FS) patří k nejfrekventovanějším srdečním arytmiím (se stárnoucí populací se výskyt FS zvyšuje) a je charakterizovaná chaotickými, rychlými a nepravidelnými depolarizacemi předsíní. Nepravidelné odpovědi komor snižují minutový srdeční objem a vedou k různým hemodynamickým symptomům. FS zvyšuje riziko tromboembolické příhody a ventrikulární tachykardie, snižuje zátěžovou kapacitu a zvyšuje únavu. FS může být intermitentní, tzn., že většinou kratší období FS je vystřídáno delším obdobím normálního sinusového rytmu. V každém případě však vzhledem k riziku tromboembolické příhody musíme monitorovat srážení krve (INR – mezinárodní normalizovaný poměr laboratorního koagulačního testu – Quickova testu).

U pacientů s FS může mít pravidelná pohybová aktivita řadu pozitivních účinků. Při preskripci programu Pohybové aktivity však musíme vždy zvážit základní onemocnění způsobující FS a při záchvatu fibrilace si uvědomit absolutní nespolehlivost měření SF. Intenzitu zátěže můžeme sledovat podle Borgovy škály vnímaného úsilí, frekvence, trvání a progresu zátěže se řídí stejnými principy, jako u pacientů se

sinusovým rytmem.

Chronické onemocnění srdce (CHOS)

CHOS je charakterizováno redukovanou schopností dodat kyslík metabolizujícím tkáním. Základem patofyziologie CHOS jsou redukované systolické funkce (např. redukce kontraktility myokardu), abnormální diastolické funkce (např. zvýšený odpor proti plnění komor a následně zvýšený komorový tlak, zvýšený plnicí tlak, nebo redukovaná elasticita a poddajnost komor), nebo jejich kombinace. CHOS je často spojeno se sekundárními změnami funkce jiných orgánů, např. se změněným metabolismem svalové tkáně, zhoršenou vázodilací, nebo renální insuficiencí projevující se retencí sodíku a vody. Výsledkem jsou nadměrná únava, dušnost a snížená tolerance fyzické zátěže (dominuje redukovaný Q_{\min}^{-1} , který v těžkých případech nedostačuje ani v klidu).

U pacientů s CHOS nacházíme v průběhu zátěže vyšší hladinu katecholaminů a redukovanou denzitu beta-receptorů, což se projeví redukovanou kontraktilitou myokardu, sníženou chronotropní (*ovlivňující četnost vzniku podnětů v pacemakeru, čili ovlivňující SF*) odpovědí a redukovaným TKs (přispívá ke snížení krevního průtoku periferními tkáněmi). Vedle redukovaného průtoku krve periferií je i redukovaná vázodilatační kapacita, dochází k abnormální redistribuci krve, k endoteliálním dysfunkcím a k abnormalitám v metabolismu kosterního svalstva (snížená aktivita mitochondriálních enzymů, redukovaná aktivace pomalých svalových vláken a zvýšená aktivace rychlých svalových vláken, větší glykolýza, redukovaná aerobní fosforylace a větší metabolická acidóza). Rovněž nesoulad mezi ventilací a průtokem krve tkáněmi (perfuzí) vede ke zvětšení fyziologického mrtvého prostoru a k dušnosti, k redukovanému odbourávání laktátu v kosterních svalech a k rychle nastupující únavě a k hyperventilaci.

Pravidelná pohybová aktivita se projeví především ve zlepšení svalového metabolismu, endoteliálních funkcí, vázodilatační kapacity a redistribuce krve. Tím dochází ke zlepšení symptomů CHOS a zvýšení zátěžové kapacity; tyto změny se projeví ve zvýšení nezávislosti pacienta a ve zvýšení kvality jeho života.

Je si však třeba uvědomit, že tito pacienti mají při cvičení vyšší riziko náhlé smrti a výrazně prolongovanou únavu po cvičení. Rovněž je třeba úzkostlivě se vyhýbat cvičení pacientů, jejichž současný zdravotní stav vylučuje pohyb (např. obstrukce vyprazdňování levé komory, dekompenzace CHOS, nebo nestabilní poruchy rytmu). V každém případě je nezbytná vysoká profesionalita pracovníků zabezpečujících cvičení pacientů s CHOS.

Při kontrole intenzity zatížení cirkulace dáváme výjimečně přednost použití Borgovy škály vnímaného úsilí nebo škále dušnosti před sledováním SF nebo zevní intenzity zátěže (např. rychlosti nebo vykonané práce). Aerobní cvičení má nižší intenzitu a postupně spíše prodlužujeme trvání cvičební jednotky; zcela se vyhýbáme izometrickému cvičení. Je třeba přísně dbát na to, aby při cvičení nebyla překročena intenzita, která vyvolává abnormální pohyby stěny srdce nebo pokles ejekční frakce. U pacientů s anamnézou komorové tachykardie, srdeční zástavy nebo hypotenze monitorujeme při cvičení EKG.

Další kardiovaskulární onemocnění

U pacientů, kteří mají **chlopenní vady** a nemohou se podrobit operaci postižených chlopní, je primárním cílem pravidelné pohybové aktivity zvýšení pracovní kapacity kosterního svalstva. Mechanická funkce chlopní se sice cvičením nezlepší, ale může se zvýšit submaximální pracovní kapacita a tím i kvalita života.

U chlopenních vad je důležité znát míru stenózy nebo insuficience postižené chlopně. U mírných postižení není třeba vytvářet žádné nové a další limity. Významné zúžení pulmonální chlopně nebo aortální chlopně přináší sebou riziko synkopy, proto by intenzita zatížení neměla být příliš vysoká. U zúžení, insuficience a prolapsu mitrální chlopně je cvičení limitováno individuální symptomatologií.

Trvání a frekvence cvičení by se neměly lišit od normální preskripce, pouze u osob s výrazně sníženou kondicí doporučujeme intermitentní cvičení s pracovními úseky 5 – 15 minut.

Po operaci by cvičení nemělo být doprovázeno větším zvýšením SF než o 20 – 30 tepů; postupně by se měla intenzita zvyšovat až na 50 – 70 % MTR.

Pozitivní efekty pohybové aktivity u pacientů po **koronárním bypassu (Coronary Artery Bypass Graft Surgery - CABGS) a perkutánní transluminární koronární angioplastice (PTCA)** se projeví především v redukcí fatálních kardiovaskulárních příhod, ve zvýšení pracovní kapacity a VO_2 peak (*hodnota získaná při stupňovaném zátěžovém vyšetření do maxima, nejsou však splněna kritéria pro VO_2 max*), zpomalení SF a snížení krevního tlaku (a tím snížení požadavků myokardu), ve snížení inzulínové rezistence a úpravě sacharidového metabolismu. Jistou úlohu může sehrát pravidelné cvičení i při udržování průchodnosti štěpu, prevenci restenózy nebo zpomalení progresu aterosklerózy.

Hlavní riziko spojené se cvičením je u těchto pacientů (podobné, jako např. u pacientů po IM) ventrikulární arytmie. U vysoce rizikových pacientů jí čelíme zejména efektivní farmakoterapií a časnou detekcí a léčením elektrické nestability. Kardiální rehabilitace pacientů po CABGS a PTCA by měla být monitorována, neboť správná supervize umožňuje mimo jiné i časnou detekci restenózy.

Po ukončení hospitalizace je třeba především řešit problém výrazného snížení tělesné zdatnosti, které následuje po CABGS, v daleko menším rozsahu i po PTCA. V důsledku pravidelné pohybové aktivitě o intenzitě minimálně 40 – 50 % MTR (nebo VO_2 peak) dochází v prvních týdnech po propuštění z nemocnice k výraznému zvýšení aerobní kapacity (tělesné zdatnosti). Nejlepším druhem pohybové aktivity pro tyto pacienty je chůze a postupně rychlá chůze na úrovni vyšší než 70 % SF max. Při srovnání se stavem po IM začínají pacienti po CABGS a PTCA s rehabilitací dříve a mají větší progres ukazatelů tělesné zdatnosti; měli by se však vyhnout většímu zatížení horních končetin. Vzhledem k možnosti oslabení a zkrácení svalstva hrudníku se doporučuje pacientům po CABGS, kteří nemají větší potíže při pohybu hrudníku a nemají komplikace po operaci, protahování ramenního pletence s akcentováním flexe, abdukce a rotace v ramenním kloubu. Do doby úplného uzdravení (většinou 12 týdnů po CABGS) však nedoporučujeme zásadně odporový trénink horní poloviny těla, který by mohl

vyvolat tah na sternum.

Pacienti po PTCA mohou začít s aerobním tréninkem lehké nebo střední intenzity (např. rychlou chůzí) už po 24 nebo 48 hodinách po operaci.

Pravidelné cvičení u pacientů s **pacemakery a implantovanými defibrilátory** zvyšuje jejich funkční kapacitu a pomůže jim také redukovat kardiovaskulární rizika (např. dyslipoproteinémií nebo hypertenzi).

Moderní pacemakery velmi věrohodně napodobují normální srdeční funkce jak v klidu, tak i během tělesné aktivity. Před začátkem programu pohybové aktivity však musí být přesně stanovena a dokumentována horní hranice optimálního zatížení. Je důležité, aby horní hranice intenzity zatížení při tréninku byla nastavena pod ischemickým prahem pacienta. V průběhu cvičení musí být pečlivě monitorována SF a zpětnovazebně řízena rychlost pohybu. Protože některé pohyby by mohly uvolnit implantované vodiče, na začátku a v prvních fázích programu pohybové aktivity nedoporučujeme pacientům s pacemakerem odporová cvičení horní polovinou těla.

Stejně jako u jiných pacientů s chronickým onemocněním, má pravidelná a progresivní Pohybová aktivita řadu pozitivních efektů i u pacientů s **transplantovaným srdcem** (zvýšení kardiovaskulární zdatnosti až o 40 %, dosažení soběstačnosti, atd.). U těchto pacientů se doporučuje kontrolovat při aerobní vytrvalostní aktivitě intenzitu zatížení podle subjektivního vnímaného úsilí (11 – 14 bodů Borgovy škály). Trvání cvičební jednotky by se mělo progresivně zvyšovat od 15 do 60 minut, frekvence by měla být 4 – 5 cvičení za týden. Navíc se doporučuje dvakrát týdně odporová cvičení (dolní končetiny, záda, paže a ramena) s nízkou zátěží (10 – 15 opakování).

Kardiální rehabilitace pacientů s implantovanými defibrilátory a pacemakery, po koronárním bypassu anebo s transplantovaným srdcem klade vysoké nároky na odbornost a kvalifikaci personálu a její účinky by měly být kontrolovány na speciálních kardiologických pracovištích.

Obsahové otázky

- Proč a kde nejčastěji vzniká aterosklerotický plát?
- Jak působí jednorázová a opakovaná zátěž na srdce a krevní oběh?
- Jaké je doporučení AHA pro obézní kardiaky?
- Jaká je doporučovaná pohybová aktivita v rámci primární prevence kardiovaskulárních onemocnění?
- Co je to angína pectoris a jak ji dělíme z hlediska symptomatologie?
- Jaké platí zásady pro preskripci programu pohybové aktivity u angíny pectoris?
- Jaké platí zásady pro preskripci programu pohybové aktivity u infarktu myokardu?
- Jak se projevuje fibrilace síní a jaké jsou zvláštnosti při preskripci a kontrole pohybové aktivity?
- Co je to chronické onemocnění srdce a jaký je jeho klinický obraz?
- Jaké platí zásady pro předpis pohybové aktivity a jaký má vliv pravidelné cvičení na chronické onemocnění srdce?
- Čím se řídí preskripce pohybové aktivity u chlopenních vad před a po operaci?

- Jaké jsou hlavní zásady při předpisu a kontrole pohybové aktivity u pacientů po koronárním bypassu a perkutánní transluminární koronární angioplastice?
- Čím se řídí předpis a kontrola pohybové aktivity u pacientů s pacemakery, s implantovanými defibrilátory a po transplantaci srdce?

Arteriální hypertenze

Optimální TKs je < 120 mm Hg, TKd < 80 mm Hg, normální TKs/TKd je $< 130/< 80$ mm Hg. Zvýšený TKs je 130–139 mm Hg, zvýšený TKd 85–89 mm Hg. Hypertenze je definovaná jako primární, esenciální nebo idiopatická a dělí se do tří stupňů. První je v klidu vsedě charakterizován TKs 140–159 mm Hg, TKd 90–99 mm Hg. Druhý stupeň má TKs/TKd 160–179/100–109 mm Hg a třetí $> 180/110$ mm Hg. Je si však třeba uvědomit, že kardiovaskulární riziko stoupá už od relativně nízkého krevního tlaku (TKs = 115 mm Hg a od TKd = 75 mm Hg); při zvýšení TKd se na každých 10 mm Hg a TKs na každých 20 mm Hg kardiovaskulární riziko zdvojnásobuje. Hypertonici mají riziko fatálního nebo nefatálního kardiovaskulárního onemocnění (nejčastěji ICHS a cévní mozkové příhody), periferního cévního onemocnění, městnavé srdeční choroby nebo ledvinového onemocnění a jejich mortalita progresivně stoupá s úrovní TKs a TKd. Navíc je hypertenze všeobecně uznávaným symptomem syndromu inzulínové rezistence. Primární prevence hypertenze je velmi důležitá, neboť většina pacientů s onemocněním srdce a oběhového systému trpí vysokým krevním tlakem.

Všeobecně akceptované rizikové faktory hypertenze jsou prokázaná hypertenze v rodině, vysoký BMI a nízká tělesná zdatnost. Bylo také opakovaně prokázáno, že nedostatek přiměřeného tělesného pohybu zvyšuje výskyt hypertenze. Naopak sportovci staršího věku mají vzhledem ke stejné starým nespportovcům nižší krevní tlak, a to jak v klidu, tak i při zatížení. Tělesně aktivní hypertonici s vyšší úrovní tělesné zdatnosti vykazují výrazně nižší mortalitu než méně zdatné osoby se sedavým životním stylem.

Uvádí se, že zvýšením pohybové aktivity lze u dospělých osob s hypertenzí 1. a 2. stupně snížit TKs o 10–15 mm Hg a TKd o 3–10 mm Hg. Je tedy zřejmé, že pravidelné cvičení se ukazuje jako relativně velmi silná intervence, která výrazně snižuje kardiovaskulární riziko.

Mechanismus, kterým pohybová aktivita snižuje krevní tlak, není zcela jasný. Jde pravděpodobně o kombinovaný vliv poklesu hladiny plazmatického noradrenalinu, zvýšení cirkulujících vazodilatačních látek, snížení hyperinzulinémie a změnou renálních funkcí.

Jestliže je TKs 120–139 mm Hg nebo TKd 80–89 mm Hg, navrhuje nejprve modifikaci životního stylu, včetně pravidelné pohybové aktivity (preskripce podle obecných principů). Dále doporučujeme snížení nadváhy, mírné omezení příjmu sodíku (sůl do 5–6 g za den), zvýšenou konzumaci čerstvé zeleniny, ovoce a nízkotučných mléčných výrobků, snížení celkového příjmu tuků, zejména nasycených mastných kyselin, snížení konzumace alkoholu (u mužů < 30 g za den, u žen < 20 g za den) a zanechání kouření.

Jestliže nedojde ani po pozitivní změně životního stylu k poklesu krevního tlaku nebo při vyšších hodnotách krevního tlaku nebo u pacientů s cukrovkou, chronickým onemocněním ledvin nebo srdečním selháním, je nezbytné nastavit i vhodnou farmakoterapii. Je nutno upozornit na to, že některé léky (např. nesteroidní antiflogistika, kortikoidy nebo některé preparáty hormonální antikoncepce) mohou

podporovat retenci sodíku a vody; krevní tlak zvyšují i některé drogy (např. amfetamin, kokain nebo LSD).

U hypertenze třetího stupně doporučujeme vytrvalostní cvičení až po nasazení farmakoterapie.

Jinak preskripce programu pohybové aktivity vychází ze stejných principů jako u ostatní zdravé populace (vytrvalostní zatížení velkých svalových skupin při intenzitě 60–85 % VO_2 max nebo MTR , obden, lépe každý den, trvání 30–60 minut). Typický posilovací trénink se nedoporučuje, v kombinaci s vytrvalostním tréninkem se doporučuje odporový kruhový trénink s nízkou zátěží a velkým počtem opakování.

Hypertenze, která se objeví až při tělesné zátěži nebo po ní, zvyšuje u člověka s normálním krevním tlakem pravděpodobnost vzniku klidové hypertenze. Tato **zátěžová nebo pozátěžová hypertenze** zvyšuje 2–3krát i relativním riziko kardiovaskulárního onemocnění. Velmi důležité je, že při maximálním zátěžovém vyšetření nesmí TKs překročit u mladších pacientů 250 mm Hg a u seniorů 220 mm Hg!

Obsahové otázky

- Jak definujeme a rozdělujeme hypertenzi?
- Jakou má pohybová aktivita vliv na hypertenzi?
- Jaká pohybová aktivita je doporučena při prevenci a léčení hypertenze?

Chronická respirační onemocnění

Vznik těchto onemocnění velkou většinou nesouvisí s nedostatkem pohybu, ale pohybová terapie patří k jejich základním léčebným prostředkům. Mezi tato onemocnění počítáme zejména chronickou obstrukční plicní nemoc, bronchiální astma, pozátěžový bronchospasmus (pozátěžové astma – PAST) a cystickou fibrózu plic.

Chronická obstruktivní pulmonální onemocnění se v důsledku změn plicních mechanismů, abnormální výměny plynů, dysfunkcí dýchacích svalů, redukce výkonnosti srdce, malnutrice a dušnosti vyznačují sníženou tolerancí fyzické zátěže. Pacienti s mírnými nebo středními projevy onemocnění reagují na fyzické zatížení podobně, jako zdraví lidé. To znamená, že po pravidelném optimálním cvičení se např. zvýší jejich VO_2 peak, množství hemoglobinu, systolický objem, utilizace kyslíku na periférii, svalová síla a vytrvalost, tělesné složení nebo pohybová koordinace. Avšak nemocní s výraznou obstrukcí budou zvyšovat vytrvalostní výkonnost a zlepšovat kvalitu jejich života pouze s malým příspěvkem zvýšení aerobní kapacity. Pravidelná pohybová aktivita však dokáže i u těchto nemocných zvýšit aktivitu klíčových metabolických enzymů kosterních svalů, snížit produkci laktátu a snížit jejich dušnost.

Chronická obstrukční plicní nemoc (CHOPN)

CHOPN vyvolává celou řadu zdravotních problémů vyvolaných nejen zhoršením ventilace a výměny plynů, ale také komplexní interakcí s kardiovaskulárním a svalovým systémem (zejména redukovaná aerobní kapacita a svalová síla).

CHOPN, kterou trpí především kuřáci, je charakterizována chronickou obstrukcí (zúžením až uzávěrem) dýchacích cest, kašlem s vykašláváním sputa (nejméně 3 měsíce v roce v posledních 2 letech a déle) a destrukcí plicní tkáně s rozpadem plicních sklípků (rozedma plic); v pokročilém stadiu nemoci dochází i k hmotnostnímu deficitu. U pacientů s CHOPN nacházíme hypoxémii (*snížený parciální tlak kyslíku v krvi*), hyperkapnii (*zvýšený parciální tlak CO_2 v krvi*) a respirační acidózu (*pokles pH krve*).

CHOPN se dělí podle výsledků spirometrického vyšetření do 4 stádií:

Stadium I (lehké): FEV_1 (*maximální množství vzduchu usilovně vydechnuté za jednu vteřinu*) / FVC (*usilovná vitální kapacita*) $< 0,70$ a $FEV_1 > 80$ % náležité hodnoty (n.h.)

Stadium II (střední): $FEV_1/FVC < 0,70$ a FEV_1 50–80 % n.h.; nález svědčí o snížení plicních funkcí a je provázen dušností, zejména při zátěži, a častějšími exacerbacemi.

Stadium III (těžké): $FEV_1/FVC < 0,70$ a FEV_1 30–50 % n.h.; nález svědčí o těžkém stupni snížení plicních funkcí.

Stadium IV (velmi těžké): $FEV_1/FVC < 0,70$, $FEV_1 < 30 \% \text{ n.h.}$ nebo $FEV_1 < 50 \% \text{ n.h.}$ + chronické respirační selhání; je zřejmé, že jde o postižení plicních funkcí velmi těžkého stupně, často s klidovou dušností. Je výrazně zhoršená kvalita života a exacerbace ohrožují život pacienta.

CHOPN má různě rychlý vývoj, ale většinou se jedná o onemocnění progredující, zvláště jsou-li jedinci nadále vystaveni působení škodlivých činitelů (např. kouření tabáku). I když jejich působení přestane, může se CHOPN dále zhoršovat, protože plicní funkce se zhoršují se zvyšujícím se věkem. Přesto ukončení škodlivé expozice, dokonce i při významném postižení, může způsobit zlepšení plicních funkcí a zpomalit nebo dokonce zastavit progresi CHOPN.

U CHOPN je plicní rehabilitace (např. dechová cvičení nebo jednoduché gymnastické prvky) a pravidelná pohybová aktivita střední intenzity u pacientů s mírným až středním postižením důležitou součástí komplexní terapie. Plicní rehabilitace se však může uplatnit ve všech stadiích CHOPN, zejména pak ve stadiu II a III. Při rozsáhlých destrukcích plicní tkáně a dlouhotrvající farmakoterapii samostatná plicní rehabilitace samozřejmě nestačí, v každém případě však může zlepšit nebo alespoň udržet kvalitu života, zkrátit trvání nezbytné hospitalizace a snížit náklady na léčení.

V důsledku progresivního úbytku svalové hmoty, zejména pomalých oxidativních vláken velkých svalů dolních končetin, který často provází chronická plicní onemocnění, dochází i ke snižování tělesné zdatnosti a odolnosti proti únavě. Relativně větší zastoupení rychlých svalových vláken vede i při práci relativně nízké intenzity k většímu uvolňování laktátu ze svalu do krve, k acidóze a k dušnosti. Únava sehrává důležitou roli zejména u dýchacích pohybů bránice, neboť vede při tělesné práci k dušnosti. K dušnosti rovněž vede akutní dynamická hyperinflace (*stav patologicky zvýšeného objemu plic na konci výdechu; v průběhu normálního výdechu se u zdravých lidí většina alveolů z velké části vyprázdní, u pacientů s CHOPN díky ztrátě elastické podpory malých dýchacích cest dochází k předčasnému uzávěru periferních dýchacích cest a alveoly se ani při pomalém výdechu nevyprázdní všechny – „uvěznění plynu“ – k difuzní plicní hyperinflaci vede nedostatečná schopnost pacienta vydechnout veškerý objem vzduchu, během dýchání dochází k progresivnímu zvětšování plicního objemu, na konci výdechu je hrudník v nádechovém postavení, což změnou postavení svalových vláken v bránici či změnou poddajnosti hrudní stěny zhoršuje mechaniku dýchání*), při které se zvyšují reziduální objemy a klesá alveolární ventilace, a tím se zhoršuje žilní návrat a snižuje se minutový srdeční objem. Ukazuje se, že nadměrné používání břišních svalů při výdechu významně snižuje množství kyslíku pro ostatní kosterní svaly a tím snižuje jejich výkonnost. To všechno vede k bludnému kruhu hypokineze.

Pohybová aktivita a CHOPN

Předpis programu pohybové aktivity musí být individualizovaný a flexibilní vzhledem ke změnám klinického stavu. Všechny významné změny ve zdravotním stavu pacienta vyžadují nové posouzení cílů a rizik předepsaného programu pohybové aktivity.

Pravidelné vytrvalostní cvičení, zejména velkých skupin končetinových svalů, zvyšuje v zachovaných pomalých svalových vlákních aktivitě mitochondriálních oxidativních enzymů; to umožňuje lepší využití

redukovaného množství kyslíku, což je zvláště důležité pro dýchací svalstvo. V praxi se nejvíce osvědčila dlouhodobá kombinace bronchodilatačních léků (*rozšiřují dýchací cesty*) a každodenního vytrvalostního tréninku (např. 30 minut chůze).

Vedle kontinuálního vytrvalostního cvičení je možno použít rovněž intervalový trénink se střídáním 1–3minutových intervalů aktivity a klidu. Výhodou intervalového tréninku je to, že pacient je méně unavený než při kontinuálním tréninku, vykoná větší objem práce a má nižší hladinu laktátu v krvi.

Vytrvalostní cvičení je možné kombinovat s odporovým (silovým) cvičením, při kterém jsou relativně nižší nároky na dechovou práci v poměru k podanému výkonu. Pro pacienty s CHOPN je vzhledem k progresivnímu úbytku svalové hmoty důležité zvyšování nebo alespoň udržování svalové síly a zvyšování oxidativní kapacity pomalých svalových vláken. Proto je kombinace odporového a vytrvalostního tréninku nejlepší metodikou pro udržování tělesné kondice pacientů s CHOPN. Pro zvyšování efektivity takového cvičení se doporučuje i ergogenní farmakologická pomoc. Např. podání kreatinu zvyšuje u pacientů s CHOPN svalovou sílu a svalovou vytrvalost i krátkodobý maximální výkon. Podobné účinky mají i anabolické steroidy.

U výraznější zátěžové dušnosti se doporučuje při cvičení použít dýchací směsi bohaté na kyslík (např. směs helia a kyslíku); to snižuje hyperinflaci a umožňuje zvýšit intenzitu cvičení a prodloužit délku jeho trvání. Při výraznějším oslabení bránice se doporučuje paralelní pomocný trénink inspiračních svalů.

Při dlouhodobě zvýšené dušnosti nebo při akutních exacerbacích nebo komplikacích se doporučuje nervosvalová elektrická stimulace svalových skupin významných pro pohyb pacienta.

Bronchiální astma

Bronchiální neboli průduškové astma je chronické zánětlivé onemocnění dýchacích cest, na jehož rozvoji se kombinovaně podílí dědičné dispozice, stav imunitního systému a vlivy vnějšího prostředí. Pokládá se za poruchu přirozené imunity a neúčelnou obranu organismu, vyjádřenou nepřiměřenou odpovědí na tzv. antigenní podnět. Průdušky jsou postiženy alergickým zánětem, který vyvolává otok sliznice, poškození výstelky dýchacích cest, nadměrnou tvorbu hlenu a zmnožení hladké svaloviny v jejich stěně; tyto zánětlivé změny se podílejí na zvýšení bronchiální reaktivity. Takový stav je provázen výrazným inspiračním postavením hrudníku, vyvolaným spazmem inspiračních svalů, zejména bránice. Výsledkem je prodloužený obtížný výdech.

Zúžení průdušek vede tedy ke ztíženému dýchání, prodlouženému výdechu provázenému slyšitelným pískáním, k sípání, k pocitům tíže na hrudi a k suchému dráždivému kašli, který se objevuje zejména v noci, ráno po probuzení, při rozrušení nebo při námaze (ruší spánek a omezuje fyzickou aktivitu). Náhlý pocit nedostatku vzduchu nutí nemocné k rychlému a povrchnímu dýchání. Díky výdechové dušnosti se shromažďuje vzduch v plicích (hyperinflace) a postupně znemožňuje další nádech.

Typicky se astma projevuje záchvaty dušnosti, které se střídají s intervaly normálního dýchání, kdy je nemocný zcela bez obtíží. Nejčastějšími „spouštěči“ dušnosti jsou alergeny (plísňe, roztoče, pylly, zvířecí

srst, atd.), infekce dýchacích cest, tabákový kouř, různé chemické látky, strava, některé léky, emoční stres nebo tělesná zátěž. Míra reaktivity je ovlivněna zejména dědičnými dispozicemi a způsobuje různě závažný uzávěr dýchacích cest.

K rozvoji obtíží však někdy dochází i postupně a astmatik o své chorobě nemusí zpočátku dlouho vědět. Zadržává se jen při náročnější fyzické činnosti a teprve později dochází i ke klidové dušnosti.

Počet astmatiků kolísá v různých zemích asi od 5 do 12 % populace. Na celém světě je okolo 100 milionů astmatiků; v České republice trpí v současnosti astmatem asi 820 tisíc lidí (předpokládá se, že u dalších 300 tisíc není tato nemoc ještě rozpoznána). Počet astmatiků v populaci se zvláště v posledních desetiletích stále zvyšuje, zejména mezi dětskou populací, kde je po obezitě nejčastějším chronickým onemocněním (každý třetí astmatik je dítě). Astmatu u dětí často předchází opakující se zánět průdušek virového původu, který může postupně přecházet v astma (menší výskyt příznaků akutního infektu a dominující infekčně alergické projevy). Díky oslabení svalů, nízké tělesné zdatnosti a zbytečné izolaci od dětského kolektivu (zbytečná úzkostlivost rodičů) se někdy setkáváme u dětí s různými deformitami hrudníku, chabým držením těla, poruchami pohybové koordinace a psychického vývoje.

U dospělých osob často získává astma podobu chronického zánětu průdušek s postupným vymizením reverzibility obstrukce, klidovou dušností a přechodem do CHOPN. Z hlediska takové progresse a frekvence záchvatů se astma klasifikuje čtyřmi stupni: 1. stupeň charakterizuje střídání záchvatů s obdobím bez obtíží; další stupně jsou charakterizovány přetrvávajícími obtížemi, které jsou lehké (2. stupeň), středně těžké (3. stupeň) a těžké (4. stupeň). Dlouhotrvající záchvat se nazývá katastrofické astma nebo status astmaticus.

K hodnocení stupně obstrukce se používá spirometrické vyšetření (maximální výdechová rychlost a usilovný výdech), testy bronchiální hyperreaktivity a bronchodilatační a bronchoprovokační testy.

Pohybová aktivita a bronchiální astma

Vzhledem k většímu či menšímu přetrvávání dušnosti u dospělých astmatiků jsou principy použití pohybové aktivity jako terapeutického a sekundárně preventivního nástroje totožné jako u CHOPN. Avšak i u dětí, které jsou v období mezi záchvaty zcela bez obtíží, jde především o zvyšování tělesné zdatnosti a odolnosti proti chladu a únavě. Nižší hodnoty VO_2 peak nejsou u dětských astmatiků způsobeny jejich onemocněním, neboť tělesná zdatnost dětí trpících astmatem může být při dostatečné pohybové aktivitě přibližně stejná jako u zdravých dětí. Příčinou nízké zdatnosti však bývá snížená pohybová aktivita v důsledku zbytečného šetření a ochrany dítěte před tělesnou námahou (sedavý životní styl). Kontrolované a správně léčené astmatické dítě se může mimo záchvat zúčastnit prakticky stejných pohybových aktivit jako stejně staré dítě zdravé.

Pravidelná pohybová aktivita nebo sportovní trénink snižují počet a intenzitu záchvatů, zvyšují VO_2 peak a ventilaci, snižují pracovní neschopnost, u dětí zlepšují školní docházku, snižují množství léků a zkracují hospitalizaci.

Sportující astmatici často používají při sportovním tréninku osvědčenou premedikaci léky, které rozšiřují průdušky (tzv. bronchodilancia). V této souvislosti je si třeba uvědomit, že nejúčinnější z nich, beta 2 agonisté, mají ve větších dávkách i anabolické účinky a jejich perorální forma je na seznamu zakázaných látek. Tyto léky, stejně jako kortikoidy, je možno pouze inhalovat.

U astmatiků je oblíbené plavání (pokud dráždění chlorovými párami nevyvolá záchvat nebo pozátěžový bronchospasmus), neboť hydrostatický tlak vody napomáhá expiraci, snižuje práci expiračních svalů a zlepšuje žilní návrat. Navíc je vzduch těsně nad vodní hladinou nasycen vodními párami a neobsahuje alergeny. Trénování astmatici mají po premedikaci bronchodilatačními léky při identické zátěži nižší ventilaci než lidé bez tohoto onemocnění. Proto není překvapením, že mezi vynikajícími plavci byla řada astmatiků (např. fenomenální plavec a mnohonásobný olympijský vítěz Mark Andrew Spitz).

Pozitivní vliv na astma má i pobyt ve vysokohorském prostředí, ve kterém se snižuje bronchiální reaktivita, zlepšují se plicní funkce, snižují se zánětlivé změny a zvyšuje se účinnost léků. V našich zemích se doporučuje ke zlepšení zdravotního stavu astmatických dětí pobyt v jeskyních, ve kterých nejsou přítomny žádné alergeny.

Pozátěžový bronchospasmus (pozátěžové astma – PAST)

Bronchospasmus po ukončení zátěže je vlastně ochranná fyziologická reakce při inhalaci studeného (méně než -20°C) a suchého vzduchu (30–60 %) nebo některých dráždivých látek a postihuje nejen astmatiky, ale i zcela zdravé osoby. PAST se objevuje většinou asi za 5–15 minut po přerušení nebo ukončení zátěže (zcela výjimečně až po několika hodinách) o střední nebo vysoké intenzitě a projevuje se dušností, kýcháním, kašlem, sípáním a někdy i tlakem na hrudníku. Pokud není léčen, odezní spontánně za 10–30 minut. V průběhu několika dalších hodin nemůže dojít i po velmi intenzivní zátěži k dalšímu záchvatu dušnosti (tzv. refrakterní období).

PAST vzniká pravděpodobně v důsledku hyperventilace, která vede k ochlazení dýchacích cest. Při zvýšené ventilaci $> 40 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ (obvykle při 70–85 % $\text{VO}_2 \text{ max}$ a při 160–180 tepch. min^{-1}) začíná cvičící jedinec dýchat ústy studený vzduch a sliznice dýchacích cest se začíná ochlazovat a vysušovat. To vede k podráždění receptorů dýchacích cest, k zúžení průdušek, k překrvení sliznice (snaha o její zahřátí) a následně k otoku a zúžení průsvitu malých průdušek. Po ukončení tělesné zátěže klesá produkce katecholaminů a klesá i jejich bronchodilatační efekt; přetrvávající hyperventilace vede k dalšímu většímu ochlazení sliznice dýchacích cest a k PAST. K podobnému obrazu dochází i po méně intenzivní kontinuální práci (např. 40 % $\text{VO}_2 \text{ max}$), která však trvá delší dobu (např. 30 minut a déle).

PAST nemá výrazný vliv na tělesnou zdatnost a není důvodem k zákazu sportování nebo vyřazení z fyzicky náročného zaměstnání. Objevuje se často i u špičkových sportovců, kteří trénují několik hodin denně v zimě a hyperventilují (např. běžci na lyžích). Vliv na vznik PAST má také dýchání vzduchu se zvýšenou koncentrací ozónu. Udává se, že více než 10 % běžců na lyžích s nejvyšší sportovní výkonností trpí PAST (?). Častěji nacházíme PAST i u plavců, kteří trénují několik hodin denně v krytém bazénu a dýchají vzduch obsahující sloučeniny chlóru, které působí dráždivě na sliznici dýchacích cest.

Cystická fibróza (CF)

CF plic je časté dědičné život zkracující onemocnění (v ČR se každoročně narodí 1 dítě s CF z 2500 až 3000 narozených dětí, polovina nemocných se v ČR dožívá alespoň 32 let). Genetický defekt (mutace genu kódujícího transportní chloridový protein) vyvolává abnormální epiteliální transport iontů chloru, nadměrnou resorpci sodíkových iontů a následnou dehydrataci projevující se abnormálně sláným potem a hustým hlenem, který ucpává kanálky a tubuly, blokuje vzduchové cesty a vede k infekci, zánětu a k fibróze a k nevratné ztrátě plicních funkcí (asi 90 % mortalita). CF postihuje vedle plic i pankreas, kde hlen brání uvolňování pankreatické šťávy do duodena a tím trávení tuků a bílkovin.

Někteří pacienti s vážnějším klinickým nálezem mohou mít bolesti kostí a kloubů dolních končetin (zejména kolenních kloubů). U starších pacientů s CF zjišťujeme poměrně často i zhoršenou glukózovou toleranci a diabetes mellitus 2. typu. Pacienti v horším klinickém stavu mívají i hypertrofii pravé komory (chronické cor pulmonale, hypertrofie pravé komory srdeční se rozvíjí jako následek onemocnění plic a progredující prekapilární plicní hypertenze). V důsledku postižení pankreatu dětští pacienti obvykle neprospívají a mívají objemné mastné stolice. U těchto pacientů se později objevují záněty slinivky, snížená mobilita zažívací trubice a cirhóza jater. Téměř všichni muži trpící CF jsou neplodní.

Primárním cílem cvičení je zlepšení tělesné zdatnosti. Většina pacientů je v iniciálních fázích onemocnění schopná kontinuálního cvičení při lehké až střední intenzitě po dobu 20–30 minut; většinou se doporučuje chůze, u pacientů s menšími obtížemi i jogging, jízda na kole nebo plavání. U pacientů s výraznější dušností můžeme do cvičení vložit několikaminutové periody klidu (intermitentní cvičení) nebo doporučit suplementaci kyslíkem (v tom případě je vhodné monitorovat saturaci hemoglobinu kyslíkem). U pacientů, kteří mají vedle CF i astma nebo PAST, je vhodná před zahájením cvičení inhalovat bronchodilatační léky (prevence bronchospasmu).

Intenzita zatížení by měla zohlednit eventuální zhoršení klinického stavu (např. exacerbaci plicní infekce); při využití monitoru SF dojde obvykle při stejné úrovni zatížení cirkulace k poklesu výkonu. U pacientů s výraznější dušností musí být při cvičení intenzita zatížení samozřejmě nízká; cílem cvičení takových pacientů je alespoň udržení funkční kapacity s ohledem na potřebné aktivity každodenního života.

Obsahové otázky

- Co je to CHOPN, jaké má symptomy, jak se dělí a jakou má prognózu?
- Jaký má význam pravidelná pohybová aktivita pro CHOPN a jaké jsou základní principy její preskripce?
- Co je to bronchiální astma, jaké má symptomy, jak se dělí a jakou má prognózu?
- Jaký má význam pravidelná pohybová aktivita pro bronchiální astma a jaké jsou základní principy její preskripce?
- Ve kterém sportovním odvětví dosahují astmatici nejlepších výsledků a proč?
- Jak vzniká PAST a jaké má vliv na fyzickou a sportovní výkonnost?
- Co je příčinou a jaký je klinický obraz cystické fibrózy plic?
- Jaký je cíl a jaké jsou zásady preskripce pohybové aktivity u cystické fibrózy?

Maligní nádory

Maligní nádory, karcinom (rakovinové bujení)

Karcinom není jednotlivé samostatné onemocnění, ale spíše se jedná o velké množství (více než 100) onemocnění, jejichž společným rysem je **excesivní a nekontrolovaná proliferace geneticky změněných buněk** a možnost jejich šíření krevní nebo lymfatickou cestou do vzdálených anatomických lokalit (**metastázy** – *nádor na jiném místě*). Jestliže dojde k akumulaci těchto buněk, vytváří se nádor neboli neoplazma.

Jestliže karcinom metastazuje do životně důležitých orgánů (např. mozek, plíce, játra), pacient umírá.

Karcinom vzniká nejčastěji (80–90 %) z **epiteliálních buněk** na povrchu těla, ve žlázách a vnitřních orgánech (prostata, tlusté střevo, plíce, děloha nebo prsní žláza). Může také vzniknout z krevních elementů (např. z leukocytů), imunitního systému (lymfom) a vazivové tkáně (kosti, šlachy, chrupavky, svaly a tuková tkáň).

Výskyt karcinomu se každý rok zvyšuje (na světě asi 11 milionů nových onemocnění za rok!), na rakovinu umírá v celém světě asi 6 milionů pacientů za rok (druhá až čtvrtá nejčastější příčina úmrtí) a asi 40 % (!) všech lidí onemocní v průběhu života některým druhem rakoviny. Nejčastějšími orgány postiženými karcinomem jsou **prostata, prsní žláza, tlusté střevo, konečník a plíce**. Přes 75 % všech karcinomů je diagnostikováno u osob starších 55 let; muži častěji onemocní a umírají na rakovinu než ženy. V posledních desetiletích se díky časnější detekci a efektivnější terapii výrazně zvyšuje počet pacientů, kteří s touto diagnózou přežívají v průměru více než 5 let.

Počáteční symptomy mohou být buď **lokální** (např. kašel při plicním karcinomu), nebo **systemové** (např. profuzní noční pocení při Hodgkinově chorobě – *systemové zhoubné nádorové onemocnění lymfatické tkáně, nejčastěji mízních uzlin*). Symptomy karcinomu mohou být způsobeny progresí onemocnění nebo vedlejšími účinky léčení, které zahrnuje operativní léčení, ozáření, chemoterapii a imunoterapii, ať už jednotlivě, nebo (častěji) v kombinaci. Léčení může sloužit k vyléčení nebo alespoň zmírnění choroby (remise) nebo jejich symptomů. Karcinom je považován za vyléčený při permanentní remisi nebo za podmínku, že nedojde k návratu symptomů po dobu 5 let od začátku úspěšného léčení. K návratu symptomů karcinomu dojde, jestliže postižené buňky nejsou zcela zničeny a v průběhu určité doby se začnou znovu rozšiřovat do postiženého orgánu nebo metastazují.

Pohybová aktivita u karcinomu

Pohybová terapie má na pacienty s diagnózou karcinomu pozitivní vliv. Cíle pohybové terapie se budou lišit v závislosti na tom, zda pacient je v začátku léčení pro novou diagnózu, nebo je v remisi, nebo se léčí pro návrat některých symptomů. Reakce a adaptace na pohybovou aktivitu je také závislá na tom, zda pacient trpí lokálním nebo metastatickým onemocněním a na vedlejších účincích jednotlivých forem

léčení. Tvorba programu pohybové aktivity u pacientů s karcinomem tedy vyžaduje jeho **jednoznačnou individualizaci**.

Nádory mohou být lokalizovány v určité části těla a tímto svým umístěním mohou přímo ovlivňovat reakci na cvičení. Jestliže se např. nádor nachází v pohybovém systému, dominuje symptomatologii bolest, při lokalizaci v plicní tkáni je pacient dušný, nebo při postižení kostní dřeně může mít anémii. Obecným symptomem pokročilého karcinomu je **snadná unavitelnost**. Výsledkem je často nesnášenlivost pohybové terapie, ale limitující faktory se mohou výrazně lišit.

Vedlejší účinky terapie karcinomu se rovněž podílejí na reakci a adaptaci na pohybovou terapii. Mohou být akutní na začátku léčení, ale mohou rovněž začít později nebo být permanentní. Např. **ozáření a chemoterapie** mohou způsobovat tvorbu trvalých jizev v kloubech, plicích a srdečních tkáních. Ozáření je zpočátku často provázeno bolestí, únavou, kožním drážděním (zánět, zarudnutí a bolest kůže), dušností (akutní zánětlivá odpověď) a zánětem, chronicky (měsíce nebo roky po terapii) se projeví redukovanou flexibilitou, jizvami nebo častějším výskytem zlomenin. U chemoterapie dominuje v akutní fázi nevolnost, únava, anémie, svalová bolest, poškození nervů a přírůstek hmotnosti, chronickým projevem chemoterapie je kardiomyopatie, jizvy na plicích, nervová poškození, ztráty kostní hmoty a leukémie. **Imunoterapie** se projeví aktuálně výrazným kolísáním hmotnosti, únavou, nervovými poruchami a chřipkovými příznaky, v chronické fázi dominují myopatie a neuropatie.

Cílem pohybové terapie u pacientů s karcinomem je **udržení svalové síly, vytrvalosti a funkce důležitých orgánů**.

U pacientů v remisi nebo po vyléčení se pohybová terapie výrazně podílí na návratu úrovně jejich **fyzických a psychických funkcí**. Pravidelné aerobní cvičení mírné až střední intenzity během terapie karcinomu se projeví menší únavou, větším uspokojením, zlepšením nálady, snadnějším udržováním tělesné hmotnosti a vyšší kvalitou života. Aerobní i rezistentní trénink zlepšují přestavbu (remodelaci) kostí, snižují svalovou únavu a působí proti devastujícímu vlivu glukokortikoidů (*protizánětlivé léky*), které jsou často součástí farmakoterapie.

Vedle pozitivních fyzických účinků působí pohybová terapie pozitivně i na psychiku pacientů. Správně vedená pohybová terapie, která obsahuje příjemná cvičení, budí důvěru, zahrnuje sociální interakce nebo využívá vhodné prostředí, zmenšuje obavy a deprese pacientů a zvyšuje pocit jejich pohody a štěstí.

Preskripce přiměřeného programu pohybové terapie se bude lišit podle lokality, terapeutického protokolu, individuální reaktibility na léčení (např. podle únavy, nevolnosti, bolesti, kachexie, ataxie, apod.), dalších onemocnění (komorbidit), tělesné zdatnosti a preferencí pacienta.

Ideální je, jestliže začne pacient pravidelně **cvičit ještě před začátkem terapie**; důvodem je zvýšení tělesné zdatnosti, která se v průběhu terapie pravděpodobně výrazně sníží. U léčících se pacientů s lokalizovaným onemocněním (bez prokázaných metastáz) je cílem pohybové terapie bránit zhoršování funkčního stavu organismu; rehabilitace by měla být zaměřená zejména na ty systémy a orgány, u kterých došlo po terapii k výraznějšímu funkčnímu zhoršení. Dlouhodobým cílem by také měla být optimalizace

zdravotního stavu a redukce rizika návratu rakoviny a jiných rizikových nemocí (osteoporóza, sekundární karcinom, kardiovaskulární onemocnění). Pro osoby s vracejícím se onemocněním nebo s metastázami musí být pohybová intervence přizpůsobená stávající funkční úrovni organismu (snaha o udržení mobility a nezávislosti).

Některá **speciální doporučení** vycházejí z akutní symptomatologie. Tak např. pacienti s neovladatelným zvracením nebo s průjmy by měli cvičení odložit. Podobně pacienti s neutropenickou horečkou (*horečka u imunologicky nemocných pacientů se sníženým počtem neutrofilních leukocytů*) by měli odložit cvičení až do doby zjištění zdroje infekce a její přiměřené terapie. U pacientů s trombocytopenií (< 50 tisíc/mm³) je třeba zvážit riziko možného krvácení. Při chůzi do schodů je třeba věnovat pozornost možným pádům a zvýšení krevního a intrakraniálního tlaku.

U aktuálně léčených pacientů trpících karcinomem logicky nelze se řídit obecným doporučením frekvence, intenzity nebo trvání cvičení. Limitujícím faktorem je **únava**, která donutí pacienta přerušit pohybovou terapii. Samozřejmě, že s pokračujícím cvičením se postupně zvyšuje adaptace pacientů, klesá únava a prodlužuje se trvání jedné cvičební jednotky.

Podle doporučení odborných společností se pro přežívající pacienty po efektivní terapii doporučuje střední až vysoká intenzita zatížení (60–80 % VO₂ peak), 3–5krát týdně po dobu 20, lépe 30 minut. Zpočátku je vhodné 30minutové cvičení rozdělit do několika částí (intermitentní cvičení), zejména u pacientů se sedavým životním stylem. Vysoce intenzivní cvičení se však pro možné imunosupresivní účinky zásadně nedoporučuje ve fázi léčení karcinomu. Navíc je nutno připomenout, že po chemoterapii dochází k tachykardii, kterou musíme vzít v úvahu při kontrole intenzity podle monitorů SF. V těchto případech je možné pro posouzení intenzity použít i klasifikaci vynaloženého úsilí (RPE) na úrovni „poněkud těžké“ až „těžké“ (13–15 bodů).

Pohybová aktivita je u pacientů trpících karcinomem nejčastěji založená na chůzi (ve střední až nízké intenzitě je preferována až 80 % pacientů), jízdě na rotopedu (bezpečnost, redukce limitujících faktorů spojené s pohyby horních končetin) a cvičení pružnosti, která potom umožní pacientům modifikovat frekvenci, intenzitu nebo trvání v závislosti na subjektivních pocitech a toleranci léčení. Tak jako u ostatních chronických pacientů se doporučuje i **kombinace aerobního a rezistentního cvičení**.

U pacientů přežívajících po terapii karcinomu je při cvičení třeba dbát na optimální **hydrataci**, neboť kombinace cvičení a léčení může vést k významné dehydrataci.

Samozřejmě, že u některých onemocnění je vyloučen některý **druh cvičení**, který u jiných může být doporučován. Tak např. u pacientů s primárním nebo metastatickým ložiskem v kosti se nedoporučují sporty s intenzivnějšími dopady (preference chůze před během); podobně u pacientů s vývodem po nefrostomii (*drenážní trubice, pomocí které je odváděna moč přímo z ledviny do sběrného sáčku*) nebo po operaci močového měchýře nelze samozřejmě doporučovat plavání.

Velkou pozornost musíme věnovat **kostním metastázám**, které má asi polovina všech přežívajících

pacientů. I když nacházíme metastázy v obratlích, pánvi, kosti stehenní a v lebečních nebo v obličejových kostech, většinou jsou lokalizovány v žebrech. Tito pacienti mají vysoké riziko zlomeniny žeber, která jim pro velkou bolest znemožňuje cvičit. Nejen z tohoto důvodu by u těchto pacientů měly být vyloučeny sporty s většími nárazy nebo dopady.

Vzhledem k možným negativním projevům některých symptomů (zvracení, mdloby, průjem, atd.), vzhledu (jizvy, lymfedém – *otok měkkých tkání vzniklý poruchou toku lymfy* –, ztráta vlasů a ochlupení, protézy, atd.) a redukované schopnosti cvičit (malá síla a vytrvalost, zhoršení koordinace, atd.) preferuje větší část pacientů trpících karcinomem **cvičení doma** nebo v soukromí.

Obsahové otázky

- Popište vznik a šíření karcinomu v organismu!
- Které tkáně a orgány postihuje nejčastěji karcinom?
- Jaký je výskyt karcinomu a jaké jsou jeho tendence?
- Jaká je symptomatologie karcinomu a na čem je závislá?
- Na čem závisí preskripce programu pohybové aktivity u karcinomu?
- Jak ovlivňuje pravidelné cvičení pacienty s karcinomem?
- Jaké jsou obecné zásady preskripce programu pohybové aktivity u pacientů trpících karcinomem?
- Jaké jsou limity preskripce programu pohybové aktivity z hlediska intenzity, trvání a druhu cvičení u jednotlivých onemocnění rakovinou?

Osteoporóza

Nezávisle na klimatu, zeměpisném uložení, rasách nebo historických etapách dochází zhruba od 35 let (někdy i o 10 let dříve!) u všech lidí k postupným ztrátám kostní hmoty.

Životní styl může ovlivnit jak velikost, tak i rychlost úbytku kostní hmoty (osteopénie), avšak téměř všichni starší lidé ve věku nad 60 let mají v industrializovaných zemích zřetelné známky osteopénie. Tato osteopénie je příčinou redukce pevnosti a rezistence kostí vůči zlomeninám.

Osteopénie je definována hustotou kostních minerálů (bone mineral density – BMD), která je víc než jednu standardní deviaci pod průměrnými hodnotami mladé populace. Pojem **osteoporóza** se liší od pojmu osteopénie pouze v kvantitativní rovině a znamená řidnutí kostí, které je definováno BMD víc než 2,5 standardních deviací pod průměrem mladých osob.

Osteoporóza je definovaná jako **systémové kostní onemocnění** charakterizované nízkou kostní hmotou a mikroskopickými poruchami kostní tkáně, které vedou ke zvýšení kostní lámavosti a zlomeninám. Jinak řečeno, osteoporóza je nemoc skeletu charakterizovaná sníženou pevností kostí predisponující ke **zvýšenému riziku zlomenin**. Pevnost kosti je dána kostní hustotou a kvalitou kosti, která je určena architektonikou, rozsahem poškození a mineralizací.

U žen začíná osteopénie poněkud dříve, než u mužů a v období asi 3–5 let po menopauze dochází u nich v důsledku výrazného snížení produkce estrogenu k akceleraci těchto ztrát kostní hmoty. Protože ženy mají ve srovnání s muži menší BMD i v mládí, je u nich výskyt osteoporotických zlomenin vyšší než u mužů.

Předpokládaný mechanismus vzniku **osteoporózy u žen**, u kterých se vyskytuje většinou mezi 50 a 75 lety, je v první řadě ovlivněn nedostatkem estrogenu. Dochází ke zvýšení aktivity osteoklastů (*buňky resorbující kostní tkáň*) a resorpce kosti převyšuje nad její tvorbou. U mužů se osteoporóza většinou projeví až po 70. roku; některé faktory, jako např. různá onemocnění, některé léky nebo alkoholismus, nástup osteoporózy urychlují.

Za **rizikové faktory osteoporózy** se považují ženské pohlaví, věk, riziková rodinná anamnéza, nízký BMI, předčasná menopauza, prolongovaná premenopauzální amenorea (*vynechání menstruace*), nedostatečná pohybová aktivita, kouření tabáku, excesivní pití alkoholu, nízké množství vápníku ve stravě a dlouhodobé používání některých léků (např. glukokortikoidů nebo léků proti záchvatům epilepsie); u mužů je navíc potvrzeným rizikem nízká hladina testosteronu.

Nejčastějším důsledkem osteoporózy u starších osob jsou **kompresivní a klínovité zlomeniny obratlů**. Často k nim dochází bez výrazných symptomů a mohou být zjištěny náhodně při rentgenování hrudníku. Významným funkčním limitem mnohonásobných zlomenin obratlů může být těžká kyfóza ovlivňující ventilační funkce; přitom posun gravitačního centra směrem dopředu může rovněž vést ke zvýšenému

riziku pádů. Asi třetina osob s frakturami obratlů má v akutní fázi zotavení výrazné bolesti zad. Jestliže tato bolest přetrvává po delší dobu, je pravděpodobně spojená s větším oslabením paravertebrálních extenzorů.

Daleko nejzávažnější jsou však zlomeniny kyčelního kloubu, nejčastěji v místě **krčku kosti stehenní**. Asi 25 % pacientů starších 50 let v důsledku tohoto zranění zemře, většina ostatních vyžaduje intenzivní domácí péči. Většinou je u žen riziko spojené s osteoporózou přirovnáváno s rizikem spojeným s karcinomem prsu, dělohy a ovaria dohromady!

Dlouhodobě snížená pohybová aktivita, která vede ke **ztrátám aktivní tělesné hmoty**, může velmi významně přispívat ke vzniku osteoporózy, neboť jedinci s nízkou svalovou hmotou a silou mívají i menší BMD.

Prevence a léčení osteoporózy zahrnuje farmakologické (např. pohlavní hormony, kalcitonin, nebo selektivní modulátory estrogenových receptorů) a nefarmakologické prostředky. Mezi ty druhé počítáme podávání vápníku a vitamínu D, správnou nutriční a odpovídající pohybovou aktivitu; při léčení osteoporózy se obvykle oba druhy prostředků kombinují.

Mechanické zatížení stimuluje v zatěžované kosti kostní buňky (osteoblasty a osteocyty) ke změně průtoku vápníku, zvyšuje produkci NO a lokálně vazodilatačně působících látek a zvyšuje syntézu RNA a následně uvolňování růstových faktorů.

Pohybová aktivita a osteoporóza

Při preskripci programu pohybové aktivity pacientům s osteoporózou obvykle využíváme startovací program s velmi pomalým zvyšování tréninkového objemu, neboť tito pacienti jsou velmi často méně zdatní než normální populace a mohou mít i ortopedická omezení. S výjimkou těžké hrudní kyfózy (limitovaná ventilace, která brání využití vyšší intenzity zatížení cirkulace) však průběh metabolické, kardiovaskulární a svalové adaptace vede ke stejným pozitivním účinkům jako u ostatní populace.

Pravidelné cvičení významně zpomaluje zmenšování BMD spojené se stárnutím a oddaluje přechod osteopénií do klinicky významné osteoporózy. Navíc může alespoň částečně nahradit hormonální terapii estrogény, která je spojená s určitým rizikem malignity. Tím, že se cvičením zvyšuje i svalová síla a dynamická rovnováha, zlepšuje se mobilita těchto pacientů a dochází ke snížení rizika pádů a zlomenin. Velmi důležité je rovněž zjištění, že pravidelné cvičení a sport zvyšují kostní hmotu v dětství a v adolescenci (kostra mladších jedinců pozitivně reaguje na mechanické zatížení víc než kostra starších osob), a zpomalují tak nástup osteoporózy.

Preventivní program pohybové aktivity je tvořen intenzivní, na nárazy a dopady orientovanou aerobní pohybovou aktivitou (4krát týdně) a odporovým tréninkem (2–3krát týdně). Při odporovém tréninku se používá relativně vysoké zatížení (> 75 % maxima) a menší počet opakování. Program obvykle zahrnuje cvičení horní i dolní poloviny těla a svalů trupu, zejména paravertebrálních extenzorů. Obecně platí, že vysoká intenzita zatížení může zvýšit kostní hmotu, zatímco nízké zatížení tyto účinky nemá.

Gymnastické cvičení nebo zvedání břemene musí být modifikovány tak, aby při nich nedocházelo k flexi a rotaci páteře, zejména v kombinaci se shrbením (zvýšení rizika vzniku nových vertebrálních fraktur u pacientů se stabilizovanou osteoporózou). Při cvičení musí být věnována větší pozornost prostředí, které nesmí zvyšovat riziko pádů (nerovná podlaha, rohože, překážky pohybu, atd.).

U těžké osteopénie, mnohonásobných fraktur obratlů nebo omezujících intenzivních bolestí zad se doporučuje spíše plavání, chůze nebo cvičení ve vodě nebo cvičení vsedě. I když v těchto případech chybí optimální náraz nebo dopad, může i tato pohybová aktivita zvyšovat svalovou sílu a zlepšovat dynamickou rovnováhu a přispět tak nejen ke snížení rizika pádů, ale také prevenci ICHS a dalších hromadných neinfekčních onemocnění.

Obsahové otázky

- Jaký je rozdíl mezi osteopénií a osteoporózou?
- Jaké jsou příčiny vzniku osteoporózy a jaký je její výskyt?
- Jaké jsou rizikové faktory osteoporózy?
- Jaké jsou nejzávažnější důsledky osteoporózy?
- Jak působí mechanické zatížení na kostru člověka?
- Jaké platí zásady pro preskripci programu pohybové aktivity u pacientů s osteoporózou?
- Jaké má preventivní a léčebné účinky pravidelné cvičení na osteoporózu?

Vertebrogenní algický syndrom

VAS patří k **celosvětově nejrozšířenějším zdravotním poškozením**.

Může vzniknout náhle, může být výsledkem většího traumatu nebo mnohonásobných epizod mikrotraumatizace. Projevuje se bolestí svalů nebo kloubů v jednom nebo na mnoha místech a přetrvává po týdny, měsíce nebo po celý zbytek života. Ne vždy má bolest páteře příčinu v páteři samotné, někdy jde např. o přenesenou bolest z nemocného vnitřního orgánu, postižená může být i nervová soustava.

Příčin VAS je celá řada, většinou se jedná o funkční a strukturálních změny na kostech, kloubech, vazech, svalech a nervech. Příčinou může být

- funkční blokáda v páteřním segmentu (např. uskřinutí intervertebrální ploténky)
- přetížení svalů a vazů (např. špatné držení těla, hypermobilita, zvedání těžkých břemen)
- degenerativní onemocnění páteře (např. spondylóza – tj. *degenerativní onemocnění meziobratlových disků*, spondylartróza – tj. *degenerativní onemocnění meziobratlových kloubů páteře*, chondróza meziobratlové ploténky – tj. *nerovná a rozvlákněná chrupavka meziobratlové ploténky*, na základě zmenšení množství vody v ploténce a ztrátě její elasticity, snížení její výšky a stability může dojít k protruzi – tj. *vyklenutí*, nebo prolapsu – tj. *výhřezu* – meziobratlové ploténky)
- úrazy páteře
- vrozené vady (např. abnormální počet obratlů, nesrostlý oblouk obratle)
- spondylolýza (*přerušení obratlového oblouku*)
- spondylolistéza (*oboustranná spondylolýza a posun postiženého obratle dopředu*)
- nádory
- osteoporóza
- revmatická onemocnění
- akutní nebo chronický zánět (osteomyelitis páteře – *zánět kostní dřeně*)
- onemocnění vnitřních orgánů (reflexní reakce v příslušném segmentu, včetně bolestí zad) získané deformity, např. Scheuermannova choroba (*v průběhu tělesného růstu postižení krycích destiček zejména hrudních obratlů a rozvoj klínovitých deformit obratlů*) nebo skolióza (*vybočení páteře ve frontální rovině s torzí obratlů a s rotací páteře*)
- psychogenní faktory (např. hysterie, simulace)

VAS probíhá pod nejrůznějšími **klinickými obrazy**. Např. jako akutní blok krční páteře (ústřel), chronické bolesti krční páteře, cervikokraniální syndrom, cervikovestibulární syndrom (porucha prokrvení v povodí a. vertebralis vyvolávající závrať), cervikobrachiální syndrom (bolesti v krční páteři vystřelují do horní končetiny s maximem bolestí v rameni a paži), kořenové syndromy na horní končetině, bolesti v hrudní páteři, lumbago (bederní ústřel neboli houser), chronické bolesti v bedrech a kříži nebo jako kořenové syndromy na dolní končetině.

U akutních bolestí páteře je vhodný klid na lůžku v úlevové poloze a postižené úseky lze fixovat krčním

límcem nebo bederním pásem. **Farmakoterapie spočívá v** tlumení bolesti a zánětu, v obštrikování lokálními anestetiky a v podávání centrálních myorelaxancií (*uvolňují spazmy a vedou k relaxaci kosterních svalů*). Z **fyzikální terapie** se používá termoterapie, kryoterapie, elektroléčba, ultrazvuk, magnetoterapie, dále krční nebo bederní trakce nebo masáže. Pomocí **manipulace a mobilizace** se uvolňují funkční blokády. **Akupunktura** se používá hlavně k ovlivnění chronické bolesti páteře. **Neurochirurgické operace** jsou indikované zejména u výhřezů plotének s kompresí kořene. K léčení počítáme i **lázeňskou léčbu** a využití režimových opatření, přírodních léčivých zdrojů a pohybové a fyzikální léčby.

Cílem pohybové aktivity u VAS je prevence oslabení vyvolaného inaktivitou a zvýšení zátěžové tolerance a svalové síly. Jednotlivé typy cvičení, tj. aerobní a vytrvalostní, silové a cvičení flexibility a koordinace, musí zásadně vycházet z klinického stavu a je při nich minimalizovat zatížení oblasti trupu a zejména zad. Tato cvičení by mohla (a měla) začít nejpozději 14 dnů od začátku akutní fáze onemocnění.

Obsahové otázky

- Jaké jsou nejčastější příčiny bolesti zad?
- Pod jakými klinickými obrazy může vertebrogenní algický syndrom probíhat?
- Jak se léčí bolesti zad a jakou roli sehrává pohybová terapie?

Cévní mozková příhoda

Cévní mozková příhoda (CMP, ictus, mozková mrtvice) je náhle se rozvíjející postižení určitého okrsku mozkové tkáně vzniklé poruchou jejího prokrvení. K této poruše může dojít buď na podkladě uzávěru mozkové tepny (tzv. ischemická CMP), nebo na podkladě krvácení z mozkové cévy (tzv. hemoragická CMP).

Jedním z nejdůležitějších diagnostických úkolů je rozlišit ischemickou a hemoragickou cévní mozkovou příhodou, protože terapeutický přístup je v obou případech odlišný a nevhodná volba může stav nemocného zhoršit.

Ischemická cévní mozková příhoda je nejčastější typ CMP. Vzniká na podkladě trombózy (většinou je způsobena aterosklerózou mozkových tepen) nebo embolie (vzniká většinou utržením trombu vzniklého v jiném místě cévního řečiště a jeho zanesením do mozkových tepen). Projevuje se řadou symptomů, např. motorickými a sensorickými poruchami, dysfázií (*porucha tvorby a porozumění řeči*), defekty zrakového pole, nekoordinovanými pohyby, poruchami svalového tonu nebo bezvědomím.

Hemoragická cévní mozková příhoda (HCMP) způsobena prasknutím cévy v dané oblasti a většinou souvisí s vysokým krevním tlakem. Následky bývají většinou závažnější než u ischemie, příznaky se rozvíjejí rychleji a stupeň postižení bývá větší (výronem krve se zvyšuje nitrolební tlak). Při rozsáhlém krvácení může dojít velmi rychle k mozkovému otoku, útlaku centra pro dýchání a srdeční činnost, a tím ke smrti postiženého.

Při krvácení se vytváří hematoma, který reaguje s mozkomíšními tekutinami. Tato reakce představuje pro pacienta sekundární nebezpečí, protože se příznaky potvrzující tuto komplikaci objeví v delším odstupu až 10 dnů. Neurologické postižení se tak prohlubuje a původně zlepšující se stav pacienta se zhoršují (opožděné ischemické postižení mozku).

Akutní klinický obraz je pestrý, projevuje se např. slabostí až ochrnutím nebo poruchou citlivosti poloviny těla, náhlou poruchou ostrosti vidění, dvojitým viděním, jednostrannou slepotou, náhlou poruchou řeči nebo sluchu nebo náhlou závratí. Při rozsáhlém poškození může všech typů CMP dojít k rychlému vzniku bezvědomí pacienta. U krvácení z cév probíhajících v mozkových obalech se často objevuje náhlá silná bolest hlavy s příznaky podráždění mozkových plen (bolest se zvyšuje při pokusu zdvihnout hlavu nad podložku).

U akutní CMP je nutná hospitalizace do 3 hodin v nemocnici s iktovou jednotkou (odpovídající technické a personální vybavení pro akutní léčbu CMP).

CMP se léčí podle typu a rozsahu. **Cílem léčby** je urychlit obnovu krevního oběhu v postižené části mozku a podpořit a ochránit tkáň přiléhající k postižené oblasti tak, aby zachovaly svou funkci přes snížené prokrvení. Ischemická CMP může být léčena pouze trombolitiky (*léčiva používaná k rozpouštění již vytvořených trombů*), které sraženinu v případě úspěšné léčby rozpustí (do 4,5 hodiny od vzniku by měla

být provedená celotělová nitrožilní trombolýza –*zprůchodnění uzavřené tepny pomocí farmaka* – a do 6 hodin intraarteriální trombolýza), krvácení se většinou léčí farmakologicky i chirurgicky (zejména u krvácení do oblasti mozečku a u krvácení do povrchových oblastí mozku, při zhoršování místního neurologického nálezu nebo pro odstranění možného vzniku dalšího krvácení) Při krvácení z cév mozkových obalů je důležité zastavení krvácení technikami, které využívají angiografické intervence (časná operace krvácejícího zdroje).

CMP významným způsobem poškodí různé tělesné a duševní funkce člověka a omezí jeho začlenění do společnosti. Úkolem **rehabilitace** pacientů po CMP je zejména obnova nezávislého, plnohodnotného tělesného a duševního života nebo alespoň zmírnění trvalých následků této nemoci. Strategie rehabilitačního programu závisí na charakteru postižení, závažnosti klinických příznaků nemoci a na možnostech jednotlivých pracovišť.

V prvních fázích nemoci se uplatňuje **léčebná rehabilitace** prováděná ve zdravotnických zařízeních. Na ni navazuje **sociální rehabilitace**, jejímž cílem je zajistit podmínky návratu do společnosti, u osob v produktivním věku se uplatňuje **pracovní rehabilitace**, která připravuje pacienta k pracovnímu uplatnění a pak zařazuje do pracovního procesu.

Rehabilitační program se dělí na krátkodobý a dlouhodobý. **Krátkodobý rehabilitační plán** určuje jednotlivé léčebně rehabilitační postupy na dobu několika týdnů (obvykle < 3 měsíce). **Dlouhodobý rehabilitační plán** řeší další, hlavně sociální a pracovní problematiku postiženého jedince.

V akutním stadiu (první 1–2 týdny) je u pacientů po CMP v popředí svalová hypotonie se ztrátou aktivní hybnosti postižených končetin, v kombinaci s poruchou čítí. Vedle polohování se provádí nácvik posturálních reflexních mechanismů, otáčení na lůžku, zvedání a přetáčení pánve do stran a dechová gymnastika. Za 1–2 měsíce (**subakutní stadium**) se začíná rozvíjet **spasticita** (*abnormální zvýšení svalového napětí v důsledku zvýšených tonických napínacích reflexů, závislá na rychlosti pasivního protažení svalu, vzniká svalová nerovnováha a rozvíjejí se kontraktury s vazivovou přeměnou svalů a nefunkčním postavením paretické končetiny*), kterou se snažíme při cvičení (většinou flexorů horní končetiny a extenzorů dolní končetiny) snížit.

Postupně se pacient posazuje se na lůžku s podepřenými zády a učí se stabilitě vsedě. Při zkoušení stoje se nacvičuje stabilita kolenního kloubu a izolovaná dorzální flexe nohy paretické končetiny.

Ve stoji jsou porušeny posturální reflexy, proto se cvičí přenášení váhy těla z jedné strany na druhou a nacvičuje se správný stereotyp chůze. Jestliže v subakutním stadiu dochází k podstatné úpravě hybnosti, je třeba začít cvičit i jemné a izolované pohyby.

Jestliže porucha hybnosti přetrvává a nedochází k zlepšování, jsou obvykle zafixovány špatné posturální stereotypy (**chronické stadium**). Paže postižené horní končetiny bývá přitažena k tělu a loket, zápěstí a ruka jsou ve flexi. Dolní končetina je v extenzi a je omezená dorzální flexe nohy. Svalová dysbalance v pažním pletenci má za následek subluxaci ramenního kloubu s omezením rozsahu a bolestivostí v kloubu.

V tomto textu není věnována větší pozornost otázkám speciální rehabilitace poškozených neuromuskulárních funkcí a kontrole motoriky. Z této oblasti je třeba jen uvést cvičení rovnováhy (např. nestabilní plošina), které někdy může pomoci zlepšit statickou rovnováhu ve stoje, redukovat bočné kolísání nebo zlepšit symetrii postoje. Od tohoto cvičení však není možno bohužel očekávat, že přinese rychlé zlepšení problémů spojených s porušením rovnováhy. Trénink na běhátku pomáhá z toho hlediska např. obnovovat chůzi u hemiparetických pacientů (vyšší rychlost chůze se zdá být efektivnější), je však personálně náročný (prevence pádu). Podle literárních údajů se stále častěji využívá robotů a systémů virtuální reality pro facilitaci motorického zotavení.

Zlepšení síly je velmi důležité pro mnoho pacientů, kteří prodělali CMP; je však velmi obtížné posoudit tuto změnu z hlediska motorické kontroly. Většinou se pohybová rehabilitace spíše soustřeďuje na motorickou kontrolu než na motorickou sílu. Podle některých autorů odporový dynamický trénink dolních končetin může interferovat se zlepšením řízení motoriky a se zlepšením prosté chůze a chůze do schodů, podle jiných tomu tak není. Podobně je tomu s výsledky izokinetického tréninku dolních končetin nebo se zjištěním, že u hemiplegických pacientů koreluje ve stejných svalectech svalová síla a svalová spasticita. Pro tuto oblast jsou typické zcela diametrální rozdíly ve výsledcích jednotlivých publikací. V každém případě by měl být **odporový trénink** předepsán pouze v případech redukované svalové síly a svalové ochablosti, nikoliv při svalové hypertonii. Vzhledem k potížím se stabilitou postury je třeba při odporovém tréninku modifikovat cvičení (např. místo ve stoje cvičit vsedě) a dbát na bezpečnost pacientů.

Protože u pacientů po CMP dochází k významné ztrátě tělesné zdatnosti, je pro ně aerobní pohybová aktivita velmi důležitá. **ICHS**, jejíž výskyt je s redukovanou zdatností těsně spojen, je nejčastější příčinou smrti u déle přežívajících pacientů po CMP. Proto je třeba aerobnímu tréninku u těchto pacientů věnovat velkou pozornost.

Pacienti po CMP nejsou schopni většinou realizovat při cvičení stejnou zátěž jako stejně staří zdraví jedinci. Avšak správně předepsaný individuální vytrvalostní program, u kterého se doporučuje monitorovat SF, může ztrátu kondice výrazně redukovat (téměř vždy dochází k signifikantnímu zvýšení VO_2 peak nebo k poklesu TKs při submaximálním zatížení).

V závislosti na klinickém stavu pacienta se doporučuje aerobní trénink 3–5krát týdně. Zpočátku by měl trvat asi 20 minut (možno rozdělit na 2 desetiminutové úseky), postupně by se mělo trvání prodloužit na normální úroveň. U pacientů se závažnou ztrátou zdatnosti by na začátku intenzita zatížení neměla přesáhnout 50 % VO_2 peak, později i u tohoto ukazatele by mělo dojít k postupnému zvyšování. Za těchto předpokladů je možno očekávat, že energetický výdej by mohl činit asi 300 kcal za cvičební jednotku (1000–1500 kcal za týden).

Protože mezi negativní efekty pacientů s hemiplegií patří i **snížení kostní hmoty** a zvýšené riziko osteoporotických fraktur, je možno předpokládat, že pravidelná pohybová aktivita může i tento negativní efekt snížit.

Velký význam pro rehabilitaci pacientů po CMP má **ergoterapie**, která usiluje prostřednictvím zaměstnávání o zachování běžných denních, pracovních a zájmových činností. Zaměřuje se na zlepšení hybnosti paretických končetin, zvláště ruky (návčik úchopu, běžné denní činnosti a pracovní činnosti, event. s kompenzačními pomůckami).

Obsahové otázky

- Co je to cévní mozková příhoda a jak se z hlediska vzniku rozděluje?
- Pod jakým klinickým obrazem probíhá akutní CMP a jak se léčí?
- Jaké druhy rehabilitace se používají u CMP?
- Jak probíhá rehabilitace pacientů po CMP v akutní a subakutní fázi?
- Jak probíhá rehabilitace pacientů po CMP v chronické fázi?
- Jaké jsou indikace a kontraindikace odporového cvičení u pacientů po CMP?
- Proč je indikováno vytrvalostní cvičení u pacientů po CMP?

Ostatní onemocnění

Vedle uvedených nemocí, u kterých sehrává pohybová aktivita v rámci primární nebo sekundární prevence nebo při léčení a rehabilitaci výraznou úlohu, je řada dalších, u kterých je pohyb i pohybová rehabilitace důležitá. Mezi ně patří např. akutní zánětlivá onemocnění srdce, funkční poruchy oběhového systému, některá onemocnění trávicího ústrojí, mentální anorexie, onemocnění štítné žlázy, onemocnění ledvin, stavy po transplantaci plic nebo břišních orgánů, AIDS, únavový syndrom, fibromyalgie (*chronické nezánnětlivé myofasciální onemocnění s plošnou bolestí, pocitem ztuhlosti bez topografického vztahu ke kloubům a poruchami mimo pohybový aparát*), anémie, krvácivé choroby, artrózy, stavy po amputaci dolních končetin, paraplegie a tetraplegie, svalová dystrofie, epilepsie, dětská mozková obrna, Parkinsonova choroba a některé další. Samostatnou kapitolou je potom pohybová aktivita a její předpis u osob s mentální retardací, Alzheimerovou chorobou nebo hluchotou či slepotou. Vzhledem k menšímu výskytu těchto onemocnění nejsou specifické problémy preskripce programu pohybové aktivity součástí výuky patofyziologie tělesné zátěže na nemedicínských fakultách. To však neznamená, že pravidelný optimální a adekvátní pohyb je u těchto pacientů méně významný a méně prospěšný. I u těchto diagnóz platí, že **pravidelná pohybová aktivita výrazně zvyšuje kvalitu života pacientů.**

Použitá literatura

Åstrand, P. O. (1992). JB Wolffe Memorial Lecture. "Why exercise?". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(2), 153–162.

Åstrand, P. O. (2003). *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.

Barstow, T. J., Casaburi, R., & Wasserman, K. (1993). O₂ uptake kinetics and the O₂ deficit as related to exercise intensity and blood lactate. *Journal of Applied Physiology*, 75(2), 755–762.

Bouchard, C., Shephard, R. J., Stephens, T., Sutton, J. R., & McPherson, B. D. (1993). *Physical activity, fitness, and health consensus statement*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Burnley, M., Doust, J. H., & Jones, A. M. (2002). Effects of prior heavy exercise, prior sprint exercise and passive warming on oxygen uptake kinetics during heavy exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 87(4), 424–432.

Collins, M. (Ed.). (2009). *Genetics and Sports*. Basel, Switzerland: Karger.

Drbošalová, V., Cipryanová, H., Stejskal, P., Klugar, M., Hynková, O., & Krejčíř, V. (2010). Adherence to physical activity in patients with coronary artery disease. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 40(4), 56–61.

Durstine, L., Moore, G. E. (Ed.). (2003). *ACSM's Exercise Management for Persons with Chronic Diseases and Disabilities* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Frontera, W. R., Slovik, D. M., Dawson, D. M. (Ed.). (2006). *Exercise in Rehabilitation Medicine* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Giannattasio, C., Seravalle, G., Cattaneo, B. M., Cuspidi, C., Sampieri, L., Bolla, G. B., & Mancina, G. (1992). Effect of detraining on the cardiopulmonary reflex in professional runners and hammer throwers. *The American Journal of Cardiology*, 69(6), 677–680.

Gupta, S., Rohatgi, A., Ayers, C. R., Willis, B. L., Haskell, W. L., Khera, A., & Berry, J. D. (2011). Cardiorespiratory fitness and classification of risk of cardiovascular disease mortality clinical perspective. *Circulation*, 123(13), 1377–1383.

Haskell, W. L., Leon, A. S., Caspersen, C. J., Froelicher, V. F., Hagberg, J. M., Harlan, W., & Washburn, R. A. (1992). Cardiovascular benefits and assessment of physical activity and physical fitness in adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(6 Suppl), S201–S220.

Heyward, V. H. (2010). *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine*, 34(5), 329–348.

Jones, A. M., Koppo, K., & Burnley, M. (2003). Effects of prior exercise on metabolic and gas exchange responses to exercise. *Sports Medicine*, 33(13), 949–971.

Komadel, L. (Ed.). (1994). *Telovýchovnlakárske Vademecum*. Bratislava, Slovak Republic: Polygraph Service.

Komadel, L. (Ed.). (1997). *Telovýchovnlakárske Vademecum* (2nd ed.). Bratislava, Slovak Republic: Menarini.

Koppo, K., & Bouckaert, J. (2002). The decrease in the VO₂ slow component induced by prior exercise does not affect the time to exhaustion. *International Journal of Sports Medicine*, 23(4), 262–267.

Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha, Czech Republic: Galén.

Máček, M., & Smolíková, L. (2002). *Fyzioterapie a pohybová léčba u chronické obstrukční plicní nemoci*. Praha, Czech Republic: Nakladatelství Vltavín.

Máček, M., & Vávra, J. (1988). *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*. Praha, Czech Republic: Avicenum Group.

Mujika, I., & Padilla, S. (2000). Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: Short term insufficient training stimulus. *Sports Medicine*, 30(2), 79–87.

Pearson, T. A., Blair, S. N., Daniels, S. R., Eckel, R. H., Fair, J. M., Fortmann, S. P., & Grundy, S. M. (2002). AHA guidelines for primary prevention of cardiovascular disease and stroke: 2002 update consensus panel guide to comprehensive risk reduction for adult patients without coronary or other atherosclerotic vascular diseases. *Circulation*, 106(3), 388–391.

Placheta, Z., Siegelová, J., & Štejfa, M. (Eds.). (1999). *Zátěžová diagnostika v ambulantní a klinické praxi*. Praha, Czech Republic: Grada Publishing.

Praet, S. F. E., & van Loon, L. J. C. (2007). Optimizing the therapeutic benefits of exercise in type 2 diabetes. *Journal of applied physiology*, 103(4), 1113–1120.

Rhea, M. R., Alvar, B. A., Burkett, L. N., & Ball, S. D. (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(3), 456–464.

Sigal, R. J., Kenny, G. P., Wasserman, D. H., & Castaneda-Sceppa, C. (2004). Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 27(10), 2518–2539.

Stejskal, P. (1992). Preskripce tělesné aktivity - ano nebo ne? *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 1(3), 7–10.

Stejskal, P. (1993). Preskripce trvání tréninku, jeho energetického výdeje a týdenní frekvence v rámci aerobní části programu tělesné aktivity. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 2(3), 93–98.

Stejskal, P. (1994). Zdraví a tělesné cvičení. In Provazník, K., Komárek, L., Horváth, M., & Svoboda, P. (Eds.), *Manuál prevence v lékařské praxi*. Praha, Czech Republic: Státní zdravotní ústav.

Stejskal, P. (1996). Tělesná aktivita. In Stejskal D., Bartek J., & Mohapl P. (Eds.), *Metabolická onemocnění hromadného výskytu*. Rýmařov, Czech Republic: BIOVENDOR Laboratorní medicína.

Stejskal, P. (2000). Obesity, energy balance and its regulation. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica* 30(2), 7–17.

Stejskal, P. (2003). Výsledky komplexní redukční intervence u obézních mužů vyššího středního věku. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 12(3), 112–125.

Stejskal, P. (2004a). Pohybová aktivita a obezita z hlediska metabolismu kosterních svalů (minireview). *Česká Antropologie*, 54, 185-187.

Stejskal, P. (2004b). *Proč a jak se zdravě hýbat*. Břeclav, Czech Republic: Presstempus.

Stejskal, P. (2012). Dědičnost a environmentální faktory – antagonismus nebo kooperace? *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 21(4), 170–178.

Stejskal, P., & Hejnová, J. (1993a). Praktické problémy preskripce intenzity zatížení v rámci programu tělesné aktivity. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 2(2), 76–81.

Stejskal, P., & Hejnová, J. (1993b). Preskripce intenzity zatížení v programu tělesné aktivity. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 2(1), 93–98.

Stejskal, P., Jakubec, A., Kováčová, L., Elfmark, M., Řehová, I., & Petr, M. (2007). Vliv rozdílné adherence k půlročnímu programu aerobiku na aerobní zdatnost. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 16(1), 14–25.

Stejskal, P., Sup, R., Doležal, I., Hejnová, J. (1993). Use of reversed regulation of workrate intensity of heart rate in testing physical fitness CHR-test. *Sports Training, Medicine and Rehabilitation* 5(4), 33–46.

Stejskal, P., & Vystrčil, M. (2005). Severská chůze a její využití v tělovýchovném lékařství. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 14(4), 158–165.

Svoboda, Z., Stejskal, P., Jakubec, A., & Krejčí, J. (2011). Kinematical analysis, pole forces and energy cost of Nordic walking. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica*, 41(2), 27–34.

Tlapák, P. (2006). Posilovací cvičení seniorů začátečníků. *Praktický Lékař*, 86(6), 340–343.

Widimský, P., Filipovský, J., Widimský, J., Branny, M., Monhart, V., & Táborský, M. (2012). Expert consensus statement of the Czech Society of Cardiology and the Czech Society of Hypertension on catheter-based sympathetic renal denervation procedures (RDN) in the Czech Republic. *Cor et Vasa*, 54(2), e108–e112.

Wood, R. H., Reyes, R., Welsch, M. A., Favaloro-Sabatier, J., Sabatier, M., Lee, C. M., & Hooper, P. F. (2001). Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(10), 1751–1758.

Anketa

Vážená studentko, vážený studente,

FSpS MU v procesu svého hodnocení a sebehodnocení (auto/evaluce) a za využití projektu IMPACT – Inovace a modernizace studijních oborů FSpS – potřebuje analyzovat a vyhodnotit kvalitu a efektivitu výuky jednotlivých předmětů. Proto se na Vás obracíme s žádostí o vyplnění anonymního elektronického hodnotícího formuláře – *Studentského hodnocení předmětu*. Jeho vyplnění by nemělo zabrat více než 15 minut Vašeho času. Toto Studentské hodnocení předmětu je Vám současně dostupné po přihlášení do ISu u příslušného předmětu.

Děkujeme za Váš čas a za důležité připomínky a podněty pro práci naší fakulty.

- bp1176: [https://is.muni.cz/auth/elearning/test_pruchod.pl?
testurl=/el/1451/podzim2014/bp1176/odp/Anketa_test.qref](https://is.muni.cz/auth/elearning/test_pruchod.pl?testurl=/el/1451/podzim2014/bp1176/odp/Anketa_test.qref) ⇒

Eva Valkounová,
administrace dotazníků projektu IMPACT
e-mail: valkounova@fsps.muni.cz

Vladimír Jůva,
evaluace v rámci projektu IMPACT
e-mail: juva@fsps.muni.cz

Anketa byla ukončena k 31.12.2014. Pro vyjádření názorů a reakcí na materiály projektu mohou studenti využít [Diskuzní fórum](#) ⇒ , které je funkční i v době po ukončení projektu.

Tým projektu IMPACT

Diskusní fórum

Vážení studenti,

pro vyjádření Vašich názorů k výstupům projektu IMPACT máte možnost využít **diskuzní fórum** projektu.

- <https://is.muni.cz/auth/bt/impact/> ⇨

Otestujte se...

Online verze tohoto materiálu, kterou najdete na <http://www.fsps.muni.cz/impact/patofyziologie-telesne-zateze/> obsahuje navíc interaktivní test, kde můžete zjistit, nakolik jste vstřebali probíraná témata.

Autoři

Hlavní autor (autoři)

doc. MUDr. Pavel Stejskal, CSc.

Technické zpracování

Jakub Doležal, Mgr. Aneta Fedrová, David Jindra, DiS., Mgr. Olga Krčmařová, Jiří Matoušek, Mgr. Milan Mojžíš, Mgr. Martin Novotný, Mgr. Jindřich Pavlík, Ing. Jiří Voldán, Mgr. Petr Zaoral

ISBN 978-80-210-7384-5

Tato online aplikace pro elektronické studijní materiály byla vyvinuta na míru pro účely projektu vývojovými pracovníky projektu. Neustále jsou doplňovány další funkcionality a rozšíření. *Videozáznamy* používají formát MP4 v kódování h264, 25fps. Videozáznamy pořízené pracovníky projektu jsou vystaveny v rozlišení 960 x 540 px. Přehrávač používá technologii HTML5 Video MediaElement API nebo Flash, příp. Silverlight podle toho, jakou technologii daný prohlížeč podporuje. Existuje též varianta přehrávače s *playlisty*, která šetří místo, pokud je v dané kapitole mnoho souvisejících videozáznamů zároveň. Vpravo nahoře najdou uživatelé aplikace *přepínač barevného schématu*, aby si mohli zvolit světlé či tmavé provedení pro pohodlné čtení materiálu. Systém používá *přívětivá URL* s pochopitelným obsahem – URL obsahuje názvovou cestu stromu kategorií. Je implementováno funkční *fulltextové vyhledávání* v materiálu a *zvýraznění nalezených slov* na stránce. Mezi možnostmi systému nechybí *vkládání obrázků*, které mohou obsahovat *pozitivní/negativní verzi* podle zvoleného barevného schématu, mohou obsahovat *legendu s popisky*. Systém podporuje vložení *aktivního glosáře* a *aktivních poznámek pod čarou*. Stroj pro samotestování řeší náhodný výběr z repositáře otázek pro daný studijní materiál, sestavení testu pro danou kapitolu i sestavení závěrečného testu, umožňuje vložení voleb odpovědí do proudu textu otázky, umožňuje též *přiložení obrázku k otázce*. Texty materiálů mohou doplňovat *rozbalovací seznamy*, speciální *boxy pedagoga*, je zabudována podpora pro *zobrazování matematických vzorců* ve standardním zápisu LaTeX.

Online aplikace je kompatibilní se všemi běžně používanými prohlížeči v jejich aktuálních verzích. Vývoj aplikace se testuje ve Firefoxu, aktuální verzi, Internet Exploreru 7, 8, 9, 10, Safari v aktuální verzi, Chrome v aktuální verzi, Opera v aktuální verzi, Opera Next v aktuální verzi.



Firefox



Internet Explorer



Safari



Chrome



Opera



Opera Next

Tento výtisk zachycuje stav online materiálu, dostupného na adrese

<http://www.fsp.muni.cz/impact/patofyziologie-telesne-zateze/> ve stavu ze dne 18. 12. 2014.